



MANUAL DE PROJETOS AEROPORTUÁRIOS

Volume único

MINISTÉRIO DA
INFRAESTRUTURA



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

MANUAL DE PROJETOS AEROPORTUÁRIOS

Parceria entre a Secretaria Nacional
de Aviação Civil – SAC/MINFRA
e o Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA

Versão 1.0
Setembro de 2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Manual de projetos aeroportuários [livro eletrônico] : volume único
/ [organização Marcio Maffili Fernandes, Leila Cristina Miateli Pires,
Adriana Lima Rolim ; ilustração Gabriel Córdova]. -- 1. ed. -- Brasília, DF:
Secretaria Nacional de Aviação Civil, 2021.
PDF

Vários autores.
Vários colaboradores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-996066-0-1

1. Aeroportos - Planejamento 2. Contratos administrativos - Brasil
3. Contratos de engenharia - Brasil 4. Governança corporativa - Brasil
5. Licitação pública - Brasil 6. Modelagem de informação da construção
- Brasil 7. Obras públicas - Planejamento - Brasil 8. Obras públicas -
Legislação - Brasil 9. Projetos de engenharia - Brasil I. Fernandes, Marcio
Marcio Maffili. II. Pires, Leila Cristina Miateli. III. Rolim, Adriana Lima,
IV. Córdova, Gabriel. Maffili. II. Pires, Leila Cristina Miateli. III. Rolim,
Adriana Lima. IV. Córdova, Gabriel.

21-82077

CDD-387.7360981

Índices para catálogo sistemático:

1. Aeroportos : Projetos : Transportes aéreos
387.7360981

MANUAL DE PROJETOS AEROPORTUÁRIOS

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA

Tarcísio Gomes de Freitas
Ministro

Marcelo Sampaio Cunha Filho
Secretário Executivo

Ronei Saggiaro Glanzmann
Secretário Nacional de Aviação Civil

Eduardo Henn Bernardi
Diretor de Investimentos

Marcio Maffili Fernandes
Coordenador-Geral de
Projetos Aeroportuários

CONCEPÇÃO

Marcio Maffili Fernandes
Coordenador-Geral de
Projetos Aeroportuários

Leila Cristina Miateli Pires
Coordenadora

Adriana Lima Rolim
Chefe de Divisão

Isabella Pozzeti Guimarães
Analista de Infraestrutura

SUPERVISÃO

Marcio Maffili Fernandes
Coordenador-Geral de
Projetos Aeroportuários

Leila Cristina Miateli Pires
Coordenadora

Adriana Lima Rolim
Chefe de Divisão

AUTORES

Marcio Maffili Fernandes
Coordenador-Geral de
Projetos Aeroportuários

Leila Cristina Miateli Pires
Coordenadora

Adriana Lima Rolim
Chefe de Divisão

REVISORES

Marcio Maffili Fernandes
Coordenador-Geral de
Projetos Aeroportuários

Leila Cristina Miateli Pires
Coordenadora

Adriana Lima Rolim
Chefe de Divisão

Rodrigo Cardoso Zagatto
Chefe de Divisão

Wagner Roberto Sacco
Analista de Infraestrutura

Isabella Pozzeti Guimarães
Analista de Infraestrutura

Rômulo de Azevedo Gomes
Engenheiro Civil

Caubi Batista de Souza
Coordenador-Geral de
Infraestrutura Aeronáutica

Limber Ocampo
Analista de Infraestrutura

Helber Nazareno de Lima Viana
Analista de Infraestrutura

Raimundo Quezado Fernandes
Analista de Infraestrutura

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

Anderson Ribeiro Correia
Reitor

Jesuíno Takachi Tomita
Vice-Reitor

Pedro Teixeira Lacava
Pró-Reitor de Pós-Graduação

Maryangela Geimba de Lima
Pró-Reitora de Pesquisa e
Relacionamento Institucional

Flávio Mendes Neto
Pró-Reitor de Graduação

Luiz dos Santos Alves
Pró-Reitor de Administração

COORDENAÇÃO DO PROJETO

Cláudio Jorge Pinto Alves
Professor

Maryangela Geimba de Lima
Pró-Reitora

COORDENAÇÃO DA ETAPA

Ronaldo Gonçalves de Carvalho
Pesquisador

Frank Cabral de Freitas Amaral
Pesquisador

AUTORES

Ronaldo Gonçalves de Carvalho
Pesquisador

Frank Cabral de Freitas Amaral
Pesquisador

Filipe Augusto Cinque de Proença Franco
Pesquisador

Danielle Oliveira de Almeida Ribeiro
Pesquisadora

Rodrigo Lourenção Nunes
Pesquisador

Jenner Eduardo Cardoso Arduino
Pesquisador

Carlos Eduardo Silva Lima
Pesquisador

Caio Vale Barbosa Eiterer
Pesquisador

Alice Dobbin Costa
Pesquisadora

COLABORADORES EXTERNOS

AUTORES

Ítalo Guedes dos Santos
Pesquisador

Max Lira Veras Xavier de Andrade
Professor

REVISORES

Adelmo Soares Couto

Ana Cristina Almeida e Silva Bouzon

Artur Pereira Ricardo

Beatriz Mulinari Pinheiro Machado

Bruno Staurenghi

Claudia Lizbett Zurita Sandoval

Dario Rais Lopes

Diogenes Luciano Sartor

Diogo Godoi de Carvalho Ramos

Eduardo Saraiva Borges

Emerson Fernando Brustolin

Flavia Viviani Tormena Albertoni

Flávio Katsumi Nakaoka

Gicele Coutinho Alves

**Guilherme Augusto Valente de
Almeida Noia**

Ítalo Guedes dos Santos

Jorge Luiz Batista Rey Junior

Julia Hungria Guedes Flemming

Luiggi Virgilli Guimarães

Manuel Ayres Junior

Marcos Eduardo Rosalinski

Max Lira Veras Xavier de Andrade
Natanael Fernandes de Mattos

Nathana Alcântara Lima

Oswaldo Monteiro

Patrícia Pereira da Cruz Oliveira

Paula Medeiros Rodolpho

Pier Carlo Ferraris

Priscila da Silva Souza Aranha

Rafael Carlece Serrato

Raisa Drumond De Abreu Negrão

René Antonio Rohers

Sara Ferreira Boaventura

Sérgio Roberto Leusin Amorim

Thales Cavalcante de Queiroz

Thiago Pimentel Nykiel

Vinicius Augusto Pariz

DESIGN

COORDENAÇÃO:

Mario Henrique Alencar

Coordenador Multimídia - AESCOM/
MINFRA

Projeto Gráfico:

Gabriel Córdova - Agência Comunica

Ilustrador:

Gabriel Córdova - Agência Comunica

Diagramadores:

**Joaquim Olímpio e Gabriel Córdova -
Agência Comunica**

Capista:

Joaquim Olímpio - Agência Comunica

Apresentação

O presente trabalho é resultado da cooperação entre a Secretaria Nacional de Aviação Civil - SAC do Ministério da Infraestrutura e o Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, que atua no desenvolvimento do projeto “Diagnósticos, estudos e pesquisas visando inovação e aperfeiçoamento do Sistema de Aviação Civil brasileiro”, nesse caso no Objeto 2 (Estudos em apoio aos investimentos em aeroportos regionais), em sua Etapa 2 – Apoio à execução e análise de projetos recebidos pela SAC no âmbito de instrumentos de repasse com Estados, Distrito Federal e Municípios.

Esta parceria iniciou-se ainda em 2018, com o apoio do ITA à SAC no acompanhamento e avaliação de projetos visando investimentos na rede de aeroportos regionais brasileiros. Dos trabalhos realizados em conjunto, ficou evidente para SAC a necessidade de estruturação de um documento orientativo para todo ciclo de vida do projeto, diante das lacunas técnicas observadas, principalmente no que diz respeito à gestão, referências técnicas, levantamento de condições locais, orçamentação e planejamento de obras.

Ao desafio, acresceu-se os avanços da utilização da metodologia do Building Information Modeling - BIM no país, com a publicação do Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, que dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM e institui o Comitê Gestor da Estratégia do BIM BR e do Decreto nº 10.306, de 02 de abril de 2020, que estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, no âmbito da Estratégia BIM BR, e realiza o vínculo da SAC às ações de disseminação do BIM no Brasil.

A aplicação deste manual de projetos aeroportuários é etapa fundamental para sua validação e aprimoramento, de forma que encorajamos que eventuais contribuições sejam endereçadas a esta Secretaria, para que ele possa ser continuamente aprimorado em revisões futuras.

Histórico do BIM na SAC

A Secretaria Nacional de Aviação Civil, inicialmente chamada Secretaria da Aviação Civil, foi criada em 2011 e constituía a Presidência da República com “status” de Ministério. Em 2016 a Secretaria foi extinta e passou a fazer parte do antigo Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil atual Ministério da Infraestrutura.

No mesmo ano de criação da Secretaria, foi criado também o Fundo Nacional da Aviação Civil (FNAC) destinado ao “desenvolvimento e no fomento do setor de aviação civil e das infraestruturas aeroportuária e aeronáutica civil”.

Ainda na antiga estrutura organizacional, a Secretaria foi responsável pela contratação de estudos, licenciamento ambiental, ensaios de campo e anteprojetos para centenas de aeródromos em todo país, os quais compõem hoje amplo portfólio de projetos. À época, a diretriz foi de adotar as ferramentas mais modernas do mercado, de forma que os editais de contratação de estudos e projetos já consideraram a elaboração adotando-se a utilização da metodologia BIM. Os usos básicos do BIM focados à época eram: modelagem das condições locais, Levantamento Automatizado de quantitativos de serviços; verificação de compatibilidade entre diferentes especialidades do projeto e planejamento das obras.

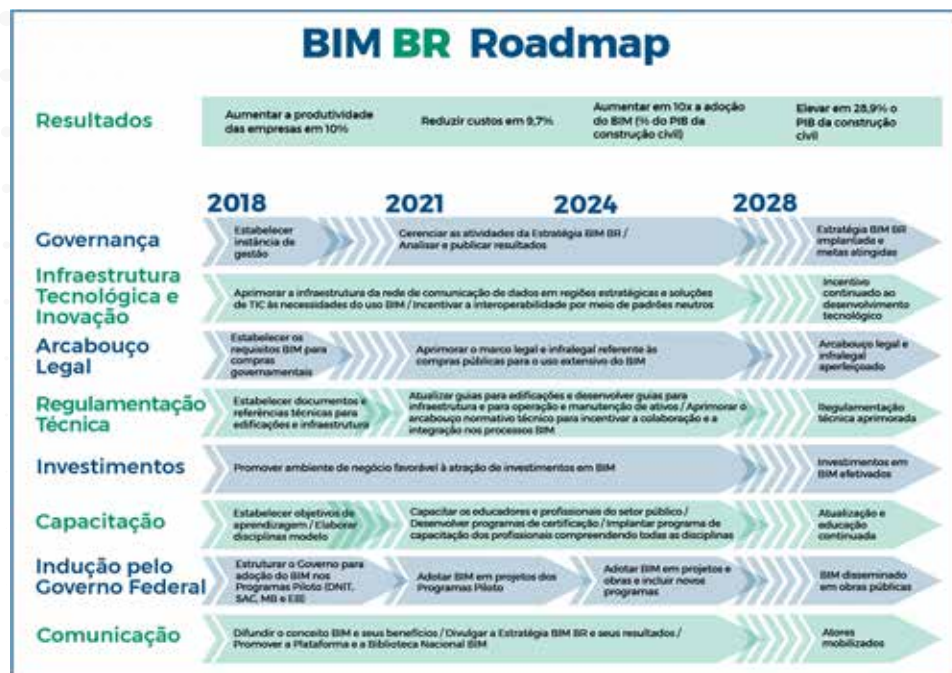
Muitos desses anteprojetos estão atualmente em desenvolvimento e/ou em execução de obras através de parcerias com Estados, Municípios e com outros organismos públicos. A SAC foi um dos órgãos pioneiros na exigência de contratação de projetos em BIM.

Quando foram iniciados os esforços do Governo Federal de implementação estruturada do BIM para realização de investimentos federais, conduzidos inicialmente pelo então Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, houve a participação dos integrantes da SAC como colaboradores para desenvolvimento da política pública, seja pela necessidade de continuidade dos estudos e projetos, mas principalmente por acreditar nos benefícios dessa implementação para a infraestrutura de transportes.

Em 2017, conforme decreto presidencial, foi instituído o Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modeling, e a SAC, por meio de seus representantes, participou ativamente dos grupos Ad Hoc que discutiram os temas como Capacitação, Infraestrutura Tecnológica, Plataforma BIM, Compras Governamentais e Regulamentação e Normalização.

A partir dos estudos desenvolvidos nos grupos Ad Hoc, a SAC participou também da elaboração da Estratégia BIM-BR que de forma resumida resultou no RoadMap a seguir:

Figura 0-1: BIM BR Roadmap. (fonte: Estratégia BIM BR)



Os principais avanços legislativos recentes foram marcados pela edição do Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, o qual constituiu novo Comitê Gestor da Estratégia do BIM, e pelo Decreto nº 10.306, de 02 de abril de 2020; esse último importante por realizar o vínculo do MINFRA, pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC), às ações de disseminação do BIM no Brasil. Conforme estabelecido, os avanços previstos ocorrerão de forma gradual, em fases definidas pelo próprio decreto, cabendo assim às instituições se adequarem, acompanhando os desafios de cada etapa.

Atualmente, parte da equipe da SAC compõe a Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção – ABNT/CEE-134, cujo âmbito de atuação é a normalização referente à modelagem de informação da construção

(Building Information Modeling - BIM), inclusive sistemas de classificação de elementos e componentes da construção.

Todas as ações em andamento são apoiadas hoje pelo Comitê BIM Infraestrutura, sob gestão da Secretaria Executiva do Ministério da Infraestrutura, conforme Portaria nº 1.014, de 06 de maio de 2020, que inclui não somente os “projetos-pilotos”, representados pelo DNIT e SAC, mas todas as secretarias, agências e empresas vinculadas ao ministério. É objetivo do mesmo apoiar as ações necessárias para maior eficiência da implementação do BIM, aproveitando-se das sinergias que existam entre os avanços já realizados por cada setor, centralizando compras e capacitações, assim como consolidando diretrizes, propiciando inclusive alinhamento à Estratégia BIM BR.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - Introdução	9	CAPÍTULO V - Padronização do Acervo	67
1.1. Sobre o Manual	10	5.1. Processo e o Ambiente de Dados Comum	68
1.2. Objetivos	10	5.2. Nomenclatura	68
1.3. Estrutura	10	5.3. Sistema de Classificação de Informações	75
1.4. Orientações gerais	11	5.4. Formatos e Carimbos	81
1.5. Glossário	11	5.5. Grandezas e Precisão de Projeto	82
1.6. Abreviaturas e Siglas	12	5.6. Fontes	82
		5.7. Legendas e Notas	83
CAPÍTULO II - Aeroporto	14	5.8. Detalhes Construtivos	83
2.1. Classificação	15	5.9. Reforma ou Ampliação	83
2.2. Configuração	16	5.10. Materiais e Revestimentos	83
2.3. Componentes	21	5.11. Formatos de Arquivos	84
2.4. Capacidade e Demanda	31	5.12. Referências	85
2.5. Planos	32		
2.6. Referências	33	CAPÍTULO VI - Condições Locais	87
		6.1. Dados Operacionais	88
CAPÍTULO III - Planejamento da Contratação	36	6.2. Geotecnia	90
3.1. Estudo de Viabilidade Técnica e Ambiental	39	6.3. Avaliação de Pavimentos	95
3.2. Referências	41	6.4. Levantamento Cadastral	98
		6.5. Topografia	101
CAPÍTULO IV - Planejamento do Projeto	42	6.6. Sistema de Informação Geográfica	104
4.1. Escopo	43		
4.2. Cronograma de Projeto	44	CAPÍTULO VII - Projeto	105
4.3. Gestão da Informação	48	7.1. Etapas de Desenvolvimento	106
4.4. Controle de Desenvolvimento	56	7.2. Conteúdo por disciplina	108
4.5. Controle de Qualidade	56	7.3. Geometria	110
4.6. Referências	66	7.4. Arquitetura	115

SUMÁRIO

7.5. Urbanismo	128	8.2. Gestão de Riscos	339
7.6. Estruturas	137	8.3. Gestão de Custos	342
7.7. Fundações	163	CAPÍTULO IX - Comissionamento e Descomissionamento	347
7.8. Terraplenagem	170	9.1. Introdução	348
7.9. Pavimentação	177	9.2. Planos de Comissionamento e Descomissionamento	350
7.10. Instalações Elétricas	184	9.3. Relatório de Requisitos do Cliente	350
7.11. Instalações Eletrônicas	206	9.4. Relatório de Critérios de Projeto	351
7.12. Instalações Mecânicas	254	9.5. As Built	351
7.13. Instalações Hidrossanitárias	260	9.6. Manual dos Sistemas	352
7.14. Prevenção e Combate a Incêndio	282	9.7. Referências	353
7.15. Drenagem	294	CAPÍTULO X - Engenharia Consultiva	354
7.16. Sinalização Horizontal	301	10.1. Introdução	355
7.17. Auxílios à Navegação Aérea	307	10.2. Orçamento de Consultoria	355
7.18. Ambiental	316	10.3. Referências	356
7.19. Serviços Complementares	325	ÍNDICE DE AUTORES	357
7.20. Cercas	326	APÊNDICE A: Matriz de Entregáveis	358
7.21. Canteiro de Obras	330	APÊNDICE B: Conjuntos de Propriedades - PSets	375
CAPÍTULO VIII - Planejamento da Obra	336		
8.1. Gestão do Cronograma	337		

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1. Introdução

1.1. Sobre o Manual

O **Manual de Projetos Aeroportuários** foi elaborado em conjunto, pela SAC e pelo ITA, e deverá ser considerado como referencial para agentes das Administrações Públicas diretas, autárquicas e fundacionais da União, dos Estados, do Distrito Federal e Municípios, responsáveis pelo planejamento e contratação de estudos e projetos aeroportuários que demandem investimentos públicos federais oriundos do FNAC (Fundo Nacional da Aviação Civil), assim como orientação para projetistas, analistas e revisores no desenvolvimento, análise, revisão e aceitação de projetos de engenharia e arquitetura, no tocante à construção, reforma ou ampliação de edificações e/ou elementos de infraestrutura dos aeroportos, com participação direta ou indireta da Secretaria de Aviação Civil – SAC, do Ministério da Infraestrutura.

A demanda por sua elaboração nasceu da constatação de que os projetos de engenharia e arquitetura, atinentes às edificações e elementos de infraestrutura aeroportuária, são contratados e elaborados, geralmente, por diferentes profissionais e equipes multidisciplinares. É assim fundamental que a Administração Pública defina padrões de qualidade e de aceitação, bem como diretrizes para o fluxo produtivo de projetos, visando à eficiência dos processos de elaboração, análises e revisões.

Nesse diapasão, importa destacar que o presente Manual considera que todos os projetos deverão atender aos requisitos estabelecidos pela SAC, inclusive considerando a premissa de que o processo de implementação do *Building Information Modeling* - BIM se dará de forma gradativa, com mudança cultural e de processos, devendo assim sempre considerar, independente da adoção da metodologia BIM, os seguintes aspectos: trabalho colaborativo, integração e compatibilização de disciplinas, planejamento de obra, vinculação e acurácia nos orçamentos. Como resultado, a melhoria contínua da qualidade dos projetos contratados para a materialização de obras públicas.

1.2. Objetivos

Este Manual consolida a experiência nos últimos anos no acompanhamento, orientação e análise de estudos e projetos, buscando atentar para questões muitas vezes negligenciadas.

O planejamento de obras em aeroportos é complexo, seja pelo necessário atendimento aos normativos internacionais, nacionais e específicos de cada localidade; seja pelos requisitos de segurança visando a operacionalidade do aeroporto; seja pela diversidade de partes interessadas; dentre tantas outras questões.

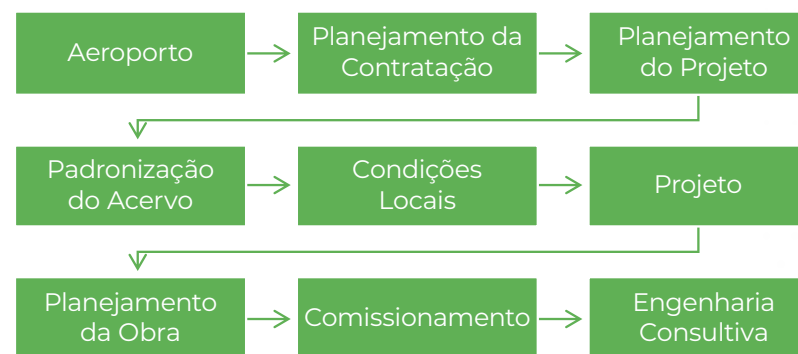
Nesse sentido, os principais objetivos deste Manual são:

- Orientar os **projetistas** quanto a boas práticas para o desenvolvimento de projetos de engenharia e arquitetura, principalmente quanto a gestão da sua elaboração, o estabelecimento de requisitos para o levantamento de condições locais, o detalhamento físico e financeiro do planejamento das obras e as referências adequadas;
- Orientar os **fiscais, analistas e revisores** quanto ao eficiente acompanhamento, análise, verificação e aceitação de projetos de engenharia e arquitetura.

Institucionalmente, o Ministério da Infraestrutura busca, com este Manual, receber projetos com nível adequado de qualidade e planejamento das obras, reduzindo longos trâmites de retrabalho e/ou revisão, afastando-se a possibilidade de eventos fortuitos quando da execução das obras, tais como paralisações ou aditamentos contratuais.

1.3. Estrutura

Este Manual está organizado de acordo com as boas práticas de modelagem BIM e de Gerenciamento de Projeto, adotando a seguinte estrutura, em linhas gerais:



Capítulo II - Aeroporto: descrição geral dos aspectos que permeiam o empreendimento de aeroportos;

Capítulo III - Planejamento da Contratação: descrição geral sobre Estu-

do Técnico Preliminar – ETP e orientações para elaboração do Estudo de Viabilidade Técnica e Ambiental;

Capítulo IV - Planejamento do Projeto: Definições sobre escopo, cronograma para projetos tradicionais e BIM. Contemplando ainda, proposta de Plano de Execução BIM (PEB) para utilização em que adotem metodologia BIM;

Capítulo V - Padronização do Acervo: descrição e instrução para criação do ambiente comum de dados para cada projeto;

Capítulo VI - Condições Locais: dados e informações a serem levantados de condicionantes locais a serem considerados para o desenvolvimento do empreendimento aeroportuário;

Capítulo VII - Projeto: descrição das etapas de projeto a serem desenvolvidos para os empreendimentos, critérios de execução e condicionantes para as disciplinas de projeto de infraestrutura de edificações e urbanismo, com apresentação de requisitos de informação para modelos BIM;

Capítulo VIII - Planejamento da Obra: apresentação dos critérios para execução de planejamento e orçamentação para contratação de obras públicas;

Capítulo IX - Comissionamento e Descomissionamento: critérios e requisitos de comissionamento e descomissionamento que deverão fazer parte dos projetos desde a sua concepção e instruções para atualização das informações nas diversas fases do empreendimento; e

Capítulo X - Engenharia Consultiva: definição do serviço de engenharia consultiva e orientações para elaboração de orçamento de consultoria de serviços de engenharia.

A análise particular das disciplinas de projeto deverá ser executada conforme itens específicos de cada projeto e, nesse sentido, o presente Manual contém um conjunto detalhado de recomendações de melhores práticas e procedimentos gerais que se aplicam aos processos de elaboração, revisão e análise dos projetos afins.

Em tempo, cumpre esclarecer que este Manual não possui pretensão de representar uma palavra final, mas consiste em referência para balizar os trabalhos técnicos de elaboração e análise, conforme resta comprovado ao longo de seu conteúdo, criteriosamente segmentado. Pelo contrário, a Secretaria reconhece que o tema é complexo, contempla extensa bibliografia e, ainda, contexto particularmente dinâmico, por envolver aspectos que têm sofrido constante evolução, sobretudo no que diz respeito à legislação de obras públicas e à tecnologia BIM.

1.4. Orientações gerais

Todas as atividades necessárias à produção dos entregáveis previstos neste manual demandam a identificação na documentação dos profissionais envolvidos e também o devido registro junto aos respectivos conselhos profissionais, com emissão de Registro de Responsabilidade Técnica – RRT, junto ao Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU), e de Anotação de Responsabilidade Técnica – ART emitida pelo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA). No caso de profissionais de nível superior que participam da elaboração de estudos ambientais, é necessária a comprovação de sua inscrição no Cadastro Técnico Federal do IBAMA.

Essas orientações deverão ser atendidas mesmo no caso de entregas parciais, devendo ser apresentados assinados os registros e anotações, juntamente com comprovante de pagamento das taxas.

A equipe de fiscalização, responsável pela aprovação dos entregáveis, deve também providenciar registro da atividade em RRT ou ART, a ser juntada à documentação do projeto, complementada por parecer técnico identificando a versão analisada, metodologia adotada para avaliação e declaração da aprovação.

Importante alertar, complementarmente, da necessidade de assinatura de todos os documentos, fisicamente ou eletronicamente, ao menos das versões finais aprovadas pela fiscalização do respectivo contrato. Tal questão demandará previsão contratual e/ou alinhamento entre a empresa projetista contratada e a fiscalização, atendendo a legislação vigente.

1.5. Glossário

AEROPORTO: Todo aeródromo público dotado de instalações e facilidades para dar apoio às aeronaves e ao embarque e desembarque de pessoas e cargas.

AERÓDROMO: Toda a área destinada ao pouso, decolagem e movimentação de aeronaves.

ÁREA DE MOVIMENTO: Parte do aeródromo destinada ao pouso, decolagem e taxiamento de aeronaves, incluindo os pátios.

ÁREA DE MANOBRAS: Parte do aeródromo destinada ao pouso, decolagem e taxiamento, excluídos os pátios.

ÁREA DE SEGURANÇA DE FIM DE PISTA (*Runway End Safety Area - RESA*): Área simétrica ao longo do prolongamento do eixo da pista de pouso e decola-

gem e adjacente ao fim da faixa de pista, utilizada primordialmente para reduzir o risco de danos a aeronaves que realizem o toque antes de alcançar a cabeceira (*undershoot*) ou que ultrapassem acidentalmente o fim da pista de pouso e decolagem (*overrun*).

ÁREA OPERACIONAL: É o conjunto formado pela área de movimento de um aeródromo e pelos terrenos e edificações adjacentes, ou parte delas, cujo acesso é controlado. Também denominada “lado ar”.

AUXÍLIOS VISUAIS: Dispositivos destinados a auxiliar a navegação aérea, tais como indicadores e dispositivos de sinalização horizontal e vertical, luzes e balizas.

CERTIFICAÇÃO OPERACIONAL: Segundo o RBAC 139, consiste no processo que atesta a capacidade do operador de aeródromo para executar os procedimentos constantes no respectivo Manual de Operações, visando à garantia da segurança das operações aeroportuárias.

CONVÊNIO DE DELEGAÇÃO: Instrumento legal por meio do qual a União pode delegar aos municípios, estados da Federação e ao Distrito Federal a administração e exploração de rodovias e portos federais.

FAIXA DE PISTA: Área definida no aeroporto, que inclui a pista de pouso e as áreas de parada, se houver, destinada a proteger a aeronave durante as operações de pouso e decolagem e a reduzir o risco de danos à aeronave, em caso desta sair dos limites da pista.

FAIXA DE PISTA DE TÁXI: Área destinada a proteger uma aeronave durante o taxiamento ou rolamento e a reduzir o risco de danos à aeronave, em caso desta sair dos limites da pista de táxi ou de rolamento.

HOT SPOTS: localizações na área de movimento do aeródromo que possuam risco histórico ou potencial de colisão ou incursão em pista e onde os pilotos e condutores de veículos necessitam de maior atenção.

PÁTIO DE AERONAVES: Área destinada a facilitar a chegada, movimentação, estacionamento, manutenção, carregamento, embarque, desembarque e saídas de aeronaves.

SÍTIO AEROPORTUÁRIO: Toda a área patrimonial do aeroporto.

TERMINAL DE PASSAGEIROS (TPS): Área parte do aeroporto fora da área de pouso de aeronaves e importante interface entre os transportes terrestre e aéreo. Área de conforto e de atividades de triagem, espera e preparação de embarque e desembarque. Também de atividades complementares, como segurança, comércio, serviços, instalações financeiras e outros.

TERMINAL DE CARGAS AÉREAS (TECA): Conjunto de áreas cobertas e descobertas do aeroporto, especialmente delimitadas para recebimento, movimentação, armazenamento, guarda, controle e entrega de carga transportada ou a transportar.

1.6. Abreviaturas e Siglas

1.6.1. Gerais

ABNT NBR: Normas Brasileiras emitidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANAC: Agência Nacional de Aviação Civil

ANM-DNPM: Agência Nacional de Mineração – Departamento Nacional de Produção Mineral

ARP (Aerodrome Reference Point): Ponto de Referência do Aeródromo

ART: Anotação de Responsabilidade Técnica do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

CAU: Conselho de Arquitetura e Urbanismo

CONFEA: Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

CREA: Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

DATUM SIRGAS 2000: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

DECEA: Departamento de Controle do Espaço Aéreo

DIRINFRA: Diretoria de Infraestrutura da Aeronáutica

DNIT: Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre

FAA: Federal Aviation Administration

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICA: Instituto de Cartografia da Aeronáutica

ICAO: International Civil Aviation Organization

PBZPA: Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo

PBZPANA: Plano Básico de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea

PPD: Pista de Pouso e Decolagem
PPT: Sistema de Pistas e Pátios de Aeronaves
RBAC: Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RRT: Anotação de Responsabilidade Técnica do Conselho de Arquitetura e Urbanismo
SAC: Secretaria de Aviação Civil
SWOT: Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats
TPS: Terminal de Passageiros
TWY: Pista de Táxi
TWR: Torre de Controle
UTM: Universal Transversa de Mercator

1.6.2. BIM

BEP: Plano de Execução BIM (*BIM Execution Plan*). Também é adotado o termo PEB neste manual.
BCF: Formato de Colaboração BIM (*BIM Collaboration Format*).
BIM: Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling*).
CAD: Projeto assistido por computador (*Computer Aided Design*).
CDE: Ambiente de Dados Comum (*Common Data Environment*).
COBie: *Construction Operations Building Information Exchange* - Formato de dados não proprietário para a publicação de um subconjunto de informações de

construção (BIM) com foco na entrega de dados sobre o ativos, distintos de informações geométricas.

EIR: Requisitos de Troca de Informação (*Exchange Information Requirement*).

IFC: *Industry Foundation Classes* - Formato não-proprietário de arquivo.

LandXML: Formato de arquivo texto open-source (código livre) contendo dados em formato vetorial usado para a interoperabilidade de informações de superfície, alinhamento, parcelas, rede de drenagem entre outras para outras plataformas de infraestrutura.

LOD: Nível de Definição (*Level of Definition*).

LOd: Nível de Detalhe (*Level of Detail*).

Loi: Nível de Informação (*Level Of Information*).

MIDP: Plano de Entrega da Informação (*Master Information Delivery Plan*) - Plano incorporando todos os cronogramas de entrega de tarefas (TIDP) relevantes.

ND: Nível de Definição

PMBOK: *Project Management Body of Knowledge*

PMI: *Project Management Institute*

RACI: Matriz de responsabilidades, corresponde à sigla para Responsável, Aprovador, Consultado e Informado (*Responsible, Accountable, Consulted e Informed*).

RCQ: Relatório de Controle de Qualidade

TIDP: Plano de entrega de tarefas (*Task Information Delivery Plan*) - Programação dos contêineres de informação, com datas de entrega, para uma equipe de tarefas específica.

WIP: Trabalho em Andamento (*Work in Progress*).



CAPÍTULO II

AEROPORTO

2. Aeroporto

De acordo com o Código Brasileiro de Aeronáutica – CBA, aeródromo é entendido como toda a área destinada a pouso, decolagem e movimentação de aeronaves. O aeroporto distingue-se do aeródromo por oferecer apoio e segurança às operações das aeronaves, ao movimento de embarque e ao desembarque dos passageiros, bem como ao despacho e movimentação de correio ou de carga aérea.

O projeto de um aeroporto requer estudos e análises muito específicos, que envolvem diversas áreas de conhecimento, tais como a segurança de voo, o controle do tráfego aéreo, a meteorologia, a geografia e o meio ambiente, o ruído, a performance das aeronaves, além das características particulares da engenharia e arquitetura de infraestrutura aeroportuária.

Para um aeroporto ser construído e operado é preciso atender a diversas exigências de normas e regulamentos da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), assim como do Departamento do Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (DECEA) e de Órgãos Internacionais como a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI ou ICAO).

As aeronaves desempenham um fator de grande importância no planejamento dos aeroportos. O estudo da capacidade e demanda de passageiros e cargas e quais tipos de aeronaves irão atender ao aeroporto deve ser criterioso e bem avaliado, com base em dados estatísticos que são disponibilizados pela ANAC ou pelo próprio planejamento do setor, apresentado pelo Ministério da Infraestrutura, em seu Plano Aeroviário Nacional, desenvolvido pela Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC). É a partir da avaliação dessas referências é que se torna possível a definição das aeronaves de projeto, considerando-se as condições locais.

Existe uma grande variedade de aeronaves em operação atualmente, sendo que o conhecimento das dimensões, desempenho e demais características das aeronaves de projeto são imprescindíveis para o dimensionamento das instalações aeroportuárias.

A título de exemplos, o aeroporto é classificado em função do tamanho e performance das aeronaves; é em função da envergadura das aeronaves que se projeta o tamanho de um pátio de aeronaves; é em função do peso das mesmas que se dimensiona o pavimento; e, a partir do número de passageiros transportados, que se calcula o tamanho das instalações aeroportuárias.

A atividade do transporte aéreo pode ser prejudicada quando não existir uma compatibilidade entre as instalações ou sistemas de pistas de um aeroporto com a aeronave que se deseja operar. Além de não atender de forma eficiente

ao serviço do transporte aéreo, pode haver diminuição dos níveis de segurança das operações das aeronaves com consequente aumento do risco de acidentes.

O conhecimento das características das aeronaves que irão operar é fundamental para permitir projetar toda a infraestrutura aeroportuária. As informações necessárias podem ser obtidas nos Manuais das Aeronaves de Planejamento de Aeroportos, disponível na internet para consulta livre nos sites dos fabricantes das aeronaves.

A infraestrutura do aeroporto também pode influenciar as operações das aeronaves. As condições atmosféricas, a geometria da pista, ventos e obstáculos são fatores a serem analisados durante a escolha de sítio para a implantação de um novo aeroporto, e mesmo para o projeto de melhorias ou ampliações de aeroportos existentes.

Pretende-se, então, neste capítulo, apresentar as configurações e os conceitos básicos referentes aos componentes de um aeroporto.

2.1. Classificação

O propósito de classificar aeródromos é oferecer um método simples para inter-relacionar as diversas características físicas dos aeródromos com as aeronaves que irão operar no aeródromo. A classificação dos aeródromos serve para balizar tanto o Projeto de um aeroporto quanto o Plano Básico de Zona de Proteção. A classificação também tem como objetivo garantir a compatibilidade entre a infraestrutura do aeroporto e a aeronave a ser servida.

O método para classificação dos aeródromos não foi desenvolvido para ser utilizado na determinação do comprimento da pista de decolagem ou dos requisitos de resistência do pavimento.

Para a classificação é importante que sejam conhecidos os dados referentes à altitude, temperatura de referência, gradiente de declividade da pista de pouso e decolagem e das aeronaves que se pretendem ou operam no aeroporto.

O código de referência de um aeródromo é composto por dois elementos. Os elementos são relacionados às características de desempenho e dimensões das aeronaves para as quais uma determinada facilidade do aeródromo está sendo desenvolvida. O Elemento 1 é um número baseado no maior comprimento básico de pista e o elemento 2 é uma letra baseada na maior envergadura da asa das aeronaves do mix.

O RBAC 154 apresenta a tabela para Classificação contendo os parâmetros referentes à definição do código de referência do aeroporto com base na aeronave a ser servida.

2.2. Configuração

Basicamente um aeroporto requer, no mínimo, uma pista de pouso e decolagem, uma pista de táxi e um pátio de aeronaves e um terminal para processar passageiros e bagagens. A partir dessa infraestrutura aeroportuária básica, elementos vão se integrando de forma organizada, tornando-se aeroportos mais complexos e mais completos. Esse crescimento da infraestrutura aeroportuária está ligado diretamente à demanda por utilização de transporte aéreo, seja por passageiros ou por carga.

Todo aeroporto possui duas áreas bem distintas, classificadas em relação ao controle de acesso de pessoas, equipamentos, veículos e materiais. A primeira área, conhecida como lado terra, é a área pública do aeroporto, onde não existem controles de acesso. A segunda área, conhecida como lado ar, é a área de movimento operacional de um aeródromo e dos edifícios e terrenos adjacentes, ou partes deles, cujo acesso é controlado.

Além do controle de acesso, necessário para evitar atos ilícitos, a movimentação de passageiros, carga, bagagem, veículos e aeronaves no lado ar deve ser controlada de forma sinérgica, com atuação da torre de controle do aeroporto, das equipes de solo das companhias aéreas e do próprio aeroporto.

Dessa forma, todos os projetos de obras a serem realizadas, principalmente no lado ar de um aeroporto, precisam considerar em seus planejamentos as restrições de movimentação e controles de acesso de pessoas, insumos e equipamentos, assim como requisitos de segurança operacionais do aeroporto, dentre eles, a realização de treinamento dos funcionários que irão trabalhar e a organização documental necessárias para a liberação do acesso às áreas controladas.

Diversos são os elementos que configuram um aeroporto. Para ilustrar, abaixo são listadas as principais infraestruturas e instalações que podem fazer parte de um aeroporto.

- a) Pista de pouso e decolagem
- b) Pistas de táxi, pistas de rolamento ou taxiway
- c) Saídas rápidas de pista
- d) Pátios de estacionamento de aeronaves

- e) Terminais de Passageiros (TPS)
- f) Terminais de Cargas (TECA)
- g) Seção Contra Incêndio (SCI)
- h) Áreas de Segurança de Fim de Pista - RESA
- i) Blast pad
- j) Estacionamento de veículos
- k) Torre de controle
- l) Vias de acesso viário ao aeroporto
- m) Vias de acesso e de serviço
- n) Vias de vigilância ou segurança operacional
- o) Hangares
- p) Parque de Abastecimento de Aeronaves (PAA)
- q) Áreas de parada ou stopway
- r) Faixa de pista
- s) Áreas de giro
- t) Instrumentos de auxílios à navegação aérea
- u) Cercas operacionais e patrimoniais
- v) Estações Prestadoras de Serviços de Telecomunicações e de Tráfego Aéreo (EPTA)
- w) Central de resíduos sólidos
- x) Cisternas
- y) Subestação de força
- z) Central de refrigeração

A Figura 2-1 a seguir, ilustra os principais elementos tendo como exemplo a imagem do aeroporto Internacional de Guarulhos - SBGR.

É importante identificar no planejamento aeroportuário vetores de crescimento do aeroporto desde a sua implantação, tendo em vista ser uma infraestrutura que irá se adaptar constantemente às demandas da operação.

E, nesse sentido, os afastamentos e linhas de construção já devem ser previstos desde a fase inicial de implantação, a fim de evitar problemas e restrições nas ampliações futuras do aeroporto.

O planejamento de desenvolvimento de um sítio aeroportuário e seu dimensionamento depende de uma visão de futuro descrito na Metodologia de escolha de Sítios Aeroportuários Regionais – MESA que apresenta como traçar o Polígono Preliminar do Sítio de interesse (PPSit).

A tipologia apresentada na Figura 2-2, retirada do Plano Aeroviário do Mato Grosso de 2004, desenvolvido pelo Instituto de Aviação Civil, ilustra um exemplo de planejamento para implantação e desenvolvimento de um aeroporto.

Nele, é possível identificar as linhas de edificações, que definem o afastamento mínimo entre o eixo da pista e as edificações das áreas terminal do aeroporto previstas até o último horizonte de planejamento, assim como o afastamento do pátio em relação à PPD, já prevendo o aumento do código de referência e tipo de regras de voo para a aproximação das aeronaves.



Figura 2-1: Componentes do Aeroporto de Guarulhos - SP (fonte: Google Earth)

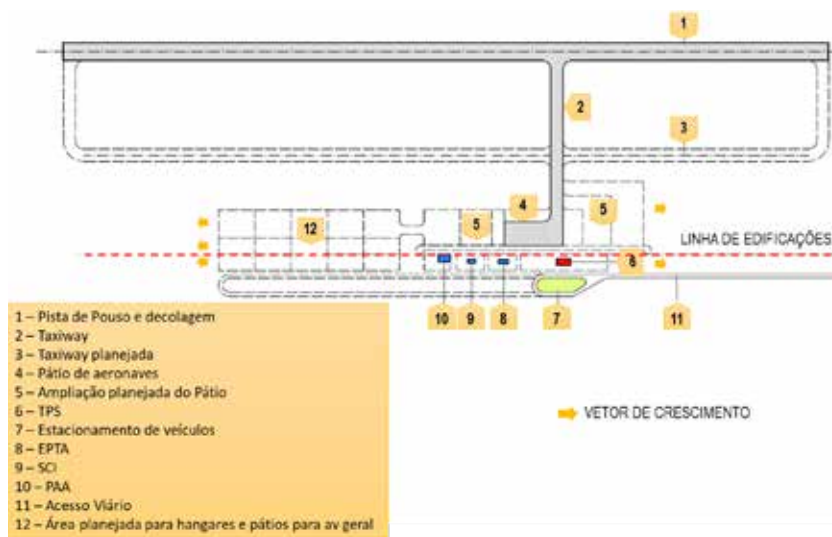


Figura 2-2: Tipologia típica para implantação e desenvolvimento de aeroportos (fonte: Plano Aeroviário do MT - PAMAT 2004)

2.2.1. Pistas de Pouso e Decolagem

As pistas de pouso podem ser dispostas de várias configurações dentro de um aeroporto de forma a aumentar a capacidade de movimentação de aeronaves e, consequentemente, atender ao movimento crescente de passageiros e carga.

A disposição de pistas dentro de um aeroporto também está relacionada a fatores climáticos e geográficos, por conta da frequência e velocidade dos ventos, presença de obstáculos naturais, topografia, drenagem etc.

O RBAC 154 apresenta um material de orientação complementar detalhando estes fatores que afetam a configuração de pistas de pouso e decolagem, em especial, sobre as limitações de operação de pouso em função das condições de vento de través.

Pistas simples

Aeroporos podem ter apenas uma pista de pouso e decolagem e são conhecidos como pista simples. Mesmo havendo apenas uma pista de pouso e decolagem, é importante ter o conhecimento de que as operações, a princípio, poderão ocorrer em duas orientações, isto é, as operações de pouso e decolagem podem ocorrer nos dois sentidos da pista.

Esse tipo de configuração de pista é encontrado na maioria dos aeroportos brasileiros de pequeno e médio e até alguns de grande porte. A capacidade dessa configuração é cerca de 20 a 45 operações horárias em condições de voo por instrumento (IFR), a depender da configuração das pistas de taxi e existência de saídas rápidas. O aeroporto de Palmas, no Tocantins, é um exemplo de aeroporto com pista de pouso e decolagem simples.



Figura 2-3: Aeroporto de Palmas (fonte: Google Earth)

Aeroporos com mais de uma pista de pouso e decolagem podem formar vários outros tipos de configurações. Não necessariamente as pistas precisam possuir o mesmo código de referência. É comum, por exemplo, em alguns aeroportos existir uma pista dedicada para operações de aeronaves de maior porte da aviação regular e outra pista para operações de aeronaves da aviação geral.

Pistas Paralelas

A configuração de pistas paralelas pode melhorar a capacidade do aeroporto dependendo da distância de separação entre os seus eixos e os afastamentos longitudinais entre as cabeceiras.

Dependendo do afastamento entre os eixos das pistas, o tipo de operação pode ser independente, ou seja, pode haver pousos e decolagens simultâneas, ou dependentes, quando a operação em uma das pistas depende da operação da outra.

Orientações sobre a definição das distâncias mínimas para operações independentes ou segregadas estão publicadas no RBAC 154 e devem ser verificadas junto ao órgão de controle do espaço aéreo.

Essa configuração de pistas é comum nos aeroportos brasileiros e podem ser citados os aeroportos de Guarulhos e Congonhas em São Paulo, aeroporto de Brasília, e aeroporto Santos Dumont no Rio de Janeiro. A capacidade pode variar de 50 a 80 operações horárias em condições IFR conforme os procedimentos adotados para pouso e decolagem.



Figura 2-4: Aeroporto de Brasília (fonte: Google Earth)

Pistas cruzadas

Essa configuração é necessária quando a frequência de ventos predominantes ocorre em mais de uma direção. Sob o ponto de vista da capacidade, ela é maior à medida que a interseção se aproximar das cabeceiras onde se iniciam os pousos e decolagens e menor à medida que se aproxima do meio das pistas. A capacidade pode variar de 40 a 75 operações por hora em condições IFR, conforme localização da interseção.

Essa configuração de pistas também ocorre nos aeroportos brasileiros e podem ser citados os aeroportos de Curitiba, Belém, Florianópolis e São Luís.



Figura 2-5: Aeroporto de Curitiba (fonte: Google Earth)

Pistas divergentes (em forma de V ou ortogonais)

Essa configuração é outra opção quando a frequência e velocidade dos ventos predominantes ocorrem em mais de uma direção. Em condições de vento calmo ou favoráveis, é possível ter operações segregadas, com uma pista dedicada para as decolagens e outra para os pousos.

Sob o ponto de vista da capacidade, ela é maior quando os pousos e decolagens ocorrem nas cabeceiras mais próximas e menor quando ocorrem nas mais afastadas. A capacidade pode variar de 50 a 80 operações horárias em condições IFR conforme os procedimentos adotados para pouso e decolagem. O aeroporto do Galeão Antônio Carlos Jobim no Rio de Janeiro é um exemplo de aeroporto com pistas divergentes.



Figura 2-6: Aeroporto do Galeão – Rio de Janeiro (fonte: Google Earth)

2.2.2. Terminais

A configuração dos terminais está relacionada diretamente ao tipo de operação pretendido no pátio de aeronaves. A geometria do pátio é escolhida em função da disponibilidade da área patrimonial do aeroporto, do tipo de manobra de saída da aeronave, do tipo de aeronave a ser servida e do número de aeronaves. As aeronaves podem estacionar em frente ao terminal de passageiros de três maneiras, a saber:

- a) sistema frontal ou linear;
- b) sistema de “fingers”; e
- c) sistema de satélites.

Além disso, as aeronaves também podem estacionar e sair da posição de estacionamento por meios próprios, sem a necessidade de utilização de reboque, conhecido como manobra PI-PO (power in - power out); ou podem sair da posição com auxílio de reboque, denominada operação de push-back. No caso de o aeroporto utilizar as manobras PI-PO, as áreas de pátio para uma posição

de estacionamento devem garantir o giro da aeronave de forma segura. Essa opção requer uma área de pátio maior que a opção pela manobra de push-back, entretanto, é importante saber se existem veículos de reboque disponíveis no aeroporto.

Terminal Linear

No sistema frontal ou linear, as aeronaves estacionam num alinhamento em frente à estação de passageiros, conforme a figura a seguir. É um sistema simples, mas limitado à extensão do terminal. Em função disto, atende a uma quantidade limitada de aeronaves simultaneamente. É o caso do aeroporto Santos Dumont, no Rio de Janeiro, e Congonhas, em São Paulo, por exemplo.

Por ser uma construção menos complexa, a configuração de terminal linear, projetada de forma a permitir uma expansão modular, é a mais utilizada em aeroportos de pequeno porte. Deve-se considerar áreas livres em seu entorno para que as futuras ampliações possam ser realizadas.



Figura 2-7: Aeroporto de Congonhas – São Paulo (fonte: Google Earth)

Terminal em Píer ou Finger

No sistema “finger” as aeronaves estacionam num alinhamento em frente a extensões existentes na estação de passageiros por sobre os pátios, conforme a figura a seguir. Podem ter a forma de T, I ou Y. As vantagens desse sistema são: recursos centralizados, facilidade no gerenciamento do passageiro, uso eficiente do solo e proporciona um maior número de estacionamento de aeronaves junto ao terminal que no sistema linear. A desvantagem são as longas distâncias a percorrer, capacidade de expansão limitada, espaço reduzido para manobra das aeronaves. O aeroporto de Guarulhos (SP) é um exemplo dessa configuração.



Figura 2-8: Aeroporto de Guarulhos – São Paulo (fonte: Google Earth)

Terminal Satélite

No sistema tipo satélite as aeronaves estacionam no entorno de edificações situadas no meio dos pátios e interligadas à estação de passageiros por meio de túneis ou corredores, conforme a figura a seguir. As vantagens desse sistema só ocorrem quando as interligações são feitas por meio de túneis subterrâneos, pois as aeronaves podem estacionar em toda a extensão do satélite.



Figura 2-9: Aeroporto de Paris Charles de Gaulle – França (fonte: Google Earth)

2.3. Componentes

2.3.1. Área Patrimonial e Operacional

A área patrimonial é definida pela ANAC como a área indicada no convênio de delegação celebrado com o Ministério da Infraestrutura. Coincide com a área abrangida pelo complexo aeroportuário, que é caracterizado pelo sítio aeroportuário, descrito no instrumento de outorga de cada aeródromo, normalmente incluindo faixas de pistas, áreas de segurança, edificações e terrenos, bem como áreas ocupadas com instalações operacionais, administrativas e comerciais relacionadas ao aeródromo, assim como são comuns áreas para futuras ampliações.

A área patrimonial de um aeroporto deve conter, pelo menos:

- as áreas destinadas para o lado Ar e lado Terra, incluindo os terminais, sistemas de pistas;
- incorporação das áreas da Faixa de Pista em sua totalidade (faixa preparada e faixa de pista);
- incorporação das áreas de segurança de fim de pista (RESA) em sua totalidade.
- E, preferencialmente, também considerar:
- incorporação das áreas de projeção das superfícies referentes ao

Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos (PBZPA): Áreas de Aproximação, de Decolagem e de Transição até o ponto em que estas limitem o gabarito mínimo de pelo menos a altura da barreira patrimonial, para que não configure obstáculo no PBZPA;

- incorporação da área, delimitada pela curva de nível de ruído de 75 dB do Plano Básico de Zoneamento de Ruído.

Adicionalmente, ações públicas para restrição do uso do solo poderão ser tomadas para garantir atendimento às limitações de ocupações no entorno do aeródromo, visando ao atendimento das alturas máximas de construções (preservando de obstáculos) e usos apropriados dessas áreas (questões de ruído aeronáutico).

Além disso, incorporações futuras de áreas podem ser planejadas por decretos de utilidade pública, necessárias para:

- ampliação do comprimento da pista de pouso e decolagem previsto para o último horizonte de planejamento, considerando as áreas de segurança de fim de pista (RESA);
- desenvolvimento e ampliação das pistas de táxi e dos pátios de aeronaves e respectivas áreas de segurança, bem como das demais instalações e edificações.

Toda área do aeroporto deve ser cercada ou murada para garantir a segurança patrimonial do aeroporto. Além da área patrimonial, o aeroporto também possui uma área chamada operacional, que está contida dentro da área patrimonial. A área operacional é uma área restrita, dentro dos limites do aeródromo, constituída pela área de manobras, de embarque e desembarque de passageiros e de carga, dos pátios, da torre de controle, das unidades de controle do espaço aéreo, de demais edificações operacionais e da faixa de pista. Em alguns trechos os limites da área operacional podem coincidir com os limites da área patrimonial.

O projetista deve avaliar a necessidade e projetar barreiras de segurança nos limites da área operacional compostas por alambrado metálico ou muro de alvenaria, a depender das questões de ocupação e de fauna do entorno do aeródromo, com arame farpado ou concertina na parte superior, com altura total mínima de 2,40 m e base fortemente fixada ao chão, conforme previsto no RBAC 107 - Segurança da aviação civil contra atos de interferência ilícita – Operador de aeródromo. O projeto poderá utilizar um dos padrões de cerca especificado pela INFRAERO, conforme MANUAL DE PROCEDIMENTOS MP 12.14/SEA.

Adicionalmente, além das barreiras físicas, é possível implantar monitoramento eletrônico para aumentar o controle e a segurança das áreas operacionais do sítio aeroportuário.

O Planejamento dos pontos de acesso deverá garantir a operação, controle e o acesso de pessoas, veículos e equipamentos em função do zoneamento das áreas públicas, áreas controladas e áreas restritas de segurança. Estas condições deverão ser estabelecidas nos estudos em conjunto com as diretrizes dos operadores próprias de cada empreendimento, propiciando as condições materiais como portarias, equipamentos de vigilância, equipamentos de controle de acesso e outros também em conformidade com o previsto no RBAC 107 - Segurança da aviação civil contra atos de interferência ilícita – Operador de aeródromo.

Conforme esse regulamento, as barreiras de segurança devem conter placas com avisos de alerta ao longo de todo o perímetro, afastadas em pelo menos 300 m, com os seguintes dizeres: “Proibido acesso não autorizado à área aeroportuária”; “Área de risco à integridade física”; e “O acesso não autorizado está sujeito a aplicação de sanções legais”.

2.3.2. Pista de Pouso e Decolagem

A análise e o dimensionamento de uma pista de pouso e decolagem requerem do projetista especial atenção em diversos parâmetros. Todos os requisitos para uma boa análise estão descritos no RBAC 154 e, complementarmente, poderá ser útil a consulta ao Manual de Projetos de Aeroportos da ICAO, documento 9157, volume 1, Pistas de Pouso e Decolagem.

A PPD precisa ser avaliada em termos dos seguintes componentes: Orientação; Comprimento; Código de referência; Distâncias declaradas; Largura; Acostamentos; Declividades longitudinais; Declividades transversais; Afastamentos; Pavimentos (irregularidade, resistência, atrito, PCN); Drenagem; Áreas de segurança (faixa de pista, faixa preparada, RESA); Sinalização horizontal, luminosa e vertical; e Presença de obstáculos.

Para todos os elementos, existe um critério ou requisito a ser respeitado dentro da regulamentação da ANAC. Quando qualquer um dos critérios não estiver em conformidade com o RBAC, é possível que o aeroporto não consiga ser certificado para operação.

Nem sempre o comprimento real da pista de pouso e decolagem é equivalente ao comprimento básico da aeronave mais crítica. O comprimento básico

de pista de aeronave significa o comprimento mínimo de pista necessário para a decolagem com peso máximo de decolagem certificado, ao nível do mar, em condições atmosféricas normais, ar parado e declividade nula de pista, conforme apresentado no manual de voo da aeronave, determinado pela autoridade de certificação ou nas informações equivalentes do fabricante da aeronave. Segundo o RBAC 154, o comprimento básico de pista das aeronaves serve unicamente para a seleção do número do código de referência do aeroporto.

Da mesma forma, as distâncias declaradas, que são as distâncias utilizadas para efeito de cálculo de pouso e decolagem, podem ser diferentes do comprimento de pista disponível.

As distâncias declaradas para pouso e decolagem podem impor restrições de peso para a operação da aeronave de projeto. Essas restrições são refletidas no balanceamento dos pesos de combustível e de carga paga para o atendimento a uma determinada etapa de voo. Tendo em vista que as aeronaves operam normalmente com peso de decolagem balanceado para a etapa que irá voar, o projeto deve identificar estas eventuais restrições e apresentar uma avaliação das capacidades e alcances da aeronave de projeto para operar no aeroporto.

Informações sobre a determinação das distâncias declaradas, do comprimento básico de pista e do comprimento real podem ser consultados no Manual de Projetos de Aeroportos da ICAO, documento 9157, volume 1, Pistas de Pouso e Decolagem.

Um outro fator relevante em uma PPD é o estado da superfície em termos de irregularidades, condição de atrito e a condição de drenagem. Esses pontos possuem critérios bem definidos nos RBAC 153 e RBAC 154 e devem ser avaliados criteriosamente.

A superfície da PPD não pode apresentar irregularidades elevadas, assim como deve propiciar uma boa resistência à derrapagem. O RBAC 153 apresenta os limites requeridos tanto para a irregularidade longitudinal quanto para a condição de atrito.

Do mesmo modo, as declividades transversais e longitudinais devem ser respeitadas para permitir uma drenagem rápida e eficiente da pista. A construção de ranhuras superficiais na PPD, também conhecido como Grooving, ou a aplicação de uma camada porosa de atrito, ajudam a melhorar a condição de atrito e de drenagem da pista.

2.3.3. Pistas de Rolamento

Pistas de táxi também são conhecidas como taxiway ou pistas de rolamento. A principal função delas é a de permitir o tráfego seguro e rápido das aeronaves entre a PPD e o pátio de estacionamento de aeronaves. Incluem também como pistas de rolamento:

- Pistas de táxi de saída rápida: definida como uma taxiway conectada a uma PPD em um ângulo agudo e projetada para permitir que aeronaves em pouso saiam da pista em velocidades mais altas do que em outras pistas de táxi de saída e, dessa forma, diminuindo o tempo de ocupação da pista de pouso e decolagem;
- Pista de táxi de pátio: definida como uma parcela de um sistema de pistas de táxi localizada em um pátio de aeronaves com a função de oferecer uma circulação completa de táxi através do pátio de aeronaves; e
- Pista de táxi de acesso ao estacionamento de aeronaves: definida como uma parcela de um pátio de aeronaves designada como uma pista de táxi e com o propósito único de oferecer acesso às posições de estacionamento de aeronaves.

Da mesma forma que as pistas de pouso e decolagem, as pistas de táxi precisam respeitar diversos critérios geométricos e de afastamentos de segurança, a fim de permitir uma operação segura das aeronaves. Os requisitos estão todos listados no RBAC 154 e complementarmente, poderá ser útil a consulta no Manual de Projetos de Aeroportos da ICAO, documento 9157, volume 2, Pistas de Táxi e Pátios.

As Pistas de táxi precisam ser avaliadas durante o processo de elaboração de projeto em termos dos seguintes componentes: Código de referência; Posição das saídas em relação às cabeceiras da(s) PPD; Largura de pista de táxi; Acostamentos; Raios das curvas; Saídas rápidas de pista; Sobrelarguras nas mudanças de direção das pistas de táxi; Hot spots; Declividades longitudinais; Declividades transversais; Afastamento das rodas do trem de pouso principal para a borda da pista de táxi; Afastamento com PPD; Afastamento com outra pista de táxi; Afastamentos para movimentações de posições de estacionamento; Pavimentos (resistência e PCN); Drenagem; e Sinalização horizontal, luminosa e vertical.

Os raios das curvas das pistas de táxi e das saídas rápidas devem ser escolhidos com base na velocidade esperada pela aeronave e a sua movimentação com segurança.

Em complemento, o perfil longitudinal das pistas de rolamento deve ser verificado para que o pavimento não apresente cota superior aos limites de greide permitidos dentro da faixa de pista, uma vez que, após a faixa preparada, não podem existir objetos fixos que ultrapassem a cota do eixo da pista de pouso e decolagem, ou ultrapassem uma rampa de 5% ascendente, transversal ao eixo da pista de pouso e decolagem e iniciada no término da faixa preparada.

Especial atenção deve ser dada aos cálculos das sobrelarguras, ou "fillets", e às mudanças de direção das pistas de táxi. É preciso garantir o afastamento mínimo previsto em norma entre as rodas do trem de pouso principal e a borda do pavimento da pista de táxi.

No Manual de Projetos de Aeroportos da ICAO, documento 9157, volume 2, Pistas de Táxi e Pátios existem métodos de cálculo para definir a geometria, assim como, nos Manuais de Planejamento de Aeroportos (APM) publicados pelos fabricantes das aeronaves.

Durante a elaboração do projeto, o projetista deve avaliar a segurança dos traçados propostos das pistas de táxi para a movimentação das aeronaves e evitar a criação desnecessária de pontos com potencial risco de colisão ou de incurção na pista.



Figura 2-10: Exemplo de sobrelargura na pista de táxi – aeroporto de Goiânia - GO (fonte: Google Earth)

2.3.4. Pátios

Os pátios possuem o propósito de acomodar aeronaves para fins de embarque e desembarque de passageiros, carregamento ou descarregamento de cargas, correio, reabastecimento de combustível, estacionamento, pernoite ou manutenção.

Essas áreas precisam ser avaliadas durante o processo de elaboração de projeto em termos dos seguintes componentes: Código de referência para as posições de estacionamento; Quantidade de posições de estacionamento; Movimentação e manobra das aeronaves dentro do pátio; Afastamento de segurança para taxilanes e pistas de táxi; Afastamento de segurança entre posições de estacionamento; Acostamentos; Raios das curvas das taxilanes e pistas de táxi; Declividades longitudinais; Declividades transversais; Afastamento com PPD; Afastamento com outra pista de táxi; Vias de serviço; Pavimentos (resistência e PCN); Drenagem, com sistemas para separação de água e óleo; Iluminação; e Sinalização Horizontal, luminosa e vertical.

As posições de estacionamento das aeronaves devem garantir a operação não apenas da aeronave crítica de projeto, mas sim, ao seu código de referência. Isso significa dizer que o afastamento entre as posições deve ser projetado para a maior envergadura dentro do código de referência associado à posição de parada. Eventualmente e em casos específicos, o projetista poderá incluir posições de estacionamento com restrição de envergadura, considerando um grupo de aeronaves específicas, de forma a melhor aproveitar a área de pátio

Além do afastamento entre pontas de asas, o projetista deve avaliar o espaço necessário para a passagem dos equipamentos de apoio no solo para a aeronave, como escadas, esteiras de bagagem, caminhão abastecedor, veículos de rebocue, veículos de transporte de bagagem, ônibus de passageiros etc.

As dimensões do pátio devem garantir o estacionamento das aeronaves mais compridas do mix, mesmo não sendo as aeronaves de projeto, de forma que taxilanes ou pistas de táxi dentro do pátio possam ser utilizadas com o afastamento de segurança correto. Devem garantir também o estacionamento simultâneo de todas as aeronaves previstas no planejamento durante as horas pico. O dimensionamento da quantidade de posições poderá fazer uso de equações como a

da metodologia descrita em *Airport Landside Sustainable Capacity and Level of Service of Terminal Functional Subsystem*.

No projeto dos pátios, a distância da posição de estacionamento das aeronaves deve ser dimensionada para que a cauda das aeronaves, quando estacionadas, não ultrapasse os gabaritos das superfícies de transição do aeroporto.

Deve ser verificado também o efeito do jato das turbinas em construções ou acessos públicos viários próximos aos pátios. No caso de haver interferência, deverá ser prevista a construção de barreiras físicas ou defletores de empuxo de jato (*blast fences*), além sinalizar com placas de advertência os acessos públicos e proibir estacionamento de veículos e equipamentos e circulação de pessoas nas regiões afetadas.

Normalmente, os pátios de estacionamento de aeronaves são construídos com pavimento rígido. A opção por esse tipo de revestimento é feita por conta da resistência do concreto cimento a eventuais derramamentos de combustíveis e óleos das turbinas das aeronaves e dos equipamentos de apoio ao solo.

O projeto de sinalização horizontal dos pátios deve seguir todas as orientações do regulamento brasileiro RBAC 154 e da instrução suplementar IS 154-001 – Auxílios Visuais para Pátios de Aeronaves.

Especial atenção deve ser dada aos trajetos e limites de segurança para proteção de ponta de asa durante o tráfego e giros das aeronaves.

As vias de serviço e de pedestres devem estar contempladas no projeto do pátio. O projetista deve considerar os mesmos afastamentos de segurança das aeronaves para objetos quando avaliar os limites das vias de serviço, por onde irão trafegar os veículos de apoio, ônibus de passageiros e equipamentos de pista.

O pátio pode ser separado em função do código de referência das aeronaves que irão utilizar. É possível ter uma determinada área exclusiva para aeronaves de códigos de referência maiores (D, E e F) e outras para aeronaves C, por exemplo. Essa separação normalmente é acompanhada pelo Terminal de Passageiros, uma vez que as aeronaves de maior porte realizam principalmente voos internacionais.



Figura 2-11: Exemplo de pátio de estacionamento de aeronaves – aeroporto de Brasília - DF (fonte: Google Earth)

2.3.5. Áreas de Giro

A área de Giro é um alargamento construído na PPD para permitir que uma aeronave realize uma curva de 180 graus nas cabeceiras de pistas de pouso e decolagem que não são servidas por pistas de táxi. O RBAC 154 recomenda que a área de giro seja construída de forma que o início da curva fique no lado esquerdo da pista de pouso, uma vez que normalmente o piloto-em-comando ocupa a cadeira da esquerda.

É possível implantar áreas de giro ao longo da pista de pouso e decolagem para reduzir o tempo de ocupação de pista por aeronaves que não necessitem do comprimento total disponível da pista para o pouso.

O RBAC 154 regula os critérios mínimos para a sua geometria, sendo obrigatório em pistas de código D, E ou F, cujas cabeceiras são desprovidas de acesso por pistas de táxi. O Manual de Projetos de Aeroportos da ICAO, documento 9157, volume 1, Pistas de Pouso e Decolagem, apresenta detalhes do dimensionamento de áreas de giro trapezoidais para vários códigos de referência.

O projeto da área de giro de pista deve ser tal que, quando a cabine de pilotagem da aeronave para a qual a área de giro será disponibilizada permanece sobre a sinalização desta área, o afastamento entre qualquer roda do trem de pouso da aeronave e a borda da área de giro deve estar em conformidade com o RBAC 154. O ângulo típico de esterçamento do trem de pouso de nariz na intercessão da área de giro com a pista de pouso é de 30° e o ângulo típico para o giro é de 45°. As áreas de giro podem ser semicirculares, como previsto no RBAC 154, ou trapezoidais, como no Manual da ICAO (Doc 9157).

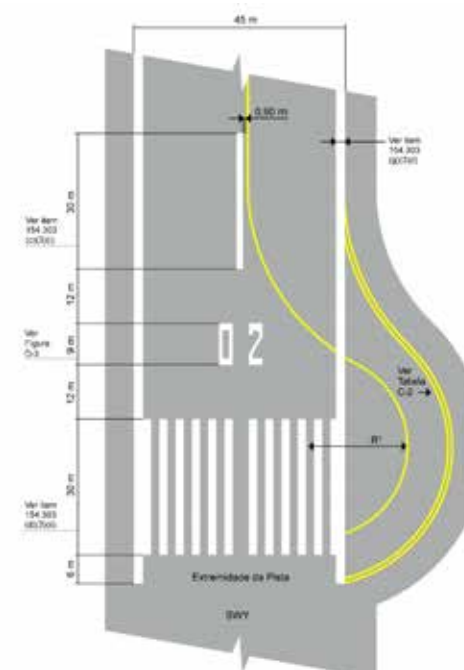


Figura 2-12: Área de Giro (fonte: RBAC 154)

2.3.6. Faixas de Pista

Faixas de pista são áreas livres que incluem às pistas de pouso e decolagem, zonas de parada e pistas de táxi, destinadas a proteger a aeronave durante as

operações de pouso, decolagem e taxiamento e reduzir o risco de danos à aeronave, em eventual saída dos limites da pista.

As faixas de pista de pouso e decolagem possuem, ainda, a finalidade de proteger aeronaves no caso de eventual sobrevoo sobre a pista durante operações de decolagem ou pouso.

As faixas de pista possuem uma porção que deve ser terraplanada ou preparada, denominada faixa preparada. Essas áreas devem ser preparadas ou construídas de forma a minimizar os riscos oriundos de diferenças na capacidade de resistência à compressão das aeronaves para as quais a pista é destinada, no caso de uma aeronave sair acidentalmente da pista. Além disso, não devem possuir objetos que possam colocar aeronaves em risco, tais como valas de drenagem, edificações, cercas e muros. Apenas auxílios visuais necessários para fins de navegação aérea, que satisfaçam aos requisitos de frangibilidade, são permitidos.

Após a faixa preparada, podem ser instalados objetos fixos que não ultrapassem a cota do eixo da pista, nem ultrapassem uma rampa de 5% ascendente, transversal ao eixo da pista de pouso e decolagem e iniciada no término da faixa preparada. A figura a seguir ilustra um perfil de faixa de pista de pouso e decolagem para um melhor entendimento, com seções de corte e de aterro.



Figura 2-13: Exemplo de seção transversal de faixa de pista de PPD

Existem critérios e requisitos obrigatórios a serem cumpridos na definição das dimensões e no dimensionamento das faixas de pista, tanto para as faixas de pista de pouso e decolagem, quanto para as faixas de pistas de táxi. Devem ser observados os seguintes requisitos:

- Largura da faixa de pista, medida a partir do eixo da pista, para ambos os lados;
- Extensão da faixa de pista, medida a partir fim da pista ou da zona de parada;
- Largura da faixa de pista preparada, medida a partir do eixo da pista, para ambos os lados;
- Extensão da faixa de pista preparada, medida a partir fim da pista ou da zona de parada;
- Declividades permitidas (longitudinal e transversal) na faixa de pista preparada;
- Espaço ou largura adicional para implantação dos dispositivos de drenagem após os limites da faixa de pista preparada;
- Resistência da superfície da faixa de pista preparada para suportar eventual passagem de aeronave e de veículos de emergência;
- Dimensões diferenciadas para pistas com regra de voo por instrumento de precisão; e
- Cortes no terreno nas áreas após a faixa de pista preparada.



Figura 2-14: Exemplo de faixa de pista (verde) e faixa preparada (marrom) de PPD – aeroporto de Palmas – TO (fonte: Google Earth)

2.3.7. Blast Pad

Adjacentes às cabeceiras, a área preparada deve ser capaz de suportar o efeito erosivo dos jatos de ar produzidos pelas aeronaves quando aceleram para a decolagem. Normalmente, essas áreas são pavimentadas em aeroportos que operem aeronaves com turbinas a jato.

Os critérios de dimensionamento podem ser consultados no RBAC 154 e no Manual de Projetos de Aeroportos da ICAO, documento 9157, volume 2, Pistas de Táxi e Pátios. Estas áreas devem ser capazes de resistir à passagem ocasional da aeronave crítica utilizada para o projeto de pavimento da pista de pouso e decolagem. Por não serem Zonas de Parada (stopways) e quando possuírem mais de 60m de extensão, o pavimento deverá ser sinalizado com a marca tipo “Chevron”, indicando uma área que deve ser evitada para o rolamento das aeronaves.



Figura 2-15: Exemplo Blast Pad na cabeceira 09R do aeroporto de Guarulhos - SP (fonte: Google Earth)

2.3.8. RESA

As áreas de segurança de fim de pista, conhecidas como Runway End Safety Area - RESA, são áreas retangulares adjacentes ao final da faixa de pista e construídas com o objetivo primário de reduzir o risco de danos a uma aeronave que, eventualmente, realize o toque antes de alcançar a cabeceira durante o pouso (condição de *undershoot*) ou que ultrapassam acidentalmente o fim da pista de pouso e decolagem, durante o pouso ou decolagem (condição de *overrun*). Existem os requisitos obrigatórios e recomendados para as dimensões da RESA, os quais deverão ser consultados no regulamento da ANAC - RBAC 154.

Em pistas existentes e que não possuam áreas disponíveis para a implantação da RESA, deve-se avaliar melhor alternativa para o projeto, considerando os cenários de segurança operacional alcançados em comparação da situação atual com a possibilidade de recuar as cabeceiras e alterar as distâncias declaradas para que o requisito mínimo e obrigatório seja atendido. É possível também se obter um nível equivalente de segurança operacional em relação à RESA por meio da instalação de sistemas construtivos de desaceleração, conhecidos como EMAS da sigla em inglês “Engineered Materials Arrestor System”, com base nas especificações do sistema.



Figura 2-16: Exemplo de RESA na cabeceira 27L do aeroporto de Guarulhos - SP (fonte: Google Earth)

2.3.9. Terminais de Passageiro

Segundo a ANAC, o Terminal de Passageiros – TPS é uma instalação aeroportuária dotada de facilidades para atendimento, embarque, desembarque e liberação do passageiro do transporte aéreo. Possui uma parte de acesso público e outra parte com acesso controlado às áreas operacionais. Assim, parte do TPS encontra-se no lado terra e parte no lado ar.

Além das áreas no lado ar e no lado terra, um TPS contém áreas destinadas à operação propriamente dita do aeroporto, como os saguões de embarque e desembarque, áreas de *check-in*, áreas de restituição de bagagem, áreas para despacho aduaneiro e controle de passaportes, inspeção com raio-x, áreas para as empresas aéreas e meio-fio.

O TPS pode conter também áreas ditas não operacionais, e que não estão relacionadas com a atividade fim do aeroporto, como áreas para restaurantes, lojas, *freeshops*, bancos, casas de câmbio, locadoras de automóveis etc.

Existem parâmetros técnicos para o dimensionamento dos componentes e de suas áreas, em função da capacidade de assentos da aeronave de projeto e da hora-pico do aeroporto, que devem ser consultados para garantir um bom nível de serviço aos passageiros. Conforme as características do empreendimento a definição dos espaços de atendimento podem variar, mas como referência geral podem ser organizados em dois componentes: Componentes operacionais; e Componentes não operacionais.

Os componentes operacionais são aqueles de atividades associados aos processos de embarque e desembarque, como os seguintes: Saguão de embarque e saguão de desembarque; Sala de pré-embarque; Check-in; Área para vendas e reservas de bilhetes; Área para triagem e despacho de bagagens; Área de vistoria de segurança; Saguão de desembarque; Área de restituição de bagagens; Meio-fio; Administração do aeroporto; e Escritórios de apoio para empresas aéreas.

Os componentes não operacionais são aqueles de atividades acessórias aos processos de embarque e desembarque ou destinadas aos visitantes e acompanhantes, como os seguintes: Sanitários; Lojas, Lanchonetes e restaurantes; Bancos; Telefones; Agências de turismo e locadoras; e Balcão de Informações.

Independentemente do método a ser utilizado para dimensionamento do TPS, deve-se estabelecer a apresentação de duas etapas:

- a) Identificação da demanda de usuários por um intervalo de tempo, como por exemplo: volume anual de passageiros, passageiros na hora-pico, entre outros; e
- b) Utilização de fórmulas, nível de serviço ou índices de ocupação, como por exemplo: área por passageiro na hora-pico.

O método utilizado e os seus índices, mesmo que empírico e/ou contando com a experiência da equipe de projeto, deverão demonstrar de forma quantitativa e qualitativa todos os aspectos do dimensionamento. Vários métodos podem ser aplicados como: FAA, TPHP, IATA, ICAA, INFRAERO, STBA, TRB e outros. Todavia, qualquer que seja a escolha, deverá demonstrar ser adequada às características do empreendimento e justificar quaisquer ajustes necessários.

A ANAC possui um Manual de Anteprojeto, publicado pela Gerência de Investimentos e Obras - GIOS, que define expressões e condicionantes de qualidade para o dimensionamento de componentes operacionais dos terminais de passageiros que devem ser observados pelas Concessionárias dos aeroportos.

O conteúdo disposto nos módulos 7 e 9 da disciplina de aeroportos do ITA, de autoria do Prof. Dr. Cláudio Jorge, também oferece material didático de interesse, utilizado como referência na construção do presente capítulo.

Outros pontos e variáveis que devem ser levados em consideração na elaboração de projetos de Terminais de Passageiros são: vetores de crescimento para a edificação do Terminal com o aumento da demanda pelo transporte aéreo; separação dos fluxos do lado ar e do lado terra; áreas para disponibilizar ao transporte público, incluindo táxis e transporte por aplicativo; altura da edificação para não ultrapassar os gabaritos das superfícies de transição do PBZPA do aeroporto; equipamentos que atendam à segurança contra atos ilícitos no terminal de passageiros; pontes de embarque bem posicionadas sem atrapalhar a movimentação de pátio; distâncias a serem percorridas a pé pelos passageiros nas salas de embarque; e condições adequadas de acessibilidade.

Podem ser utilizadas ferramentas computacionais para modelagem e simulação da capacidade do Terminal, a exemplo ArcPort, Simwalk ou similares.

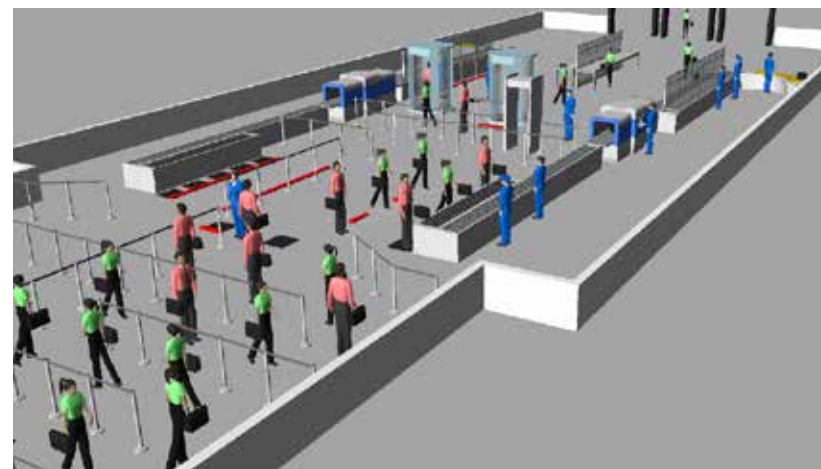


Figura 2-17: Exemplo de Simulação da Capacidade do Terminal com Ferramenta Computacional ArcPort

2.3.10. Terminais de Carga

Segundo conteúdo ministrado pelo ITA no Curso de Transporte Aéreo e Aeroportos, o Terminal de Carga - TECA corresponde às instalações para manuseio da carga aérea, que podem estar concentradas num mesmo edifício, ou podem estar dispostas em edifícios independentes, de acordo com o volume de carga a ser manuseado, do sítio disponível para instalação das edificações e do número de companhias aéreas ou operadoras que irão atuar no local.

Consiste na instalação dedicada ao preparo da carga para acesso ao transporte aéreo ou para o recebimento pelo seu consignatário. As principais funções do Terminal de Carga Aérea são: recebimento, conversão, classificação, armazenamento, despacho e documentação da carga.

O dimensionamento deve considerar os seguintes fatores:

- a) Tipo e Quantidade de Carga a ser processada na Hora Pico: Referem-se às características de tamanho, peso e cubagem da carga e ao montante que deverá ser recebido, atracado, armazenado e despachado nas horas de pico de tráfego de cargas.
- b) Tipo e Quantidade de Carga que Requer Tratamento Especial: Referem-se às cargas que, em razão das suas características físicas, requerem um tratamento diferenciado das demais.
- c) Tipos de Aeronaves e Frequência de Voos: A carga poderá ser transportada por aeronaves de passageiros, aeronaves mistas de passageiro e carga e aeronaves exclusivamente cargueiras.
- d) Nível de Tecnologia Empregado no Terminal para Manuseio da Carga: Quanto ao nível de tecnologia, os terminais podem ser de baixa tecnologia (para pequenas quantidades de carga), média tecnologia (para grandes quantidades de carga, com procedimentos que podem variar de manuais a semiautomatizados) ou alta tecnologia (para grandes quantidades de carga, com procedimentos que variam de mecanizados a totalmente automatizados).
- e) Quantidade de Carga Pré-unitizada: Há terminais em que a carga pode ser recebida unitizada e assim ser armazenada pela companhia aérea ou ser retirada pelo consignatário sem necessidade de seu desmonte. Nesses casos os terminais são dotados de áreas para armazenamento deste tipo de carga.
- f) Tempo de Permanência da Carga no Terminal: As áreas de armazenamento da carga são estimadas, também, em função do período em que esta carga permanece em estoque antes de deixar o

terminal. Quanto maior o tempo de permanência, maior a área dos armazéns.

Não há um método de dimensionamento reconhecidamente consagrado, havendo métodos desenvolvidos por empresas do setor, em certo nível de sigilo, talvez pelo elevado interesse econômico associado, de forma que o projeto terá liberdade para adotar o método mais adequado, mediante oportuna justificativa em memorial descritivo.

Dentre as metodologias mais respeitadas, encontram-se os materiais afins divulgados pela FAA (Airport Cargo Facilities - AC 150/5360-2) e IATA (Airport Development Reference Manual), ressaltando que estudos científicos sobre o tema podem ser ferramentas úteis e estratégicas, sobretudo quando aplicados a aeroportos que envolvam maior complexidade logística.

2.3.11. Seção Contra Incêndio

De acordo com o RBAC 153, a Edificação da Seção Contraincêndio (SCI) tem como finalidade manter a capacidade de operar ininterruptamente o Serviço de Salvamento e Combate a Incêndio (SESCINC), abrigando os profissionais dedicados ao serviço, além dos Carros de Combate a Incêndio (CCI) e outros veículos, equipamentos, materiais, sistemas de comunicação e alarme, reserva técnica de água e eventuais estoques de agentes extintores.

Para a elaboração do seu projeto de edificações, locação no sítio aeroportuária e acesso ao sistema de pistas do aeroporto, devem ser respeitados todos os requisitos mandatórios descritos no Regulamento da ANAC RBAC 153 e, complementarmente, na Instrução de Serviço da ANAC IS 153.425-001 Seção Contra incêndio.

O RBAC 153 relaciona todos os ambientes e sistemas obrigatórios que devem estar implantados na SCI, e a IS 153.425-001 complementa a relação de ambientes e equipamentos recomendados. Tanto a edificação quanto os equipamentos estão associados à Categoria de Contra incêndio da Aeronave (CAT-AV) em operação no aeroporto, cuja definição pode ser consultada também no RBAC 153.

Além do dimensionamento dos ambientes da SCI, o projetista deve avaliar cuidadosamente a localização da edificação em relação ao sistema de pista, de forma que o tempo-resposta seja o menor possível. Segundo o RBAC 153, a edificação do SCI deve estar instalada em um local que permita o SESCINC atingir um tempo-resposta não superior a 3 (três) minutos para qualquer ponto de cada

pista de pouso e decolagem operacional do aeródromo, obrigatoriamente. Assim, é recomendado que a SCI esteja localizada equidistante às cabeceiras. E, ainda, que a sala de observação do SCI tenha ampla visão da área de movimento das aeronaves.

Caso não seja possível uma visão livre ou completa da área de manobras, a sala de observação da SCI poderá operar com sistema de câmeras de vídeo estrategicamente instaladas.

Tempo-resposta é o intervalo de tempo decorrido entre o acionamento do SESCINC e o momento em que o(s) primeiro(s) CCI esteja(m) posicionado(s) em condição de aplicar a solução de espuma em regime de descarga tabelado no RBAC 153.

O que poderá ajudar na redução do tempo-resposta é um bom acesso dos CCI ao sistema de pistas do aeroporto. O projetista deve estabelecer e delimitar vias de acesso de emergência dos CCI entre a SCI às pistas de pouso e decolagem. O RBAC 153 e a IS 153.429-001 – Vias de Acesso de Emergência estabelecem critérios de projeto para estas vias.

O projetista deve considerar que os caminhões são pesados, transportando líquidos e em velocidade. A movimentação de líquidos no interior dos tanques pode alterar o centro de gravidade e aumentar o risco de o veículo tombar. Assim, o projeto geométrico dos acessos deve ser o mais retilíneo possível, com curvas de raio longo e declividades suaves.



Figura 2-18: Exemplo de SCI e acesso de emergência direto à PPD (centro da imagem)

2.3.12. Sistema Viário e Estacionamento

A acessibilidade a um aeroporto é fundamental. Quanto mais opções de meios de transporte forem propiciadas mais, provavelmente, o aeroporto poderá se caracterizar como um elo no sistema viário. A análise e propostas para os sistemas acessíveis não só por modal rodoviário, mas também por modal ferroviário (trem convencional, metrô) e aquaviário (lanchas e/ou barcos), de acordo com as características locais.

Genericamente pode-se afirmar que o sistema viário deve manter vias expressas e algumas para coletivos, veículos de carga e automóveis individuais. Reduzir o número de cruzamentos em nível, garantir áreas para frenagem e manobras próximo ao meio-fio de transbordo são alguns dos requisitos a serem satisfeitos.

Os parâmetros de meio-fio que dependem do fluxo da demanda e do tempo de permanência no embarque e desembarque do veículo com várias alternativas durante os estudos para identificar a demanda por períodos menores, por exemplo, nos 15 minutos críticos, separar fluxos de embarque e desembarque, variar as taxas de ocupação e os tempos de permanência em função do tipo do veículo (se táxi, automóvel ou ônibus) etc.

Como passo fundamental, está a identificação da demanda por tipo de veículo no horário crítico. Em alguns casos, torna-se necessário o emprego de meio-fio múltiplo ou de se incentivar o uso de transportes de massa ou ferrovia.

O dimensionamento de meio-fio por vezes faz parte do escopo da etapa de planejamento, anterior ao desenvolvimento de projeto, em função da associação com os parâmetros de demanda e impacto no uso do espaço que seu resultado promove. De qualquer forma, cumpre ressaltar, a título de referência, o Report 40 da Airport Curbside and Terminal Area Roadway Operations (ACRP), bem como o livro "Airport Systems: planning, design, and management (Neufville et al)".

O estacionamento de veículos deverá atender aos usuários do aeroporto passageiros embarcando e desembarcando, acompanhantes, expectadores e visitantes. Para funcionários do aeroporto recomenda-se área separada dos demais usuários, assim, os cálculos de dimensionamento da capacidade dos estacionamentos deverão também ser separados.

A posição dos bolsões de estacionamento deverá levar em consideração sua proximidade com o meio-fio e as distâncias de percurso a pé a ser percorrido pelos passageiros nas distâncias recomendadas nos manuais da IATA.

Estima-se que a maioria dos passageiros chegam de veículo ao aeroporto em automóveis particulares e o dimensionamento poderá ser demonstrado por índice, conforme método, por avaliação do volume de passageiros anuais ou por horário de pico de movimento. Também em geral dividido pelo tempo de permanência estimado.

2.3.13 Torre de Controle

As torres de controle (TWR) devem ser localizadas no ponto e na altura que: proporcione ao controlador do aeródromo a ampla e total visibilidade do circuito de tráfego sob sua jurisdição, das pistas em operação e de todas as áreas utilizadas pelas aeronaves em movimento na superfície do aeródromo sob controle da torre; disponha de área suficiente para as suas futuras expansões; evite qualquer interferência nos gabaritos de zona de proteção assim como minimize as influências sobre o desempenho dos auxílios-rádio à navegação e à aproximação; evite o ofuscamento (incidência solar ou outras fontes externas); minimize o efeito do ruído no desempenho operacional; evite que o seu acesso cruze áreas operacionais; e, nas expansões do aeroporto, não se venha a ter pontos cegos.

Os funcionários da torre devem dispor de circuitos especiais de comunicação com aeronaves, bombeiros, autoridades e serviços pertinentes para o atendimento a emergências, além de contar com equipamentos informativos da situação meteorológica e dos equipamentos de auxílio à navegação aérea. O piso pode ser do tipo “falso” por onde cablagens e fiações diversas possam se interligar. Num nível inferior devem existir instalações sanitárias e salas de repouso. O acesso à plataforma deve ser efetuado por escadas.

2.4. Capacidade e Demanda

A capacidade do sistema de pistas de um aeródromo é definida como um número de movimentos de aeronaves, geralmente declarado como o número total de pousos e decolagens por hora, que as autoridades aeronáuticas determinam que um aeroporto possa ser operado com segurança.

O cálculo pode ser realizado com base no Manual do Comando da Aeronáutica – MCA 100-14 Capacidade do Sistema de Pistas, publicado pelo DECEA e disponível na internet. Para a determinação da capacidade são consideradas as seguintes variáveis: número de pistas de pouso e decolagem; tempo médio de ocupação de pista; separação regulamentar entre aeronaves; mix de aeronaves;

percentual de utilização das cabeceiras; comprimento do segmento de aproximação final; configuração das pistas de pouso e de táxi; número de posições de estacionamento no pátio; velocidade de aproximação final; condição dos pavimentos; e utilização ou não de equipamento radar.

Em termos de projetos de infraestrutura aeroportuária, a capacidade pode ser melhorada quando o sistema de pistas possui pistas de taxi e saídas rápidas de pista bem dimensionadas ao longo da PPD, de forma que o tempo de ocupação da aeronave na PPD diminua.

Além disso, quanto melhor o sistema de pistas de táxi com fluxos bem definidos e pátios com posições de estacionamento suficientes para atender a todo o movimento de na hora-pico e eventualidades, evitando congestionamentos ou pausas para espera de movimentação de outras aeronaves, melhor será a capacidade do aeroporto.

Intervenções na infraestrutura para melhorar a capacidade são demandadas quando o nível de serviço que está sendo oferecido pelo aeroporto cair a níveis inferiores aos estipulados pela Agência Reguladora ou quando a demanda pelo serviço de transporte aéreo exigir.

Dados de demanda são publicados no site da ANAC na seção de dados estatísticos, onde podem ser consultados valores históricos de movimento de aeronaves, cargas e passageiros por aeroporto, dentre outras informações e dados registrados. Existe o Anuário do Transporte Aéreo, também publicado pela ANAC e registros do próprio aeroporto devem ser considerados.

Dados e estudos sobre previsão de demanda futura podem ser consultados nos Planos Aeroviários Estaduais, mas a referência principal deve ser o Plano Aeroviário Nacional (PAN) publicado pela SAC e disponível na internet no sítio do Ministério da Infraestrutura. O mesmo deve ser atualizado a cada 2 anos.

Os dados de demanda futura são imprescindíveis para planejamento e projeto de toda a infraestrutura aeroportuária e aeronáutica e devem estar registrados nos memoriais dos projetos a serem elaborados com base neste Manual.

Os dimensionamentos podem ser realizados por métodos de quantificação do movimento e demanda de passageiros, pela área global e por determinação de seus componentes como: IATA, ICAA, INFRAERO, CECIA e outros. A escolha da metodologia deverá atender às características particulares do empreendimento e aos objetivos a serem atingidos.

A ANAC possui um Manual de Anteprojeto, publicado pela Gerência de Investimentos e Obras - GIOS, que define expressões e condicionantes de quali-

dade para o dimensionamento de componentes operacionais dos terminais que devem ser observados pelos operadores.

Áreas destinadas à administração, operação técnica e órgãos públicos variam de acordo com a classe do aeroporto. Enquanto as áreas destinadas ao processamento dependem do tempo de processamento, número de acompanhantes, a relação de área por passageiro e as projeções de número de passageiros na hora de tipos e parâmetros específicos em função das características específicas.

Também podem ser utilizadas ferramentas computacionais de modelagem Fast Time Simulation (FTS) para avaliação da capacidade, tais como AirTop da Transoft Solutions, assim como o runwaySimulator da FAA, ferramenta projetada para avaliar a capacidade existente de um aeroporto, bem como melhorias de capacidade, como nova infraestrutura ou procedimentos de voo. A ferramenta substitui o Airfield Capacity Model (ACM) da FAA. Cabe ressaltar que este manual não exige uma ferramenta padrão, cabendo ao projetista escolher a opção que melhor atenda os requisitos supracitados.

2.5. Planos

2.5.1. Plano Diretor

Segundo a ANAC, o Plano Diretor Aeroportuário (PDIR) é o documento elaborado pelo operador de aeródromo que estabelece o planejamento para a expansão da infraestrutura aeroportuária, de acordo com a regulamentação de segurança operacional da ANAC.

O PDIR estabelece um conjunto de diretrizes que orienta a implantação, o desenvolvimento e a expansão da infraestrutura aeroportuária, de maneira ordenada e ajustada à evolução do transporte aéreo para a melhor aplicação de investimentos.

A apresentação do PDIR aprovado pela ANAC é obrigatória apenas para os aeródromos que recebem voos de empresas aéreas que prestam serviço de transporte aéreo regular de passageiros ou carga. A ANAC encaminhará ao Órgão Regional do DECEA responsável pela área o Plano Diretor validado ou aprovado, solicitando o parecer do COMAER.

De acordo com a Resolução da ANAC nº 158, de 13 de julho de 2010, ficam dispensadas de autorização prévia da ANAC as modificações de características

físicas de aeródromo existente previstas no plano aprovado ou validado as decorrentes de contrato de concessão e as realizadas em aeródromos certificados.

Quando da elaboração de qualquer projeto para o aeroporto, o projetista deve solicitar do operador a apresentação do PDIR. Esse documento é fundamental para ser consultado pelo projetista a fim de balizar e orientar o desenvolvimento dos projetos de ampliações, reformas ou melhorias no aeroporto, de forma a não prejudicar futuras expansões já planejadas.

2.5.2. Plano de Zoneamento de Ruído

O Plano de Zoneamento de Ruído (PZR) estabelece as regras para a ocupação e uso de áreas em torno de um aeroporto, em função do ruído causado pela atividade aeronáutica. É definido e regulado pelo regulamento brasileiro da Aviação Civil RBAC 161 – Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos que detalha as diversas atividades urbanas ou rurais que podem ou não ser desenvolvidas nas proximidades de um aeroporto com base nos níveis do ruído aeronáutico.

Existem dois tipos de PZR: o Plano Básico de Zoneamento de Ruído (PBZR) e o Plano Específico de Zoneamento de Ruído (PEZR). Os dois planos representam geograficamente as áreas de impacto do ruído aeronáutico decorrente das operações nos aeródromos.

São compostos pelas curvas de nível de ruído e pelo zoneamento das áreas delimitadas por essas curvas, nas quais são definidas as condições para seu aproveitamento e a preservação do desenvolvimento dos aeródromos em harmonia com as comunidades localizadas no entorno.

O PBZR é composto pelas curvas de ruído de 75 e 65 dB, com curvas padronizadas e é aplicado aos aeroportos de menor movimento de aeronaves (inferior a sete mil movimentos/ano).

O PEZR é elaborado por meio de um processo mais sofisticado, sendo composto pelas curvas de ruído de 85, 80, 75, 70 e 65 dB. É exigido para aeroportos com movimento superior a sete mil movimentos/ano, ou que já apresentem ocupação de seu entorno com usos incompatíveis com o ruído aeronáutico.

Cabe ressaltar que, para fins de planejamento, de setorização do sítio e de aproveitamento da área localizada nas proximidades do aeroporto, o Plano de Zoneamento de Ruído deve ser dimensionado para o último horizonte de planejamento, isto é, para a implantação final prevista para o sítio aeroportuário.

2.5.3. Planos de Zona de Proteção

O Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo (PBZPA) e o Plano Básico de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea (PZPANA) fazem parte de um conjunto de documentos que definem as superfícies limitadoras de obstáculos dentro da zona de proteção de um aeródromo ou de um auxílio à navegação aérea, respectivamente.

Essas superfícies, por sua vez, estabelecem as restrições impostas ao aproveitamento das propriedades e de uso do solo próximas ao aeroporto, com o objetivo de garantir a regularidade das operações aéreas, por meio da manutenção dos mínimos operacionais de aeródromo, bem como garantir a segurança das operações aéreas às aeronaves em situações de contingência, por meio da manutenção de uma porção de espaço aéreo livre de obstáculos.

Na elaboração dos projetos de aeroportos, é obrigatória a análise da interferência de possíveis obstáculos nas superfícies de proteção do PBZPA e do PZPANA para a definição da geometria do sistema de pistas ou para a implantação de instalações aeroportuárias. Por exemplo, definição da posição das cabeceiras da(s) pista(s) de pouso e decolagem; definição da posição de pátios e pontos de estacionamento de aeronaves.

O PBZPA e o PZPANA, que são requisitos obrigatórios para o cadastro e funcionamento de um aeroporto, são regulados, analisados e aprovados em processo específico gerenciado pelo Departamento do Controle do Espaço Aéreo (DECEA), órgão do Comando da Aeronáutica, com base nas seguintes legislações: ICA 11-3 - Processos da área de aeródromos (AGA) no âmbito do COMAER; ICA 11-4 - Processo para análise de projetos de construção ou modificação de aeródromos, aeroportos, helipontos e heliportos militares; ICA 63-19 - Critérios de análise técnica da área de aeródromos (AGA); e ICA 11-408 - Restrições aos objetos projetados no espaço aéreo que possam afetar adversamente a segurança ou a regularidade das operações aéreas.

Para a elaboração dos referidos Planos, os projetistas deverão ter como base toda a legislação referenciada na listagem acima. Especial atenção deve ser dada para os padrões exigidos para os levantamentos dos dados topográficos e para a formatação e apresentação dos documentos a serem entregues.

Os Planos devem conter: levantamento topográfico identificando os obstáculos; objetos de difícil visualização que possam interferir com a segurança da navegação aérea; implantações de natureza perigosa; e superfícies limitadoras dos obstáculos (superfície de aproximação, de decolagem, de transição, horizontal

interna, cônica, horizontal externa, transição interna, aproximação interna, pouso interrompido e de proteção do voo visual, superfícies dos auxílios).

O DECEA mantém um portal na internet com todas as informações necessárias, incluindo modelo e padrão de documentos, a serem utilizados no desenvolvimento dos Planos de Zona de Proteção de Aeródromos e de Proteção aos Auxílios de Navegação Aérea.

2.5.4 Plano Diretor Municipal

Os Planos Diretores desenvolvidos pelos Municípios são instrumentos básicos da política de desenvolvimento das cidades, cujo principal objetivo é o de orientar a atuação do poder público e da iniciativa privada na construção e ocupação dos espaços urbanos e rurais para a oferta dos serviços públicos essenciais para a população.

Os aeroportos estão inseridos dentro de áreas que podem estar sujeitas às regras de uso do solo previstas nos Planos Diretores Municipais e, por este motivo, tais documentos devem ser consultados para a elaboração de projetos de infraestrutura aeroportuária.

Da mesma forma, uma infraestrutura aeroportuária impõe restrições ao uso do solo e de gabaritos de construções em seu entorno, impactando no Plano Diretor Municipal da cidade que está inserido, ou até, possivelmente, em cidades vizinhas.

2.6. Referências

Airport Planning Manual ou Airplane Characteristics for Airport Planning Manual publicado pelos fabricantes de aeronaves.

ANAC: Agência Nacional de Aviação Civil. Instrução Suplementar 153.425-001. Seção Contra incêndio. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-153-425-001/@@display-file/arquivo_norma/IS153.425-001A.pdf

ANAC: Agência Nacional de Aviação Civil. Instrução Suplementar 153.429-001 – Vias de Acesso de Emergência. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-153-429-001/@@display-file/arquivo_norma/IS153.429-001A.pdf

- ANAC: Agência Nacional de Aviação Civil. Manual de Procedimento (MPR/SRA-021-R00). Análise de Projetos de Aeroportos Concedidos. Gerência de Investimentos e Obras - GIOS, 18 de ago. 2017. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2017/33/anexo-xii-mpr-sra-021-r00>
- ANAC: Agência Nacional de Aviação Civil. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 107. Projeto de Aeródromos. Brasília, 12 set. 2019
- ANAC: Agência Nacional de Aviação Civil. Instrução Suplementar – IS 154-001A, Auxílios visuais para pátios de aeronaves.
- ANAC: Agência Nacional de Aviação Civil. Portaria ANAC Nº 1410/SIA. Estabelece o padrão a ser adotado pelas concessionárias de infraestrutura aeroportuária na codificação de documentos sujeitos à análise e aprovação da ANAC. Brasília: Diário Oficial da União, seção 1, p. 3, 13 de jul. 2012.
- ANAC: Agência Nacional de Aviação Civil. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 153. Projeto de Aeródromos. Brasília, 12 set. 2019
- ANAC: Agência Nacional de Aviação Civil. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 154 Emenda 06. Projeto de Aeródromos. Brasília, 12 set. 2019
- ANAC: Agência Nacional de Aviação Civil. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 161. Projeto de Aeródromos. Brasília, 12 set. 2019
- ANAC: Agência Nacional de Aviação Civil. Resolução nº 158, de 13 de julho de 2010. Dispõe sobre a autorização prévia para a construção de aeródromos e seu cadastramento junto à ANAC.
- ANAC: Agência Nacional de Aviação Civil. Resolução nº 280, de 11 de julho de 2013. Dispõe sobre os procedimentos relativos à acessibilidade de passageiros com necessidade de assistência especial ao transporte aéreo e dá outras providências.
- CÓDIGO Brasileiro de Aeronáutica. 1986. Lei Nº 7.565, de 19 de DEZEMBRO DE 1986. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/gerenciamento-da-seguranca-operacional/arquivos/cba.pdf>
- COMAER: Comando da Aeronáutica. MAC 3-8. Manual de Gerenciamento de Risco da Fauna
- COMAER: Comando da Aeronáutica. Portaria nº 1168/GC3. Altera dispositivos, tabelas e figuras do Anexo I da Portaria nº 957/GC3, de 9 de julho de 2015, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, n. 152, seção 1, p. 25, 8 ago. 2018.
- COMAER: Comando da Aeronáutica. Portaria nº 957/GC3. Dispõe sobre as restrições aos objetos projetados no espaço aéreo que possam afetar adversamente a segurança ou a regularidade das operações aéreas, e dá outras providências. Brasília, 9 jul. 2015.
- CONAERO: Comissão Nacional de Autoridades Aeroportuárias. Grupo de Trabalho para Alocação de Áreas em Aeroportos para Órgãos Públicos, Brasília, 20 outubro de 2013, Manual para Alocação de Áreas em Aeroportos para Órgãos Públicos Membros do CONAERO.
- DECEA: DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. Manual do Comando da Aeronáutica – MCA 100-14.
- DECEA: DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. TCA 53-2: Catálogo de Requisitos de Dados de Informações Aeronáuticas.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5200-33C – Hazardous wildlife attractants on or near airports.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5320-6F – Airport Pavement Design and Evaluation.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5335-5C - Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength – PCN.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5340-18G - Standards for Airport Sign Systems
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5340-30, Design and Installation Details for Airport Visual Aids.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5345-1 - Approved Airport Lighting – Equipment.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5345-10, Specification L-828 Constant Current Regulator.

- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5345-26, Specification for L-823 Plug and Receptacle, Cable Connectors.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5345-28D - PAPI Systems;
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5345-42, Specification for Airport Light Base and Transformer Housings, Junction Boxes, and Accessories.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5345-47, Isolation Transformers for Airport Lighting Systems.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5370-10F – Standards for Specifying Construction of Airports.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. AC 150/5340-1M “Standards for Airport Markings”
- Governo do Estado do Mato Grosso. Plano Aeroviário Estadual, 2004.
- IATA (2004). Airport development reference manual.9th ed. Montreal
- ICAO (1987). Airport planning manual. Part 1 - Master Planning, 2 nd ed.
- INFRAERO (2009). MANUAL DE PROCEDIMENTOS - MP 12.14/SEA. Disponível em: https://licitacao.infraero.gov.br/arquivos_licitacao/2012/SRCE/152_ADCE_SRCE_2012_PG-e/TR_Adendo_VI_Parte_1.pdf
- ITA: Instituto Tecnológico de Aeronáutica. MEDEIROS, A. G. Um método para dimensionamento de terminais de passageiros em aeroportos brasileiros. Dissertação (Mestrado). Engenharia Infraestrutura Aeronáutica, 2004. Orientador: Prof Dr Cláudio Jorge Pinto Alves.
- ITA: Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Módulo 10 – ESCOLHA DE SÍTIO AEROPORTUÁRIO, (versão: 25/06/2018) - Prof Dr Cláudio Jorge Pinto Alves. Disponível em: <http://www2.ita.br/~claudioj/sitio.pdf>
- ITA: Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Módulo 9 - GEOMETRIA DO LADO TERRESTRE, (versão: 25/06/2018) e Módulo 7 -TERMINAL DE PASSAGEIROS, versão: 25/06/2018) - Prof Dr Cláudio Jorge Pinto Alves.
- Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. ICA 11-3 - Processos da área de aeródromos (AGA) no âmbito do COMAER
- Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. ICA 11-4 - Processo para análise de projetos de construção ou modificação de aeródromos, aeroportos, heliportos e heliportos militares.
- Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. ICA 11-408 - Restrições aos objetos projetados no espaço aéreo que possam afetar adversamente a segurança ou a regularidade das operações aéreas
- Ministério da Infraestrutura. SAC: Secretaria de Aviação Civil. Plano Aeroviário Nacional. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transporte-aereo/plano-aeroviario-nacional>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2010. Airport Curbside and Terminal Area Roadway Operations. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/14451>.
- NEUFVILLE, Richard; ODoni, Amedeo R.; and contributions Peter BELOBABA and Tom REYNOLDS. Airports Systems – Planning, Design and Management. 2. ed. McGraw-Hill Education LLC, 2013. 810 p.
- ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. “Aerodrome Design Manual – Part 1 Runways”. Doc. 9157. Montreal, Canadá.
- ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. “Aerodrome Design Manual – Part 2 Taxiways, Aprons and Holding Bays”. Doc. 9157. Montreal, Canadá.
- ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. “Airports”, Volume I do Anexo 14 da Convenção de Aviação Civil Internacional de Chicago. Montreal, Canadá.
- TOA Brasil. Soluções para ambientes de aeroportos. Disponível em: <http://toa.com.br/wp-content/uploads/2014/05/Solucoes-para-Aeroportos.pdf>

CAPÍTULO III

PLANEJAMENTO DA CONTRATAÇÃO

3. Planejamento da Contratação

Inicialmente, a primeira condição a ser avaliada para a contratação de estudos e projetos diz respeito à adoção da metodologia BIM. Como tratado anteriormente, os investimentos federais em aeroportos regionais estão vinculados à Estratégia BIMBR de implementação do BIM no Brasil, de acordo com Decreto nº 10.306/2020, o qual foi regulamentado posteriormente pelo Ministério da Infraestrutura, conforme a Instrução Normativa nº 1, de 11 de março de 2021.

A instrução deve ser sempre consultada, pois define os critérios para classificação dos investimentos em aeroportos regionais em grande e média relevância para a disseminação do BIM, os quais adotarão a metodologia BIM em uma ou mais etapas do ciclo de vida da construção. Os critérios adotados hoje consideram a avaliação do empreendimento quanto a área pavimentada do sistema de pistas e pátio de aeronaves, os volumes totais de terraplenagem, considerando corte e aterro, e a área do terminal de passageiros, tanto para reformas e ampliações, quanto para nova edificação.

Os empreendimentos terão a adoção do BIM escalonada nos próximos anos, de forma obrigatória, conforme essa classificação a ser realizada, contudo, recomenda-se que sua adoção deve ser sempre priorizada, mesmo quando não obrigatória. Nesse sentido, registra-se histórico de contratações pela SAC de projetos em BIM, antes do próprio dispositivo legal, mandatário a partir de 1º de janeiro de 2021, diante dos benefícios e alinhamento às boas práticas em estudo e aplicação em todo o mundo.

Observa-se, em complemento, que todas as despesas no setor público precisam ser planejadas e devidamente justificadas, sob a tutela dos princípios básicos da administração pública: legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência. O gestor público deve, assim, proceder com avaliações prévias às contratações de estudos, projetos e obras aeroportuárias, registrando adequadamente o desenvolvimento dos documentos que antecedem o procedimento licitatório, até a estruturação do edital e a efetiva contratação do objeto definido.

Como observado no capítulo anterior, o aeroporto é infraestrutura de transporte complexa, considerando tanto o lado ar, quanto o lado terra, cujos projetos precisam atender aos diversos normativos do setor, de forma a permitir sua plena disponibilização à operação após a execução de obras. O aeroporto, em resumo, deve atender adequadamente quanto ao dimensionamento necessário às operações planejadas e, principalmente, aos critérios de segurança operacional, que envolvem seus diferentes componentes.

Em apoio a essa necessidade, o Ministério da Economia instituiu com a Instrução Normativa – IN nº 40, de 20 de maio de 2020, o Estudo Técnico Preliminar – ETP, instrumento de planejamento do gestor para realização de contratações públicas. A sua aplicação restringiu-se conforme a IN à Administração Pública federal direta, autárquica e fundacional. Contudo, após a edição da nova Lei de Licitações e Contratos, Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021, passou a ser aplicável a todos os entes federativos, União, Estados, Distrito Federal e municípios e dessa forma passou a ter seu uso determinado por lei, sendo aplicável aos investimentos em aeroportos regionais.

O ETP é o documento que registra e consolida esse planejamento para a contratação, sendo definido pela lei como “documento constitutivo da primeira etapa do planejamento de uma contratação que caracteriza o interesse público envolvido e a sua melhor solução e dá base ao anteprojeto, ao termo de referência ou ao projeto básico a serem elaborados caso se conclua pela viabilidade da contratação”.

No caso deste manual de projetos aeroportuários, considera-se para efeito de definição do escopo da contratação os produtos definidos e especificados nos próximos capítulos, apresentados de forma resumida na matriz de entregáveis disponível no **Apêndice A**. O capítulo seguinte, sobre gerenciamento de projetos, irá tratar de forma mais detalhada sobre a definição de escopo.

O ETP deverá conter, conforme a lei, a fundamentação e as evidências quanto a necessidade da contratação, descrever o problema a ser resolvido, assim como comparar as possíveis soluções e definir a melhor, do ponto de vista do interesse público. Destaca-se, nesse ponto, a necessidade de definição clara das intervenções que serão necessárias ao aeroporto. O ETP deve avaliar a viabilidade técnica e econômica da contratação, tratando, inclusive, de levantamento de possíveis impactos ambientais e medidas mitigadoras, assim como definição de requisitos ambientais para os projetos, tal como baixo consumo de energia, por exemplo.

Além desses pontos, deve-se observar atendimento aos itens definidos pela Lei 14.133, dos quais destacam-se do Art. 18, parágrafo 1º:

- a descrição da solução como um todo, considerando a futura manutenção e assistência técnica;
- a definição de condições editalícias para a contratação, assim como suas motivações e justificativas, considerando, por exemplo, a modalidade a ser adotada, o critério de julgamento, modo de disputa,

- condições de execução e pagamento etc. O parcelamento ou não da contratação também deve ser avaliado;
- os levantamentos de mercado que embasem essas condições, identificando existência de empresas que possam atender plenamente ao objeto;
 - a demonstração da previsão da contratação no planejamento da administração do órgão e, no caso de projetos, indicação de recursos futuros para a execução de obras;
 - as providências a serem tomadas pela administração para a plena execução do futuro contrato, considerando até mesmo as capacidades de servidores, assim como aquisição de softwares;
 - a identificação de contratações correlatas ou interdependentes, como a necessidade de contratação de apoio à fiscalização. Deve ser identificado nesse ponto as demais parcelas a serem contratadas de forma apartada, caso tenha se definido pelo parcelamento, como pode ser o caso da aquisição de equipamentos e mobiliário;
 - o demonstrativo de resultados esperados em termos de economicidade e de melhor aproveitamento dos recursos humanos, materiais e financeiros disponíveis; e
 - a análise de risco da contratação, identificando potenciais pontos de atenção para o sucesso da licitação e contratação, assim como do desenvolvimento e conclusão do objeto contratual.

Ainda, conforme a lei, devem também compor o ETP as estimativas de quantidades e do valor da contratação, inclusive preços unitários referencias, memórias de cálculo e outros documentos que dão base a essas estimativas. Decerto, essas estimativas de quantidade e valor serão desenvolvidas em um orçamento estimado, inclusive com composições de preços utilizados, com adoção de metodologia adequada, conforme instrumento de contratação definido pelo próprio ETP. Questões relacionadas aos serviços de engenharia consultiva serão abordadas ao final deste manual, no Capítulo 10.

De posse desse cenário e planejamento, e tão somente assim, é que será possível ao gestor público posição conclusiva quanto a viabilidade e adequação da contratação, em atendimento à necessidade a que se destina, conforme também delimitado pelo ETP.

O ETP compõe, dessa forma, uma das atividades da fase preparatória da contratação definida pela lei, sendo seguida, após indicação da melhor solução e viabilidade da contratação, pela elaboração de termo de referência, edital, minuta

do contrato e demais documentos necessários ao procedimento licitatório, se for o caso de contratação de estudos e projetos.

Assim, o ETP é atribuição do gestor público, que tem competência e acesso às informações para avaliação de todos os itens que o compõem, e não poderá ser objeto de repasse de recursos pela SAC para sua elaboração, sendo de exclusiva responsabilidade do requisitante dos recursos. Deverá ser elaborado pelos gestores estaduais ou municipais, previamente à elaboração do termo de referência, anteprojeto ou projeto básico, e será encaminhado devidamente assinado. Em resumo, o ETP será consultado pela SAC quando da análise de requisição de recursos do Fundo Nacional de Aviação Civil para contratação tanto de estudos e projetos, assim como de obras.

O gestor deve avaliar a necessidade de elaboração de Estudo de Viabilidade Técnica e Ambiental - EVTA, para melhor caracterização da viabilidade do empreendimento proposto, a depender do escopo e porte das intervenções previstas. Esse EVTA deve assim ser referenciado e anexado ao ETP, quando de sua apresentação à SAC. A não apresentação do EVTA deverá ser justificada no ETP.

Entende-se que outros documentos auxiliares também podem ser necessários à adequada caracterização e planejamento da contratação, os quais devem ser também referenciados e anexados ao ETP.

Importante alertar que, ao se planejar soluções pontuais de investimentos, como a contratação de projetos de recuperação de pavimentos de uma pista de pouso e decolagem, precisam ser avaliados os demais componentes do complexo aeroportuário, de forma sistêmica, ainda na fase preparatória da contratação. A necessidade específica de operação de um mix de aeronaves em um aeroporto é diretriz cujos dados de entrada demandam uma avaliação criteriosa que pode se desdobrar em requisitos de infraestrutura que deverão ser atendidos por outros componentes do aeroporto, e não somente pela pista de pouso e decolagem. O Plano Diretor do aeroporto também deverá ser consultado.

No caso de uma recuperação da pista de pouso e decolagem, como exemplificado, é fundamental a avaliação das faixas de pista e sua drenagem, existência de áreas de segurança (RESA), se necessárias, assim como levantamento sobre as condições dos demais pavimentos da taxiway e pátio de aeronaves, e até mesmo levantamento preliminar de obstáculos à operação. As condições da cerca operacional também precisam ser avaliadas, podendo não ser autorizada a operação por conta do não atendimento à segurança aeroportuária. Isso apenas para citar alguns pontos relevantes, de forma não exaustiva.

Observa-se dos investimentos requisitados nos últimos anos que alguns se fixam em intervenções específicas, como o caso de recuperação de pavimentos, mas as vezes os demais custos para a regularização do aeroporto são tão elevados quanto para atender a essas obras específicas. Nesses casos, as obras podem superar as expectativas de recursos a serem disponibilizados pela SAC e também demandam detalhamento e planejamento para sua execução.

Em sendo identificados preliminarmente, esses casos podem ensejar destinação de contrapartidas pelos estados e municípios, ou mesmo separação de intervenções a serem assumidas por cada ente, em contratações separadas, se mais vantajoso. Inclui-se nessa situação a necessidade de contratação de planos, ou mesmo de suas atualizações, como tratado no capítulo anterior, demandando planejamento que deve ficar claro no ETP, dentre licitações correlatas ou interdependentes. Em todos os casos, o ETP é o documento que deve registrar tais questões, de forma a apoiar a estruturação das contratações e avaliações da SAC visando aceitação de termos de referência, anteprojetos ou projeto básico/executivo.

Será apresentado a seguir orientações para o desenvolvimento do Estudo de Viabilidade Técnica e Ambiental – EVTA.

3.1. Estudo de Viabilidade Técnica e Ambiental

O Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental - EVTEA é etapa importante do ciclo de desenvolvimento de um projeto, permitindo não somente avaliação de alternativas de investimentos, mas principalmente definição da melhor solução para atendimento ao objetivo definido. Como tratado anteriormente, deverá sempre ser considerada sua elaboração para apoio à decisão do gestor quanto a viabilidade da contratação de projetos e obras, devendo o gestor justificar no ETP a sua não elaboração, se for o caso, considerando na avaliação o escopo e porte das intervenções, dentre outros pontos que se façam necessários.

Importante observar que os estudos de viabilidade classicamente abordam 3 dimensões principais: técnica, econômica e ambiental. No caso dos aeroportos, entende-se que o componente econômico é tratado pelo Plano Aeroviário Nacional - PAN, planejamento do setor disponível no site do Ministério da Infraestrutura, em sua versão mais recente. Ao fazer a avaliação dos aeroportos em rede, o PAN adota dezenas de parâmetros de julgamento, desde questões sociais e de acessibilidade, até mesmo estimativas de custos de investimentos, operação e manutenção da infraestrutura. Nesse sentido, quando há definição pelo inves-

timento num determinado aeroporto, conforme alinhamento ao plano, tem-se que a dimensão econômica já foi tratada preliminarmente, de forma que este manual considerará assim a elaboração de um Estudo de Viabilidade Técnica e Ambiental - EVTA.

Para o EVTA de empreendimentos aeroportuários propõe-se que o desenvolvimento seja feito de forma a permitir entregas parciais, a serem aprovadas preliminarmente para posterior elaboração da próxima etapa. Esse procedimento pretende reduzir retrabalhos e facilitar o desenvolvimento dos estudos.

Dessa forma, serão previstas 3 (três) entregas parciais: Relatório de Levantamentos e Diretrizes; Relatório de Estudo de Cenários; e Relatório de Estudo Preliminar.

Os entregáveis do EVTA são:

Entregável
Relatório de Levantamentos e Diretrizes
Relatório de Estudo de Cenários
Relatório de Estudo Preliminar

Observa-se, preliminarmente que devem ser adotados, sempre que possível, elementos adequados para facilitar o entendimento e compreensão geral do estudo, com acréscimo de fotos, esquemas gráficos, diagramas, histogramas, planilhas etc.

A seguir seguem detalhamentos das entregas parciais que compõem o EVTA.

3.1.1. Relatório de Levantamentos e Diretrizes

Nesse primeiro relatório a ser elaborado o foco é o levantamento da situação do aeroporto, inclusive questões ambientais e operacionais, assim como consolidação de diretrizes e premissas para o desenvolvimento das próximas etapas do EVTA e do projeto, caso viável o empreendimento.

Para o Relatório de Levantamentos e Diretrizes deverão ser desenvolvidos:

- Levantamento da situação atual: realizar a coleta de dados e informações de referência do aeroporto e entorno, que definam a condição existente, com todas as informações de interesse para o projeto,

tais como as questões patrimoniais, da infraestrutura, acesso viário, edificações, auxílios, instalações hidráulicas-sanitárias, drenagem, elétrica, telecomunicações etc, inclusive quanto as suas condições e estado de conservação. Planos como PBZPA e PZPANA devem ser consultados. Importante a identificação de projetos públicos e privados que possam interferir com o aeroporto, tais como obras rodoviárias, devendo ser realizada consulta ampla. Estudos e projetos elaborados anteriormente devem ser levantados, referenciados, avaliados e anexados ao relatório. Informações cadastrais e mesmo coletadas junto ao operador aeroportuário serão registradas e avaliadas. Importante alertar que muitas vezes o cadastro junto a ANAC não se encontra devidamente atualizado pelo operador, podendo haver divergência de condições. Deve ser feita avaliação preliminar de capacidade e níveis de serviço da situação atual. É fundamental que sejam apontadas as possibilidades de interligação com redes existentes de drenagem, energia, telecomunicações, abastecimento de água e esgotamento sanitário, assim como suas limitações. Obstáculos naturais e fatores de restrição para reformas ou ampliações deverão ser apresentados. Representação gráfica com a planta da situação existente, em nível de croqui, deverá ser apresentada.

- Diagnóstico ambiental: caracterizar a situação ambiental do aeroporto e de sua área de influência, identificando os aspectos físicos, bióticos e antrópicos. Passivos ambientais devem ser identificados, assim como licenças vigentes, incluindo licença de operação. Devem ser levantadas quanto ao entorno as unidades de conservação, áreas indígenas e quilombolas e também fatores restritivos de uso do solo, advindos de planos municipais.
- Estudos de dados operacionais: devem ser levantadas e compatibilizadas todas as informações operacionais disponíveis, assim como realizadas pesquisas complementares, com apresentação de avaliação crítica.
- Estudos de projeção de demanda e definição de horizonte de projeto: devem ser levantadas e compatibilizadas todas as informações de projeções de demanda disponibilizadas, assim como pesquisas e estudos complementares realizados, com apresentação de uma avaliação crítica. Indicar os municípios que compõem a área de influência de atendimento do aeroporto, assim como o horizonte de projeto a ser atendido deverá ser registrado.
- Escopo de intervenções: definir previamente as intervenções neces-

sárias, de forma a permitir o desenvolvimento na próxima etapa dos cenários de investimentos.

- Referências técnicas: deverão ser listadas todas as referências necessárias ao desenvolvimento dos projetos.

3.1.2. Relatório de Estudo de Cenários

A segunda entrega parcial procederá a avaliação dos cenários de investimentos sob os aspectos técnicos e ambientais, com base no Relatório de Levantamentos e Diretrizes, devidamente aprovado. Essa entrega será denominada de Relatório de Estudo de Cenários.

Entende-se a possibilidade de definição de cenário como uma avaliação ampla quanto as possibilidades de investimento, definindo para cada cenário a ser estudado diferentes diretrizes de aeronaves críticas, em diferentes situações operacionais, com a variação de destinos de voos e estudo de peso máximo de decolagem da aeronave a ser adotado, ou ainda prevendo operações visual ou instrumentada.

Podem, a depender do caso, serem requisitados cenários mais específicos, com avaliação de alternativas de investimentos para atendimento a uma mesma diretriz de aeronave, destino e tipo de operação, possibilitando, por exemplo, avaliar diferentes locações para as novas infraestruturas, ou mesmo alternativas de soluções de ampliações da infraestrutura e/ou edificações.

Deverão ser desenvolvidos para o Relatório de Estudo de Cenários:

- Estudo técnico e ambiental: para cada cenário, deverá ser realizado um estudo de concepção, inclusive com memória de dimensionamento. Um memorial descritivo sintético deve ser apresentado, assim como um croqui com identificação clara das intervenções propostas, inclusive demolições e desapropriações necessárias, com de coordenadas georreferenciadas. Também deve ser elaborada uma estimativa de quantidades e custos. Para as estimativas de custos deverá ser observado o capítulo 8 deste Manual de Projetos. Um cronograma geral para conclusão de cada cenário deve ser desenvolvido e conter, além de um etapeamento macro de execução da obra, minimamente as seguintes etapas necessárias: à contratação de estudos, projetos e obra; aos levantamentos de condições locais; à elaboração do projeto de engenharia; aos prazos de aprovações e autorizações dos projetos junto aos órgãos envolvidos, tais como

ANAC, DECEA e Corpo de Bombeiros; ao recebimento da obra etc. Impactos à operação do aeroporto devem ser apontados, reportando a necessidade, por exemplo, de suspensão de operações. Devem ainda serem caracterizados e estimados os impactos ambientais para cada cenário. Alternativas às restrições quanto a obstáculos ou mesmo desapropriações, se for o caso, devem ser apresentadas.

- Avaliação dos cenários: deve ser realizada uma avaliação multicritério dos cenários, com base na comparação dos cenários desenvolvidos, com indicação do melhor cenário para atendimento às diretrizes traçadas. Os parâmetros da avaliação devem ser devidamente definidos e descritos, considerando, por exemplo, a comparação do escopo das intervenções e suas capacidades, as estimativas de custos e prazos, assim como os impactos ambientais quantificáveis. A metodologia de avaliação deve ser apresentada e embasada, visando a melhor solução, preferencialmente com adoção de métodos consagrados de apoio a tomada de decisão com a objetividade necessária, tais como matriz SWOT, matriz de ponderação ou matriz de decisão. O ranqueamento dos cenários será apresentado e o melhor devidamente identificado.

3.1.3. Relatório de Estudo Preliminar

A terceira e última entrega parcial do EVTA corresponde ao desenvolvimento simplificado do cenário selecionado na entrega anterior e será denominado Relatório de Estudo Preliminar. Deve apresentar:

- Estudo de geometria e leiaute: com base em topografia existente ou modelos de terreno públicos, deve ser desenvolvido um estudo de geometria da infraestrutura e leiaute das edificações, com base no croqui apresentado no relatório anterior. As representações gráficas deverão conter ao menos plantas de situação, implantação, plantas baixas e cortes. O Memorial descritivo sintético, estimativa de quantidade e custos e o cronograma, também registrados no relatório anterior, devem ser consolidados e podem ser complementados, de forma a permitir a efetiva caracterização do empreendimento, ainda em nível de estudo. Destaca-se que essa caracterização precisará atender ao início do processo de licenciamento ambiental.
- Proposta de medidas ambientais: devem ser apresentadas medidas para evitar ou reduzir impactos ambientais do cenário escolhido, assim como medidas compensatórias, se for o caso. Não somente

os impactos relativos à execução de obras devem ser considerados, mas também a solução de passivos identificados e mesmo os impactos da futura operação do aeroporto. Deve ser avaliada previamente a legislação ambiental para enquadramento do empreendimento quanto aos estudos e planos ambientais que deverão ser realizados, com a apresentação de um cronograma de marcos para o processo de licenciamento ambiental, compatibilizado com o cronograma do empreendimento. Devem ser detalhadas nesse cronograma as atividades necessárias desde a consulta ao órgão ambiental responsável para emissão de termo de referência para estudos e planos, até o desenvolvimento dos mesmos e os prazos estimados de licenciamento.

- Programa de necessidades: deve ser apresentado um programa de necessidades para o empreendimento, delimitando requisitos, diretrizes e premissas para o desenvolvimento dos projetos, permitindo assim a evolução do EVTA para um anteprojeto ou mesmo projeto básico. Nessa parte, devem ser determinadas as exigências de caráter prescritivo ou mesmo de desempenho.
- Conclusões e recomendações: o EVTA deverá ser encerrado com considerações gerais do empreendimento, sinalizando claramente pela viabilidade ou não do empreendimento, conforme avaliação ampla e abrangente realizada. Devem ser indicados eventuais pontos de atenção, assim como encaminhamentos para prosseguimento da próxima etapa de desenvolvimento dos projetos. Caso se defina pela inviabilidade do empreendimento, devem ser apresentadas considerações quanto as limitações que serão impostas ao aeroporto, desde degradação das suas condições, assim como restrições à sua capacidade operacional no atendimento à população da região afetada.

3.2. Referências

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 jun. 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18666cons.htm <Acesso em: 02 abr. 2021>

BRASIL. Lei nº 14.133, de 01 de abril de 2021. Institui a Lei de Licitações e Contratos Administrativos; Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm <Acesso em: 21 jun. 2021>

CAPÍTULO IV

PLANEJAMENTO DO PROJETO



4. Planejamento do Projeto

Quanto maior for o tempo gasto com planejamento em todas as fases do ciclo de vida do projeto, maiores as chances de sucesso do mesmo (CLELAND, 1999).

Um projeto é um empreendimento temporário, com um início e um fim, que visa criar valor através de um produto, serviço ou resultado. O planejamento do projeto consiste em analisar de forma detalhada como alcançar os objetivos traçados, considerando todos os requisitos, restrições, premissas e riscos identificados na fase de iniciação do projeto, buscando organizar o trabalho necessário antes de sua realização, tendo em vista a otimização do tempo, custos e recursos necessários.

4.1. Escopo

O termo Escopo é definido pelo conjunto de produtos, serviços e resultados a serem fornecidos por um projeto. De acordo com PMBOK (PMI, 2018), o gerenciamento de escopo inclui os processos necessários para assegurar que o projeto contemple todo o trabalho, e apenas o necessário, para que termine com sucesso.

Para planejar o escopo de um projeto aeroportuário é importante conhecer projetos similares realizados anteriormente, preferencialmente da localidade em questão, tendo em vista que cada aeroporto pode variar em tamanho, localização, tipo de operação e demanda de passageiros, estrutura de governança, valores, cultura organizacional, dentre outros fatores que podem impactar no planejamento.

É relevante consultar informações sobre o setor e realizar análise de Dados Operacionais. Assim como coletar informações com especialistas da área e realizar reuniões com a equipe responsável pelo aeroporto, contratante, SAC e demais partes interessadas (Figura 4-1), tendo em vista que os interesses destes indivíduos ou organizações podem impactar positivamente ou negativamente no sucesso do projeto. Por exemplo, a consulta prévia à órgãos ambientais é uma etapa importante a ser realizada, tendo em vista evitar a não previsão de todas as ações necessárias para emissão de licenças e atendimento à condicionantes ambientais e sanitárias que são fatores críticos para o sucesso de um projeto aeroportuário. Recomenda-se consultar diretrizes no capítulo de Condições Locais deste manual para apoio nesta etapa de coleta de dados para desenvolvimento do escopo do projeto.

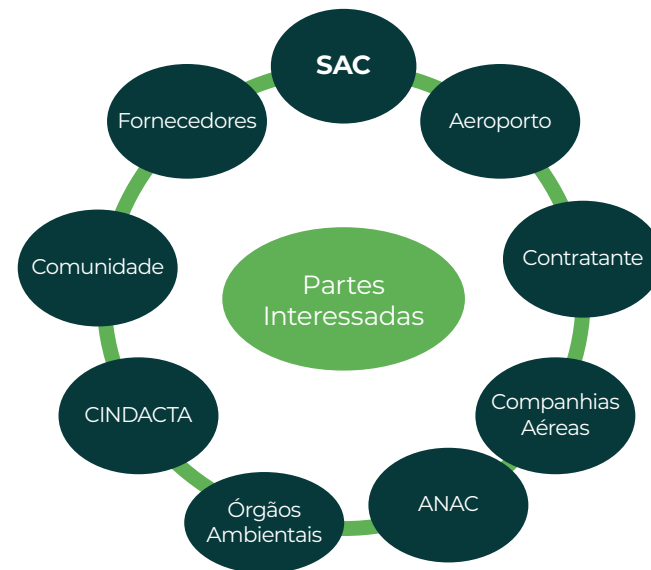


Figura 4-1: Partes Interessadas Projetos Aeroportuários

A coleta desses requisitos pode ser realizada através de técnicas como entrevistas, grupos de foco, workshops de facilitação, brainstorming, mapas mentais, dentre outras. Após finalização desta etapa, os requisitos e necessidades das partes interessadas deverão ser documentados e servir de base para a definição do escopo do projeto que consiste no desenvolvimento de uma descrição detalhada do projeto atendendo aos requisitos e critérios de aceitação definidos por este manual.

Após definição do escopo, deverá ser elaborada a EAP – Estrutura Analítica do Projeto. Este processo consiste na decomposição hierárquica das entregas e trabalho a ser desenvolvido pela equipe do projeto em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis. A EAP organiza e define o escopo total do projeto.

A técnica de decomposição consiste na divisão e subdivisão do escopo do projeto em partes menores. De acordo com PMBOK (PMI, 2018), o pacote de trabalho é o trabalho definido no nível mais baixo da EAP para o qual o custo e a duração podem ser estimados e gerenciados, sendo este orientado com frequência pelo grau de controle necessário para gerenciar o projeto de forma eficaz, podendo variar em função da complexidade do projeto.

Há disponíveis no mercado muitas ferramentas para construção de Estruturas Analíticas de Projeto, alguns inclusive gratuitos. Essas ferramentas podem auxiliar nessa construção sendo recomendável que apresentem interoperabilidade com MsProject, Primavera ou similar, possibilitando a continuidade ao desenvolvimento do cronograma.

Para dar suporte ao entendimento da EAP, deverá ser elaborado o dicionário EAP contemplando informações detalhadas sobre entregas, tais como descrição do trabalho, premissas e restrições, marcos do cronograma, recursos necessários, critérios de aceitação, requisitos, dentre outros.

O processo de formalização da aceitação das entregas concluídas do projeto é denominado validação do escopo e é realizado ao longo do desenvolvimento do projeto e aumenta a probabilidade de aceitação final deste.

Alterações no escopo podem ser feitas quando tecnicamente necessário e justificável, desde que em alinhamento e comunicação prévia com as partes interessadas, sempre considerando a necessidade de anuência final da SAC.

Os principais entregáveis requisitados pela SAC nesta etapa são a EAP e dicionário EAP, além da declaração de escopo, que nos projetos desenvolvidos de acordo com a metodologia BIM será utilizada como informação de referência para elaboração do Plano de Execução BIM (PEB). A matriz de requisitos não será exigida, uma vez que este manual apresenta os requisitos necessários para os entregáveis do projeto e devendo ser referenciado.

Os entregáveis de escopo são:

Entregável
Declaração de escopo
Estrutura Analítica de Projetos - EAP
Dicionário EAP

Os entregáveis referentes ao escopo deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Declaração de escopo:** documento que registra as entregas do projeto e o trabalho necessário para executá-las, delimitando a atuação entre as partes, elencando todos os detalhes sobre a realização do projeto, assim como premissas e restrições consideradas e itens

que não serão contemplados (não escopo) e possam causar interferências.

- b) **Estrutura Analítica de Projetos – EAP:** parte da declaração de escopo contendo a definição de entregas do projeto e sua decomposição em pacotes de trabalho, apresentando uma visão estruturada das entregas de forma gráfica, sendo base para cronogramas e orçamentos.
- c) **Dicionário EAP:** parte da declaração de escopo contendo as informações detalhadas de cada elemento da EAP e as informações de como esse trabalho será realizado. Descreve os marcos do cronograma, os critérios de aceitação, duração, interdependências e outras informações sobre o pacote de trabalho.

4.2. Cronograma de Projeto

Corresponde a um documento, em formato de planilha/gráfico, que descreve a lista de atividades, entregas e marcos do projeto, com datas planejadas de início e término, duração de recursos atribuídos a cada atividade e respectivo sequenciamento. Trata-se de uma ferramenta fundamental para o planejamento e controle do projeto.

O entregável de cronograma é:

Entregável
Cronograma de Desenvolvimento do Projeto

Desenvolver um cronograma é uma mistura de arte e ciência, pois envolve a interpretação de resultados do planejamento do projeto para verificação, entre outras coisas, das datas de início e o término das atividades e o sequenciamento.

Segundo o PMBOK (PMI, 2018), o gerenciamento de cronograma inclui os processos requeridos para assegurar a conclusão do projeto no prazo previsto, quais sejam:

- a) Planejar o gerenciamento do cronograma: estabelece políticas e procedimentos para planejar, desenvolver, gerenciar e controlar o cronograma.
- b) Definir as atividades: identifica as atividades específicas para produ-

- zir as entregas do projeto.
- c) Sequenciar as atividades: identifica as atividades e documenta as relações de dependência entre as atividades.
- d) Estimar os recursos das atividades: estima o tipo e quantidade dos recursos necessários entre as atividades.
- e) Estimar a duração da atividade: estima quantos períodos de trabalho são necessários para completar cada atividade.
- f) Desenvolver o cronograma: analisa a sequência das atividades, duração, recursos e restrições para criar o cronograma.
- g) Controlar o cronograma: controlar as mudanças no cronograma.

A partir da EAP definida para o projeto, as entregas previstas deverão ser quebradas em pacotes de trabalho passíveis de controle durante a execução das atividades. As sequências de trabalho serão planejadas de forma a predizer ações a serem tomadas, adotando-se, preferencialmente, a medida de tempo em semanas para duração.

As principais fases e marcos do projeto também deverão ser apresentadas no cronograma. O desenvolvimento do cronograma é usualmente realizado com a utilização de ferramentas que facilitam a manipulação rápida e eficiente dos dados de planejamento do projeto.

Para estimativa de duração das atividades, recomenda-se, dentre outras, a consulta às partes interessadas, a adoção da técnica de brainstorming com especialistas, a estimativa paramétrica baseada em registros confiáveis de projetos anteriores com escopo similar, verificando também o desempenho do projeto, análises de risco e lições aprendidas que proporcionem melhor entendimento de como estes projetos foram estruturados.

A coleta de informações é um passo fundamental para plena compreensão do tipo e complexidade do projeto, assim como seus requisitos mínimos. Para tal, recomenda-se consultar ainda os demais capítulos deste manual e manter constante comunicação com todos os profissionais envolvidos no projeto durante o processo de elaboração do cronograma para um eficiente sequenciamento das atividades.

Nesse sentido, sobre a apresentação de marcos no cronograma, para projetos que adotem a metodologia BIM, considerando a etapa de Projeto Básico, deve ser considerado no cronograma uma estrutura incremental de entregas a ser prevista durante a fase de desenvolvimento do projeto, em pontos chaves para tomada de decisão sobre o projeto. Desta forma, o cronograma desses pro-

jetos deverá contemplar a apresentação dos marcos referentes às entregas parciais, da seguinte forma:

A **primeira entrega** contempla o Plano de Execução BIM (PEB), objeto do próximo tópico.

Na **segunda entrega**, além do conjunto técnico produzido em alinhamento com o capítulo de Condições Locais deste Manual, a projetista deverá apresentar Relatório de Levantamento das Condições Locais, Projeto Geométrico, Leilante de Edificações, Relatório de Controle de Qualidade do Projeto e atualização do PEB.

A **terceira entrega** deverá apresentar o conceito que será adotado no projeto, focado para as principais especialidades de infraestrutura (Geométrico, Teraplenagem, Drenagem e Pavimentação) e edificações (Arquitetura, Estruturas e Sistemas), cuja solução possa impactar no conceito do projeto, em resposta ao alinhamento realizado na segunda entrega. A entrega deve ser feita em modelo federado, de forma a possibilitar a visualização tridimensional do projeto, tendo em vista promover melhor entendimento ao cliente e, principalmente, uma demonstração de atendimento aos requisitos normativos e de projeto. Essa entrega será acompanhada também por memoriais que demonstrem o dimensionamento, bom desempenho e capacidade técnica de execução dos referidos elementos de construção do projeto.

Por exemplo, na disciplina de estruturas, a projetista deverá apresentar as considerações de cargas adotadas, geometria das peças estruturais e clara definição da solução proposta, fornecendo modelo BIM (arquivos IFC e nativo), modelo federado, memorial descritivo e de cálculo que validem o conceito apresentado.

Nessa entrega, a Contratada também deverá apresentar Estimativas de Custos e Prazos para as diferentes soluções de projetos avaliadas, além de proposta de etapeamento da obra com utilização do modelo federado e Relatório de Controle de Qualidade do Projeto. O PEB, como nas demais entregas, deverá ser sempre atualizado.

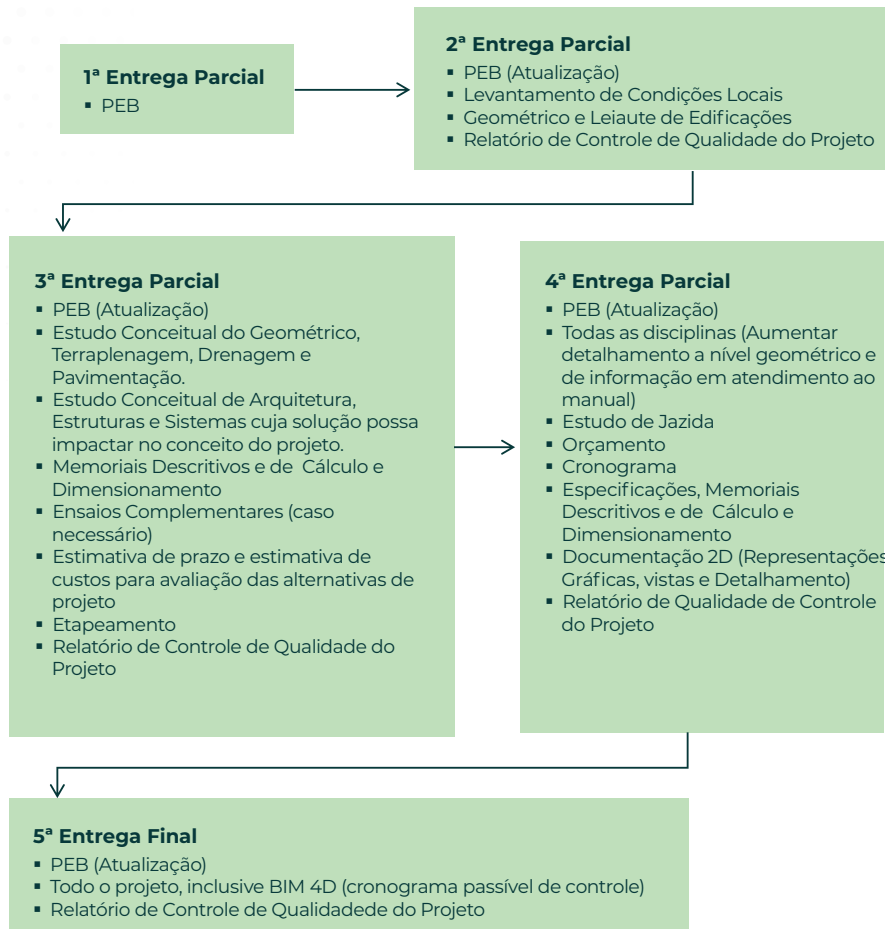
Cabe ressaltar que em projetos que considerem a adoção do BIM 6D, a análise energética deverá ser realizada nesta fase.

Essa etapa constitui base fundamental para o desenvolvimento da próxima etapa pela equipe de projetos, já que as principais especialidades serão desenvolvidas.

A **quarta entrega** será uma complementação da 3ª entrega, aumentando o nível de detalhe geométrico e de informações do modelo. Nessa entrega, a Contratada também deverá apresentar a documentação extraída a partir dos modelos (representações gráficas), além dos demais documentos integran-

tes do acervo técnico, alinhado com as diretrizes do capítulo de especialidades deste manual.

Na **quinta entrega**, deverá ser fornecido todo o acervo técnico do projeto e o modelo BIM 4D, cronograma vinculado aos objetos dos modelo.



Ainda, destaca-se que, a partir da segunda entrega parcial, todas as entregas deverão apresentar Relatório de Controle de Qualidade do Projeto assinado pelo responsável BIM do projeto, conforme requisitos apresentados no item 4.5.

Todas as entregas deverão ser fiscalizadas pelo delegatário, sendo necessária a emissão de relatório referente a análise realizada por este. Por conseguinte, todas as entregas deverão ser compartilhadas com a SAC, juntamente com esse relatório, para efeito de acompanhamento e orientações.

Devem ser considerados prazos para análise e revisões no cronograma. Apesar desta definição prévia de marcos no cronograma (entregas parciais), em caso de questionamentos ou questões que impactem o desenvolvimento do projeto, a SAC estará à disposição para alinhamentos necessários por meio de reuniões, tendo em vista promover celeridade no cumprimento do cronograma proposto pela projetista.

Caso a estratégia seja de licitação das obras de edificações e infraestrutura de forma apartada, recomenda-se avaliar, a partir da 3ª entrega, a separação do fluxo de entregas, possibilitando a elaboração independente dos projetos para as diferentes licitações de obras, apresentando sequência de entregas no cronograma.

O processo de entregas parciais do Projeto Básico foi mapeado conforme Figura 4-2 a seguir.

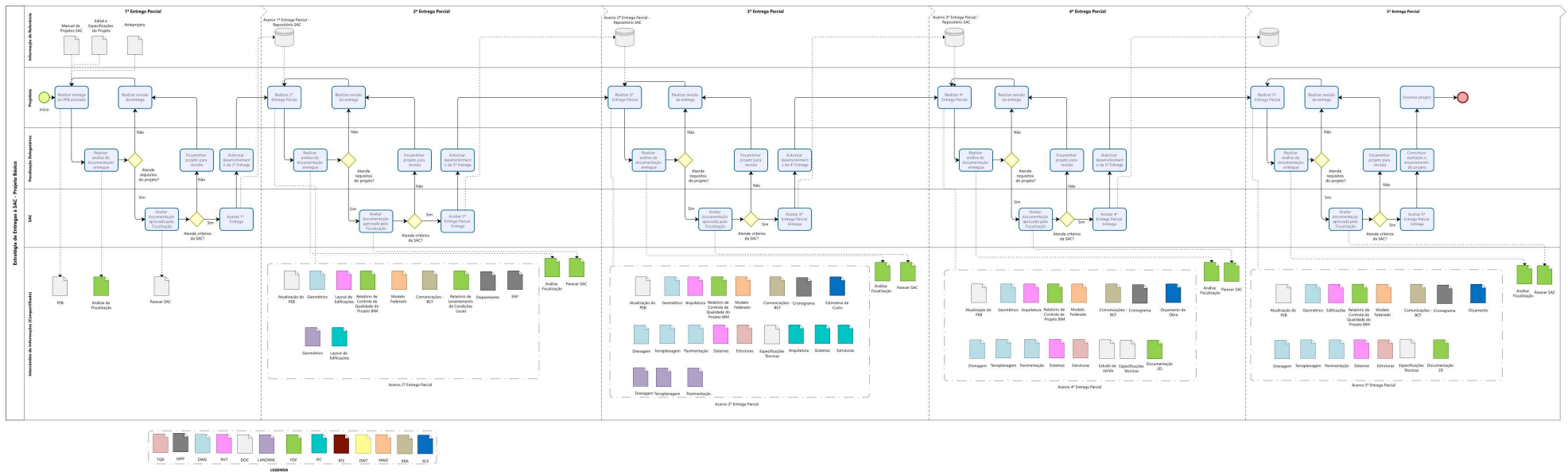


Figura 4-2: Processo de Entregas Parciais do Projeto Básico (Clique na imagem para ampliar)

O cronograma deverá ser desenvolvido com utilização da ferramenta MS Project, ou similar, que possibilite sequenciamento, definição de dependências entre as atividades e alocação de recursos.

No caso de projetos desenvolvidos com a metem BIM, o cronograma será submetido à SAC como parte naturalmente integrante do PEB, desde a primeira entrega do projeto.

Após aceitação, qualquer alteração deverá ser previamente comunicada, sendo necessária uma nova avaliação.

Independentemente do projeto adotar, ou não, a metodologia BIM, a projetista deverá informar o percentual de execução das etapas, para atualização do cronograma e monitoramento de desempenho do projeto, mensalmente, até o vigésimo quinto dia do mês.

No caso de desenvolvimento de um Anteprojeto, em atendimento à contratação integrada, recomenda-se a adoção do fluxo de entregas parciais acima definido, com devidos ajustes conforme escopo, sendo necessário alinhamento prévio com a SAC.

4.3. Gestão da Informação

Entregável

PEB Pré-Contrato (Facultativo)

PEB Pós-Contrato

O processo de gestão da informação descrito neste item, inclui a apresentação de requisitos de troca de informação (EIR) que deverão ser adotados para produção de informações do projeto, assim como orientações para o desenvolvimento do Plano de Execução BIM (PEB).

O Plano de Execução BIM (PEB) tem como principal objetivo estabelecer clara compreensão entre as partes chaves envolvidas no projeto quanto a seus papéis e responsabilidades e como o processo de modelagem da informação será conduzido, fiscalizado e acompanhado.

Esse plano é parte integrante e essencial de um projeto desenvolvido em BIM, pois facilitará a gestão da informação no projeto, de forma transparente, garantindo a disponibilidade da informação correta a todos os envolvidos, no tempo necessário e deve ser compreendido como um “documento vivo” a ser entregue juntamente com os modelos de informação do aeroporto, contendo informações que contemplem as etapas de planejamento, execução e operação do ativo aeroportuário.

A seguir serão apresentados tópicos e requisitos relevantes para desenvolvimento desse planejamento dos projetos desenvolvidos de acordo com a metodologia BIM.

4.3.1. Objetivos e Usos do Modelo

Os objetivos, a serem alcançados pela SAC através da aplicação do BIM, são os seguintes:

- a) Visualizar a solução do projeto para facilitar a interpretação e comunicação no projeto;

- b) Garantir a coordenação entre disciplinas do projeto;
- c) Aprimorar a qualidade no atendimento à requisitos normativos de projeto;
- d) Expandir a base de informações de projetos aeroportuários
- e) Aumentar a acurácia dos orçamentos de obras
- f) Desenvolver o planejamento de obras de forma mais realista;

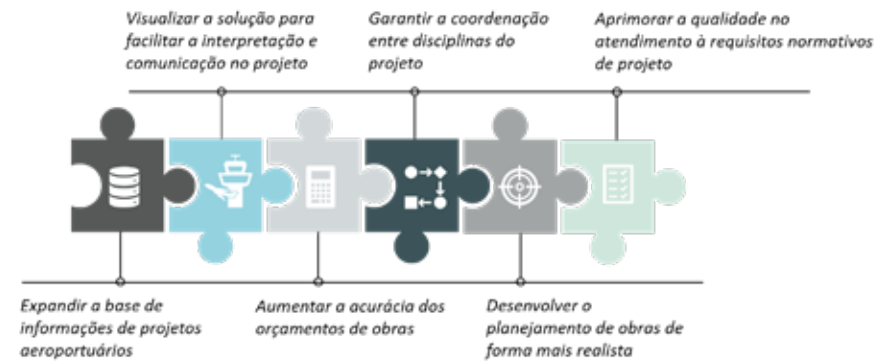


Figura 4-3: Objetivos da SAC com Implementação do BIM

Associados aos objetivos, foram selecionados usos de BIM para implementação nos projetos:

Tabela 4-1: Objetivos e Usos BIM Associados

Objetivo	Usos de BIM Associados
Visualizar a solução do projeto para facilitar a interpretação e comunicação no projeto	Visualização 3D de modelos
	Simulação da construção
Garantir a coordenação entre disciplinas do projeto	Coordenação 3D com Verificação de Conflitos
	Coordenar e colaborar através de sistema WEB/BCF (BIM Collaboration Format)

Objetivo	Usos de BIM Associados
Aprimorar a qualidade no atendimento à requisitos normativos de projeto	Validação Normativa
	Análise Luminotécnica
	Análise Estrutural
	Verificação de Qualidade de Modelo com Model Checker
Expandir a base de informações de projetos aeroportuários	Definição do Programa de Necessidades
	Modelagem de condições existentes
Aumentar a acurácia dos orçamentos de obras	Criação e Concepção com Modelos BIM
	Coordenação 3D com Verificação de Conflitos
	Levantamento Automatizado de Quantitativos de Materiais
Desenvolver o planejamento de obras de forma mais realista	Criação e Concepção com Modelos BIM
	Modelagem de condições existentes
	Planejamento das Etapas de Construção – BIM 4D

4.3.2. Nível de Definição

O Nível de Definição (LOD) é dividido em: (1) Nível de Detalhe – ND atributos gráfico-geométricos; e (2) Nível de Informação – NI para atributos não-geométricos ou alfanuméricos. Para cada disciplina do projeto é definido o nível requisitado de informação não-geométrica e atributos gráfico-geométrico. O Nível de Informação Necessária é um ponto de partida com requisitos mínimos para definir a qualidade, quantidade e granularidade dos requisitos de informação. No capítulo VII deste manual são apresentados ao final de cada especialidade qual o nível mínimo de desenvolvimento do modelo esperado pela SAC.

Ainda quanto ao nível de informação a ser apresentada, a equipe do projeto deverá apresentar em seu PEB, tabela quanto às diretrizes de modelagem, apresentando os elementos do projeto e no mínimo as seguintes colunas: etapa do projeto, nível de detalhe, nível de informação, classificação dos elementos de acordo com NBR 15965 e unidade de quantificação adotada quando for o caso.

Para melhor organização do modelo, também é requisitada a adoção de conjunto personalizado de propriedades definido pela SAC no Apêndice B deste manual, e que deve ser adotado tanto em arquivos autorais quanto abertos.

4.3.3. Estratégia de Gestão Documental

A organização do ambiente colaborativo onde será realizada a gestão documental é baseada no fluxo de informação definido pela norma ISO 19650-1. O fluxo de trabalho é definido pelos seguintes estados, ver Figura 4-4:

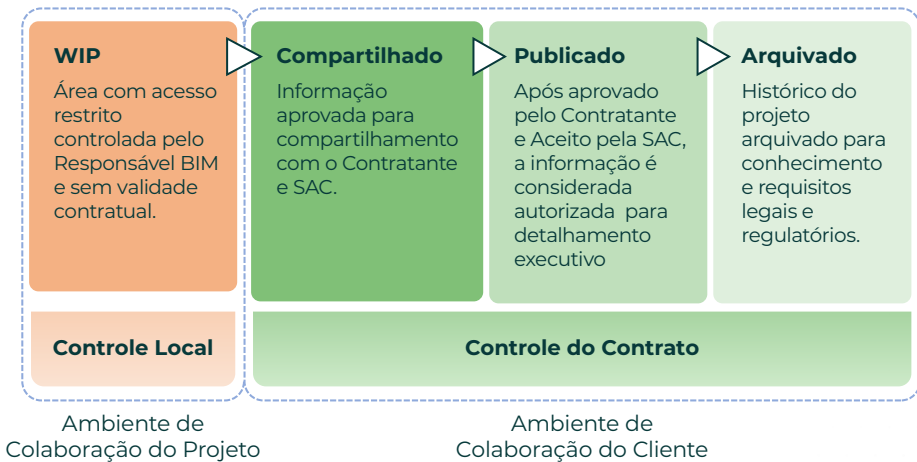


Figura 4-4: Estratégia de Gestão Documental

O primeiro estado do fluxo de trabalho do ambiente do ambiente comum de dados é designado como Trabalho em Andamento (*Work in Progress - WIP*), é de uso e controle exclusivo da equipe de responsável por produzir informações do projeto (Contratada), com controle local. O segundo, estado compartilhado, representa a transição da informação para o ambiente de colaboração do cliente, a ser estruturado pela SAC utilizando a plataforma Sharepoint, devidamente compartimentado nos estados denominados Compartilhado, Publicado e Arquivado.

Nesta plataforma serão estabelecidos os fluxos de trabalho e processos de aceitação/revisão de documentos. O modelo de informação e demais entregáveis, após revisão e validação pelo contratado (projetista), serão submetidos à Contratante e à SAC na pasta Compartilhado. Nesse ambiente, o Contratante deverá revisar e aprovar os entregáveis quando verificado que foram seguidos os métodos, procedimentos e níveis de definição requisitados por este manual, inclusive quanto ao cumprimento da nomenclatura dos contêineres de informação e pastas, constante no capítulo de Padronização do Acervo deste manual.

Nesse ambiente de colaboração do cliente também serão fornecidos pela SAC à Contratante e Contratada informações de referência sobre o projeto em elaboração. Todo o trabalho do Contratante será acompanhado e apoiado pela equipe da SAC, inclusive com a realização de reuniões que ocorrerão, preferencialmente, por videoconferências.

4.3.4. Estratégia de Comunicação

A ferramenta utilizada para estabelecer comunicação com a Secretaria de Aviação Civil no ambiente colaborativo do contrato será o MS Teams, disponível no ambiente do cliente, além de outras ferramentas que possam ser disponibilizadas pelo Ministério da Infraestrutura.

Porém, ressalva-se que a empresa contratada também deverá estabelecer suas ferramentas para comunicação interna com sua equipe de trabalho e com Contratante.

4.3.5. Requisitos Gerais de BIM

Será adotado o termo Requisitos de Troca de Informações (Exchange Information Requirement - EIR) para requisitos para produção de informação definidos pela Contratante (Compromissário) e SAC, através deste Manual de Projetos Aeroportuários.

Esses requisitos deverão ser considerados no processo de modelagem da Informação de Construção, sendo registrados no edital de contratação e principalmente na confecção do PEB.

Ressalta-se ainda que, com o intuito de disseminar a implementação da metodologia BIM (Building Information Modeling) nacionalmente, é requisitado o fornecimento dos objetos BIM desenvolvidos durante o projeto contratado com recursos desta Secretaria Nacional de Aviação Civil, assim como transferência dos direitos de uso desses objetos à SAC.

Esses objetos devem atender ao regulamento técnico da ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial) que institui critérios e requisitos mínimos para disponibilização na Biblioteca Nacional na plataforma BIM BR mantendo o padrão de qualidade e consistência dos dados carregados na Plataforma. O referido regulamento está disponível por meio eletrônico através da Plataforma BIMBR do site: <https://plataformabimbr.abdi.com.br>.

O Plano de Execução BIM será adotado apenas para projetos que adotem a metodologia BIM e será responsável em definir como o processo de modelagem da informação será conduzido ao longo do ciclo de vida do projeto, esclarecendo papéis e responsabilidades, normas e processos a serem seguidos, sendo necessária sua contínua atualização.

Será dividido em dois estágios. O primeiro será o PEB Pré-Contrato, a ser apresentado pelos licitantes durante o processo licitatório e deverá ser submetido à SAC antes da contratação do projeto. Após homologação do Contrato, o PEB será complementado pela empresa Contratada e submetido à SAC para aceitação na primeira entrega parcial do projeto (PEB Pós-Contrato), conforme Figura 4-5.

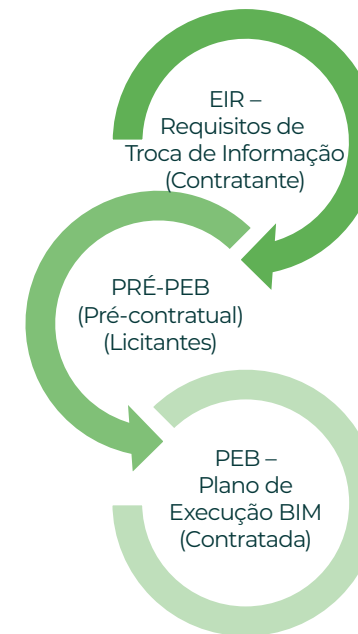


Figura 4-5: Sequência de desenvolvimento do PEB

Importante observar que ao primeiro estágio EIR, quando da elaboração do edital, a Contratante poderá acrescentar seus próprios requisitos aos Requerimentos do Cliente, em alinhamento com SAC.

A empresa projetista será responsável pelo desenvolvimento de modelos digitais de informação e pela qualidade deles. Necessitará do papel de Coordenador BIM ou BIM Manager em sua equipe para definir os processos e fluxos, validar e emitir relatórios de controle de qualidade dos modelos em BIM e toda documentação requerida em todas as entregas realizadas ao Contratante e SAC.

Ao adotar a metodologia BIM em seu processo, a Contratada estabelece um modelo de gestão centralizada em torno de modelos de informação, de forma completa e acessível a todos os membros da equipe, apresentando no PEB os papéis e reponsabilidades de cada um neste ambiente comum de dados.

Este manual de projetos deverá compor o conjunto de exigências da licitação, incluindo-se cláusula contratual com a previsão de que toda informação produzida durante o contrato será de propriedade da SAC, que poderá fazer uso dela dentro dos objetivos estabelecidos de implementação do BIM.

Para projetos em BIM, equipe de projeto deve dedicar especial atenção aos seguintes aspectos:

- a) Memoriais Descritivos e de Cálculo e Dimensionamento: estes documentos deverão apresentar vinculação com os modelos de informação ao qual se referem, de forma que haja plena correspondência entre modelo e documentos.
- b) Representações Gráficas (documentação 2D): Todas as representações deverão apresentar indicação que são diretamente provenientes do modelo de informação e total coerência com as informações desse. Caso seja apresentada qualquer informação distinta do modelo, esta deve ser expressamente descrita.
- c) Unidades: a mesma definição de unidades adotada no orçamento deverá ser obrigatoriamente utilizada no modelo e em todos os demais documentos.
- d) Memoriais de Quantificação de Serviços: Devem ser obtidas a partir dos modelos de informação. Poderá, quando detalhado e plenamente justificado, apresentar parte dessa quantificação advinda de outro detalhamento não executado em BIM. Porém, as extrações advindas do modelo de informação deverão representar no mínimo 60% do total previsto de materiais.
- e) Especificações Técnicas: Descrições de materiais, em conformidade com as informações constantes do modelo BIM.

- f) Modelos nativos/proprietário: deverão ser fornecidos modelos nativos que incluam todas as representações e vistas geradas, acompanhado de índice contendo informações como o código do documento, alinhado com capítulo de padronização deste manual, o modelo ao qual está vinculado e a expressa discriminação entre representações provenientes do modelo ou não. No caso de estudos geotécnicos, além do formato tradicional de entrega (doc, excel, pdf, CAD), o modelo nativo e IFC (ou outro formato aberto) deverá informar a posição e identificação dos locais onde foram realizados os ensaios de campo, vincular as informações associadas dos respectivos ensaios, estratigrafias correspondentes definidas de acordo com relatório e link para caracterização dos estratos. Os contêineres de informação não devem exceder o tamanho de 200 Mb.

4.3.5.1. Ferramentas

O responsável BIM da contratada poderá optar pela solução de ferramenta a ser adotada pela equipe de projeto, contanto que seja capaz dedesenvolver os modelos de ionformação com os níveis de definição requeridos, considerando os requisitos apresentados por este manual.

Além disso, o software escolhido deverá ser capaz de garantir o intercâmbio de informações em formato IFC mais atual, sem perda do conjunto de propriedades requeridos pela SAC (Apêndice B).

A Contratada apresentará, em seu PEB, a proposta de ferramenta que atenda a cada um dos usos BIM requisitados pela SAC, o que deverá ser apresentado em formato de mapa de software.

4.3.5.2. Equipe Técnica e Responsabilidades

A equipe técnica de projeto para projetos em BIM deverá apresentar experiência mínima de 2 anos em projetos similares em BIM e preferencialmente, titulação compatível. Recomenda-se que seja composta no mínimo por um Gerente BIM, um Coordenador BIM e uma equipe responsável pelo desenvolvimento das disciplinas do modelo digital.

Os papéis e responsabilidades de cada integrante da equipe de projeto deverão ser informados no Plano de Execução do Projeto (PEB) para melhor comunicação e colaboração durante o desenvolvimento do projeto.

Recomenda-se ao Contratante indicar os profissionais responsáveis pelo gerenciamento das informações, que assumam as atribuições e funções de gestão da informação ao longo da elaboração dos projetos.

Cabe ressaltar que para todas as atribuições e funções deverão ser sempre apresentados os aspectos quanto a competência, conhecimento e habilidades, necessária.

4.3.5.3. Permissionamento

A utilização da plataforma colaborativa será condicionada à definições de permissionamento que deverão ser solicitadas pela Contratante diretamente à SAC. Serão disponibilizadas as seguintes opções: leitura; ou edição.

4.3.6. PEB Pré-contrato

O documento PEB Pré-contrato é uma ferramenta de contratação que consiste na resposta de todos os licitantes ao Contratante quanto sua respectiva capacidade técnica quanto ao atendimento aos requisitos estabelecidos pela SAC.

Não é obrigatória a adoção do PEB Pré-contrato. Porém, pode auxiliar a comissão de licitação a verificar previamente a capacitação das empresas projetistas, sendo recomenda a adoção de Melhor técnica como critério de julgamento da licitação, devendo o edital apresentar os critérios de pontuação.

Consiste em documento com uma estrutura mais resumida que a do PEB e irá compor o conjunto técnico do processo licitatório de forma a apresentar, firmar e assumir o que se executará em termo de BIM. Posteriormente, será complementado pela Contratada e, assim, denominado como PEB do contrato.

Seu objetivo é apresentar, de forma clara, os usos de BIM a serem desenvolvidos na contratação, mapa de softwares necessários para o correto desenvolvimento desses usos, abordando tudo o que foi solicitado em termos de requisitos (EIR).

Além disso, definir equipe necessária para condução do projeto, sendo essa liderada por um Gerente BIM com titulação e/ou experiência comprovada.

O PEB Pré-contrato deverá ser solicitado durante processo licitatório e aceito para compor o conjunto técnico a ser licitado. Deverá apresentar, no mínimo, as informações apresentadas nos itens a seguir.

4.3.6.1. Informações Gerais do Projeto

Descrever os dados gerais, o objeto, o escopo e os requisitos do projeto, abordando a situação atual e o propósito de desenvolvimento do projeto, assim como agentes envolvidos no contrato. Apresentar documentos de referência quando houver.

Tabela 4-2: Dados Gerais do Contrato

Nome do Projeto	
Localização do Projeto	
Descrição (EIR)	*Incluir referências adicionais quando houver.
Entregáveis do Projeto	
Data de Início do Contrato	
Data de Encerramento do Contrato	

A Tabela 4-3 deve trazer a lista geral de representantes das entidades/empresas considerados contatos-chaves:

Tabela 4-3: Agentes Envolvidos no Contrato

Papel	Empresa	Nome	E-mail	Celular
Proprietário				
Projetistas				
Colaborador				
Contratante				
Controle de Qualidade				

4.3.6.2. Usos BIM Associados aos Objetivos

Consiste em apresentar os objetivos do projeto associados à metodologia BIM, alinhado aos definidos pela SAC por este manual.

Tabela 4-4: Contatos da Equipe Técnica

Descrição do Objetivo	Prioridade	Usos BIM Associados

4.3.6.3. Principais Marcos do Projeto

Apresentar como ocorrerá o desenvolvimento do contrato, quais as atividades e entregas previstas. Descrever as principais fases e principais marcos do contrato relativos à entrega de informações. Além disso, deverá fornecer um cronograma do Projeto (MS Project ou similar) contemplando o planejamento proposto.

4.3.6.4. Equipe Técnica e Responsabilidades

Apresentar informações sobre a equipe técnica que será alocada no projeto, seus respectivos nomes, contatos conforme da Tabela 4-5 e perfil técnico conforme Tabela 4-6.

Tabela 4-5: Contatos da Equipe Técnica

Papel	Empresa	Nome	E-mail	Localização	Celular
BIM Manager					

Tabela 4-6: Perfil Técnico

Papel Primário	Papel Secundário	Nível de Competência (Qualificação)	Anos de Experiência	Nomes

Apresentar os papéis elencados para projetos e respectivas responsabilidades conforme Tabela 4-7. Não confundir papéis BIM com atribuições profissio-

nais. Cabe ainda ressaltar que uma mesma pessoa pode assumir mais de um papel, caso necessário.

Tabela 4-7: Papéis e Responsabilidades

Papéis	Responsabilidades
Ex.: BIM Manager	Definir os objetivos e usos do BIM do cliente Desenvolva o plano do projeto Propor e coordenar a definição, implementação e cumprimento do Plano de Execução BIM (PEB) Aplicar workflows no projeto Estabelecer fluxos de trabalho e gerenciamento de requisitos Gerenciar riscos de qualidade e controle Monitorar e relatar o andamento e status do projeto Gerencia a transmissão da informação do projeto ao promotor ou cliente Apoiar o trabalho colaborativo e coordenar a Equipe do Projeto

Definir, ainda, a responsabilidade de cada pessoa em relação aos entregáveis do projeto. Será requisitada a apresentação da matriz de responsabilidades (RACI).

4.3.6.5. Infraestrutura Tecnológica

Consiste em apresentar as informações sobre recursos de infraestrutura tecnológica e de software que a Contratada planeja adotar para apoiar o desenvolvimento do projeto em BIM, conforme aplicação e disposto nas Tabelas 4-8 e 4-9:

Tabela 4-8: Ferramentas utilizadas no projeto

Aplicação	Software	Versão	Extensão
Ex.: Projeto de Terraplenagem	Autodesk AutoCAD Civil 3D	2020	.dwg, .ifc e .landxml
Ex.: Projeto de Drenagem	Autodesk AutoCAD Civil 3D	2020	.dwg, .ifc e .landxml

Tabela 4-9: Ferramentas utilizadas no projeto

Propósito	CPU	Memória RAM	Adaptador de Vídeo	Sistema Operacional	HD
Ex.: Visualização e Análise de Dados	Core i7 8th Gen	16 GB	NVIDIA GeForce GTX 1050 Ti	Microsoft® Windows® 10 64 bits Enterprise ou Pro	SSD 500 GB
Ex.: Modelagem 3D (concepção y análise)	Core i7 8th Gen	16 GB	NVIDIA GeForce GTX 1050 Ti	Microsoft® Windows® 10 64 bits Enterprise ou Pro	SSD 500 GB

4.3.7. PEB Pós-contrato

O Plano de Execução BIM é o documento chave para a implementação com êxito do BIM em um projeto. De acordo com The New Zealand BIM Handbook (2019), consiste em um documento vivo e que pode ser atualizado ao longo da fase de desenho e construção. Atribui responsabilidades chaves e define os processos, procedimentos e ferramentas a serem utilizadas.

A contratada, no prazo sugerido de 30 dias após ordem de serviço do contrato, deverá apresentar o seu PEB contendo, no mínimo, as seguintes informações:

4.3.7.1. Objetivos e Descrição do Projeto

Descrever o objeto do contrato e o escopo do projeto. Apresentar documentos de referência quando houver, complementando as informações fornecidas do PEB pré-contrato.

4.3.7.2. Controle de Versão

Manter no PEB campo com controle de versões, informando o escopo das alterações realizadas do início ao final do projeto, tendo em vista as atualizações que serão realizadas.

4.3.7.3. Principais Marcos do Projeto

Descrever as principais fases e marcos do contrato, por meio de um cronograma de desenvolvimento do projeto, apresentando os marcos de entregas parciais (ferramenta MS Project, ou similar).

4.3.7.4. Equipe Técnica e Responsabilidades

Apresentar informações sobre a equipe técnica que será alocada no projeto, descrevendo o papel e responsabilidade de cada pessoa em relação aos entregáveis do projeto com utilização de uma matriz de responsabilidade e organograma. Apenas complementar o PEB Pré-contrato.

4.3.7.5. Objetivos BIM e Estratégia

Informar os objetivos específicos que serão atingidos, em atenção ao EIR e qual a estratégia para alcançá-los. Apresentar as informações e tabelas do PEB pré-contratual sendo possível apenas adicionar usos BIM.

4.3.7.6. Entregáveis do Projeto

Apresentar Plano Mestre de Entrega de Informações (MIDP) e Plano de Entrega de Tarefas (TIDP), conforme ISO 19650-2, para gerenciamento das informações ao longo do ciclo de vida do projeto. Decrever o papel e responsabilidade de cada pessoa em relação aos entregáveis do projeto e quais os protocolos e procedimentos adotados para realizar a entrega.

4.3.7.7. Infraestrutura Tecnológica

Neste item, o responsável BIM da Contratada deverá apresentar informações quanto as plataformas e ferramentas utilizadas, formatos de intercâmbio de arquivos e Computadores/Hardware que serão utilizados no projeto. Além das informações apresentadas no PEB pré-contrato, inserir mapa de softwares.

4.3.7.8. Processos e Requisitos BIM

Apresentar o desenvolvimento de Processos adotados no desenvolvimento dos modelos de informação da construção. Consiste no mapeamento de fluxos de trabalho adotados pela equipe de projeto, utilizando notação BPM.

4.3.7.9. Controle de Qualidade

Atender ao item de Controle de Qualidade deste manual e apresentar no PEB informações quanto à responsabilidade e frequência das verificações. Ressalta-se, ainda, que todas as entregas realizadas pela Contratada devem anexar relatório elaborado por um coordenador BIM, denominado Relatório de Controle de Qualidade – RCQ e as informações da Tabela 4-10 no PEB.

Tabela 4-10: Verificações de qualidade realizadas no projeto

Tipo de Verificação	Definição	Respon-sável	Fase do Projeto	Fre-quência
Verificação Visual	Verificar se os requisitos foram atendidos e se há componentes/ objetos indesejados no modelo			
Análise de interferências	Identificar problemas de coordenação entre disciplinas			
Revisão do Projeto	Promover solução de interferências			
Alertas do Software de Autoria	Mensagens de alertas geradas pelos softwares de modelagem			
Checagem de integridade do modelo	Garantir integridade do modelo, em alinhamento a usos BIM, especificações SAC e Contratante e padrões legais			

4.3.7.10. Estrutura de Informação dos Modelos

Apresentar no PEB o Sistema de Classificação dos Elementos Construtivos, conforme capítulo V deste manual e demais itens apresentados a seguir.

4.3.7.10.1. Sistemas de Referência

Indicar o sistema de referência de coordenadas adotado no projeto. (Tabela 4-11)

Tabela 4-11: Sistemas de coordenadas

DATUM - Projeto		
DATUM – Elevação (Altura Geométrica)		
Localização do Projeto	E	N
Posição do Modelo	Graus	

4.3.7.10.2. Organização do Modelo

Consiste em apresentar a forma de organização e estruturação do modelo por disciplinas, estabelecer a estratégia de federação a ser adotada no projeto de forma detalhada e divisão do trabalho em contêineres de informação, conforme ISO 19650-2. Apresentar ainda, ilustração da referida estratégia.

4.3.7.10.3. Definições

Representar visualmente no PEB a definição de eixos principais do projeto, assim como respectivas nomenclaturas e localizações (coordenadas).

4.3.7.10.4. Sistema Métrico

Indicar o sistema métrico adotado no projeto.

4.3.7.10.5. Tolerâncias para Coordenação

Apresentar os critérios de tolerâncias, conforme exemplificado na Tabela 4-12, devendo atentar para possibilidade de redução progressiva das tolerâncias adotadas ao longo do ciclo do projeto. Os valores abaixo foram adotados apenas como exemplo, não configuram requisitos.

Tabela 4-12: Tolerâncias adotadas

Disciplina	Fase Conceitual	Projeto Básico
Arquitetura vs outra especialidade	N/A	≈ 100 mm
Estrutura vs outra especialidade	N/A	≈ 100 mm
Sistemas Mecânicos vs outra especialidade	N/A	≈ 100 mm

4.3.7.10.6. Matriz de Responsabilidade

A contratada deverá apresentar matriz de responsabilidade que deve identificar qual a informação será produzida, quando a informação será compartilhada e entregue e qual equipe será responsável por sua produção. Ainda, deve-se classificar elementos da referida matriz de acordo com NBR 15965.

4.4. Controle de Desenvolvimento

Os projetos serão acompanhados ao longo de sua execução pela Contratante e SAC, de forma a monitorar o desenvolvimento de todas as atividades de acordo com o planejado, quanto ao prazo, escopo e custo.

Nesse sentido, serão utilizadas as atualizações mensais do cronograma físico-financeiro de desenvolvimento do projeto controle e monitoramento da SAC quanto ao prazo, escopo e custo do projeto.

4.4.1. Prazo

Durante o desenvolvimento do projeto, mensalmente, deverá ser encaminhada à SAC pela Contratante a atualização do cronograma, que apresente os marcos do projeto e respectivas datas originais (linha de base aprovada) e modificações, provendo as respectivas justificativas das alterações e, em caso de atraso nas entregas, a apresentação da estratégia de recuperação.

O número de revisões do cronograma será monitorado e o relatório deverá conter, ainda, dados de atualização do percentual concluído de atividades do projeto.

A técnica de controle adotada será a de acompanhamento de marcos, por análise de tendência de marcos (Milestone Trend Analysis – MTA), sendo gerado pela SAC um gráfico visual sobre o desempenho de marcos mais importantes do projeto, de forma objetiva e de fácil visualização.

1.1.1 Escopo

O escopo definido para o desenvolvimento do projeto terá sua performance monitorada pela SAC. Tanto referente ao percentual de itens entregues pelo gestor, como em relação ao nível percentual de atendimento dos entregáveis aos requisitos estabelecidos por este Manual, tendo em vista a necessidade de acompanhamento da qualidade técnica do produto.

Além disso, a SAC também acompanhará a porcentagem de premissas críticas que sofreram mudança ao longo do projeto e o número de reuniões de revisão de mudança de escopo.

4.4.2. Custo

A SAC também exercerá acompanhamento e controle quanto à evolução das estimativas de custos do projeto, sempre observando a legislação em vigor, bem como a necessária vinculação com o escopo declarado e condicionantes prévias de contratação.

4.5. Controle de Qualidade

Em cada entrega de fase de projeto, deve ser apresentado um **Relatório de Controle de Qualidade do Projeto**, incluindo quadro apresentado na Tabela 4-16, e demais considerações do item 4.5, preenchido e assinado pelo Responsável Técnico geral do projeto, atestando que o pacote técnico entregue respeita os critérios de controle de qualidade ora descritos.

Entregável
Relatório de Controle de Qualidade do Projeto

4.5.1. Controle de Qualidade do Modelo

Com a expansão dos usos dos Modelos BIM em diferentes esferas da Indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) o Controle da Qualidade (*Quality Control* – QC) do modelo tem se tornado uma “*questão de importância fundamental*” (SACKS ET AL. 2018, p.96).

O QC do modelo é certamente um dos aspectos mais importantes para o desenvolvimento de conteúdos em BIM (WEYGANT, 2011, p.141). Assim como a colaboração, o QC e a Garantia de Qualidade (*Quality Assurance* – QA) da informação do Modelo são instrumentos valiosos para o desenvolvimento de projetos em BIM (MESSNER ET AL. 2019).

Usar um modelo BIM de qualidade no setor AECO ajuda os profissionais dessa indústria a economizarem tempo e dinheiro. A qualidade dos modelos mantém a consistência no compartilhamento de informações, aumentando o nível de segurança, no controle e na troca de informações de projeto.

A qualidade da informação de um modelo pode impactar significativamente na qualidade de um projeto, de uma construção ou da informação usada na manutenção de um edifício. Dito isto, é importante considerar que as organizações que trabalham com BIM precisam estabelecer processos de QC seguindo padrões, que sejam bem documentados e que permitam uma fácil implementação, de modo a obter a qualidade necessária e suficiente para cada uso do modelo BIM (MESSNER ET AL. 2019).

O QC, portanto, é uma parte determinante no desenvolvimento do modelo BIM, sendo útil para que as equipes de projeto possam estabelecer e documentar a sua estratégia geral com relação às informações (geométricas e não geométricas) contidas no modelo.

O QC deverá ser realizado a cada entrega parcial do projeto, tendo em vista os pré-requisitos contratuais, que irão estabelecer o tipo de informação a ser considerada e os entregáveis que podem se dar em forma de desenhos de documentação, modelos de informação, dados exportados modelo, etc. (WYEGANT, 2011). Esses pré-requisitos contratuais deverão orientar as equipes de projeto que deverão estabelecer e documentar as estratégias gerais para o QC do Modelo.

Para isso, essas equipes deverão definir e implementar procedimentos que permitam a garantia da qualidade dos modelos em toda as fases do projeto, assim como, antes das trocas de informação (MESSNER ET AL. 2019).

O QC das entregas deve ser realizado em cada atividade BIM principal, como nas etapas de revisão de projeto, reuniões de coordenação ou marcos estabelecidos pelas equipes. O padrão de qualidade dos dados a serem trocados serão estabelecidos no processo de planejamento e deve estar em acordo com os protocolos estabelecidos pelas equipes.

Padrões e protocolos internacionais e nacionais podem ser apropriados pelas equipes de projeto e serem considerados como padrão de referência. Se uma entrega não atender aos padrões estabelecidos, a razão pela qual a entrega está incorreta deverá ser investigada, a fim de ser evitada no futuro. A entrega precisa estar de acordo com os padrões exigidos pelo contratante e acordados pela equipe do projeto (MESSNER ET AL. 2019).

4.5.2. Garantia de Qualidade do Modelo

Para garantir a Qualidade do Modelo BIM, em todas as fases do ciclo de vida do projeto, é fundamental estabelecer um pré-planejamento, considerando o conteúdo do modelo, o nível de detalhe da informação, os formatos, as partes

responsáveis pelas atualizações, e, como será distribuído o modelo e os dados para as várias partes interessadas.

Cada parte deve designar um responsável para certificar-se que o processo acordado para o controle de qualidade de modelos e dados foram seguidos antes de enviar as revisões de modelo (MESSNER ET AL. 2019). Essa pessoa, como parte da equipe BIM, deve participar de todas as atividades principais da construção do Modelo BIM. O responsável pela função de coordenação BIM, deverá resolver problemas que possam surgir da disciplina, deve ser responsável por resolver problemas que possam surgir com a manutenção do modelo e dos dados atualizados, precisos e abrangentes. Também deverá adotar um procedimento de controle de qualidade, visando garantir que o modelo esteja preciso e correto, de acordo com as diretrizes de modelagem. (BIM Guide Workgroup, 2013).

De uma maneira mais abrangente, o Gerente BIM deverá estabelecer um plano de garantia de qualidade para os diversos modelos BIM, de modo que seja garantido que ocorram as verificações adequadas sobre a precisão das informações e dos dados. Caberá ao Gerente BIM e/ou ao Coordenador BIM participar de todas as atividades principais pertinentes ao controle do modelo. Estes, serão responsáveis por resolver possíveis problemas que possam surgir com relação a integridade do modelo e suas informações atualizadas, precisas e abrangentes (BIM Guide Workgroup, 2013).

4.5.3. Verificações de Controle de Qualidade

Cada entrega da construção de um modelo BIM deverá estar de acordo com os padrões exigidos pelo contratante e acordados previamente com a equipe de projeto.

Caberá, a cada membro da equipe de projeto, realizar verificações de controle de qualidade nos seus respectivos modelos monodisciplinares (disciplinas específicas) antes de submetê-los para entrega.

O responsável pela equipe de projeto (Coordenador BIM) deverá atuar na realização de verificações do QC do modelo, contemplando o conjunto de dados e propriedades contidas antes da submissão das respectivas entregas prevista em contrato.

Caberá ao Gerente BIM designar que o Coordenador BIM se certifique de que o processo acordado para o controle de qualidade de modelos e dados seja seguido antes de liberar os envios e revisões do projeto (Messner *et al.*, 2019).

Cabe também ao Gerente BIM validar a integridade do modelo, em cada entrega, considerando um plano de controle de qualidade contendo os seguintes itens (MESSNER ET AL. 2019)

- **Verificação Visual:** Visa certificar que não existem componentes do modelo não intencionais e que a intenção do projeto foi seguida. Para a realização da verificação visual deverá ser usando um software que permita a navegação pelo modelo.
- **Verificação de Interferência:** Visa identificar problemas no modelo em decorrência de conflitos entre diferentes elementos no modelo. Esses conflitos podem se dar por meio de *Hard Clash* (Físico), *Soft Clash* (dinâmico) ou *Time Clash* (temporal).
- **Verificação de Padrões:** Visa garantir que o modelo esteja de acordo com os padrões estabelecidos pela equipe de projeto.
- **Verificação de Elementos:** Visa garantir que o conjunto de dados não tenha elementos indefinidos ou definidos incorretamente.

4.5.3.1. Verificação Visual

Procedimento destinado à verificação da qualidade e da integridade do modelo BIM que consiste na utilização de vistas tridimensionais (3D) específicas, que possibilitam a verificação visual de diversas partes do modelo. Para que seja possível realizar a análise visual, assim como, melhorar a compreensão do projeto, recomenda-se em alguns casos, utilizar recursos tais como: transparência; filtros de visibilidade; e aplicação de cores em elementos pertencentes a determinada categoria, a fim de melhorar o entendimento do observador. A verificação visual pode se dar por meio da abertura do Modelo BIM em ferramentas de visualização de modelos BIM. Os principais aplicativos de visualização disponíveis no mercado são gratuitos e utilizam o padrão de arquivo Industry Foundation Classes (IFC), ou por meio do uso de um aplicativo de visualização de modelo. Os principais aplicativos de visualização disponíveis no mercado são gratuitos e usam como padrão de arquivo o IFC (*Industry Foundation Class*).

4.5.3.2. Verificação de Interferência

A detecção de interferências é uma parte importante no processo de controle de qualidade para o desenvolvimento do projeto. As equipes de projeto devem utilizar ferramentas de detecção de conflitos para garantir um projeto com o máximo de coordenação possível, dentro de cada *Modelo Monodisciplinar*¹ e

*Modelo Multidisciplinar*², assim como, validar o projeto no atendimento de todos os requisitos solicitados pelo contratante.

Os conflitos podem ser considerados como **hard clash** (físicos), **soft clash** (dinâmico) ou **time clash** (temporal). O *hard clash* se refere à sobreposição não intencional de diferentes elementos de um projeto, por exemplo, uma viga que se choca com um duto de ar-condicionado. O *soft clash* refere-se a condições de projeto em que determinado elemento interfere em parâmetros ou tolerâncias pré-estabelecidas, por exemplo, identificar se um determinado equipamento está posicionado na área de giro de abertura de uma porta, impedindo que a porta abra por inteira. Já o *time clash* abrange principalmente a etapa de planejamento, controle de obra e uso do edifício. Este se refere à colisão de equipamentos ou estruturas em uma linha de tempo. Essas colisões podem acontecer entre equipamentos, entre equipamentos e em partes do edifício durante a construção, evitando a colocação de equipamentos e sistemas em áreas de futura expansão.

Entregável

Relatório de Interferências

A análise de interferências é um entre os diversos usos do BIM realizados em modelos multidisciplinares, à medida que permite reduzir, ou até eliminar, problemas de interferências entre as diversas disciplinas de um projeto que, por vezes, são percebidos apenas durante a fase de execução da obra. Dessa maneira, este uso do modelo visa à redução de atrasos, custos não previstos, desperdícios e retrabalhos na obra.

Nesse sentido, cabe salientar preliminarmente que o Plano de Execução BIM (PEB) deve contemplar e detalhar todo processo de análise de interferências do modelo BIM correspondente ao projeto, em consonância com as métricas de desempenho e os padrões de qualidade estabelecidos, com contínuo acompanhamento e controle pelo Gerente BIM.

As análises de interferências deverão ser realizadas durante a elaboração e desenvolvimento do modelo BIM, com o intuito de permitir a rápida identificação de incidências.

O oportuno registro das incidências deve ser necessariamente documentado para apresentação e detalhamento na documentação da respectiva disciplina

¹ "Um Modelo BIM pertencente a uma única disciplina – arquitetônica, estrutural, mecânica etc.." Fonte: <https://bimdictionary.com/pt/mono-discipline-model/1>

² "Um Modelo BIM que agrega vários Modelos Mono-Disciplinares num só. Um modelo Multi-Disciplinares pode ser ou um Modelo Federado ou um Modelo Integrado". Fonte: <https://bimdictionary.com/pt/multi-discipline-model/1>

de projeto na qual foi encontrada a interferência. Esse registro deverá constar no **Relatório de Interferências**, o qual pode conter tabelas com a listagem dos registros, vinculando as disciplinas relacionadas às interferências.

As checagens deverão ocorrer a cada entrega dos modelos parciais das disciplinas, conforme apresentado no cronograma detalhado no PEB aprovado. Sendo que a checagem individual deverá ser conduzida ao longo do desenvolvimento de todo o projeto pelo projetista, a fim de detectar problemas de integridade da própria disciplina.

4.5.3.3. Classificação das Interferências

SOLICITAÇÃO (S): Verificação de atendimento aos sistemas e ao programa de necessidades do empreendimento ou ainda atendimento a solicitações do Contratante.

- Requisitos do contratante em função de sugestões de soluções a serem desenvolvidas ou por dúvidas de projetos que acarretem outras melhorias ou pontos a serem discutidos.
- Requisitos de análises energéticas e de desempenho.
- Requisitos de conformidade de sustentabilidade.

INCOMPATIBILIDADE (I): Verificação de incompatibilidade entre requisitos de cada sistema, por suas próprias especificidades de desempenho.

- Ponto de inserção do modelo não alinhado entre os modelos das diversas disciplinas (georreferenciamento).
- Definição incorreta de elementos (por exemplo: parede modelada como piso).
- Atendimento às condições de desempenho.

CONFLITOS (C): Interferências geométricas entre dois ou mais elementos de sistemas.

- Duplicidade de elementos de modelagem.
- Conexão entre os elementos.
- Conflitos internos entre elementos da mesma disciplina (por exemplo: portas conflitando com a alvenaria).

OMISSÕES (O): Sistemas incompletos ou inexistentes por necessidade de outros sistemas, por exigência de normas ou legislações.

- Ponto de inserção do modelo ausente (georreferenciamento).
- Ausência de elementos (por exemplo: ausência de espaços de arquitetura).
- Ausência de informações de projeto nos modelos (nomes dos projetistas, endereço do projeto, numeração etc.).

A análise de interferências entre disciplinas deverá ser realizada, **a cada entrega do modelo federado**, criado a partir dos modelos individuais devidamente corrigidos por seus responsáveis.

As interferências entre as disciplinas deverão ser verificadas considerando, pelo menos, os seguintes critérios:

Tabela 4-13: Critérios da análise de interferências

Disciplinas	Verificação
Pavimentação X Drenagem	- Recobrimento de elementos de drenagem sobre os pavimentos - Vias de serviço passando sobre canaletas - Drenos subterrâneos com os pavimentos
Drenagem X Terraplanagem	- Níveis e cotas de fundo dos elementos de drenagem sobre a superfície terraplanada
Pavimentação e Drenagem X Instalações	- Bancos de dutos subterrâneos para passagem de cabeamento elétrico e de sistemas eletrônicos/ telecomunicações com pavimentos - Malhas de aterramento sob pavimentos internos (exemplo: subestações) e/ou externos (exemplo: pátios de aeronaves)
Auxílios à navegação X Drenagem	- Redes subterrâneas em cruzamentos - Caixas de elétrica com a drenagem
Auxílios à navegação X Geométrico	- Luminárias da sinalização em vias de serviço ou de acesso do SCI

Disciplinas	Verificação
Auxílios à navegação X Pavimentação	- Redes de dutos em travessias sob o pavimento
Terraplenagem X Complementares	- Base de taludes sobre cercas patrimoniais ou operacionais - Vias de serviço sobre taludes
Arquitetura X Estruturas	- Dimensões dos elementos estruturais em relação ao layout de arquitetura - Elementos de arquitetura inseridos em elementos estruturais
Fundações e Arquitetura X Terraplanagem	- Cotas de implantação
Fundações X Estruturas	- Blocos de fundação associados à saída de pilares
Arquitetura X Instalações	- Conflitos entre redes (hidráulicas, mecânicas ou elétricas) com janelas, pisos, portas ou outros elementos de arquitetura - Ausência de espaços para instalação de quadros e/ou equipamentos - Passagem de tubulações ou circuitos (inclusive sob o piso, por exemplo para confecção de canaletas), ou para uso específico de áreas técnicas das diversas disciplinas de instalações
Estruturas e Fundações X Instalações	- Conflitos entre redes (hidráulicas, mecânicas ou elétricas) com vigas, lajes, pilares, ou outros elementos estruturais - Execução das malhas de aterramento e elementos dos sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) em conjunto com as fundações e estruturas da edificação, se essas estruturas tiverem sido contempladas como partes integrantes do Sistema

Disciplinas	Verificação
Entre Instalações	- Verificar o distanciamento mínimo entre elementos de diferentes disciplinas, conforme normas específicas - Cruzamento de redes, tubulações, e caixas de passagem, inclusive as subterrâneas nas áreas externas - Espaços de telecomunicações com restrições específicas à passagem de tubulações hidráulicas, de gás, de circuitos elétricos, entre outras utilidades conforme norma específica ABNT NBR 16415 - Salas com quadros e/ou equipamentos elétricos com restrição à passagem de tubulações hidráulicas e de gás, assim como de uso de extintores de incêndio específicos
Quantificação de todas as disciplinas X Planilhas de Orçamento e Planejamento	- Todos os itens quantificáveis deverão ser modelados conforme os requisitos de orçamento e planejamento - Itens iguais podem ter valores diferentes em função da situação de aplicação em obra (exemplo: argamassa aplicada no nível do chão tem valor diferente da aplicada na fachada com o uso de andaimes) - O planejamento da modelagem por ambientes e por níveis deverá ser conduzido conforme diretrizes de orçamento e planejamento de obra, bem como estar previsto no PEB

4.5.3.4. Tolerância Geométrica

A tolerância geométrica entre elementos construtivos deverá variar de acordo com as fases de elaboração de projeto e em função da necessidade de precisão que as diferentes disciplinas podem exigir, de acordo com os parâmetros previstos nas normas específicas.

As tolerâncias abaixo consistem em sugestões, as quais deverão ser ratificadas na aprovação do PEB e seus parâmetros de modelagem, considerando as fases: Estudo Preliminar (EP); Anteprojeto (AP); Projeto Básico (PB); e Projeto Executivos (PE).

Tabela 4-14: Tolerância geométrica

Disciplinas	Fase	Tolerância
Arquitetura Geométrico Sinalização Horizontal	EP	VISUAL
	AP	5 cm
	PB	5 mm
	PE	1 mm
Fundações Terraplanagem Pavimentação	EP	VISUAL
	AP	5 cm
	PB	5 mm
	PE	1 mm
Estruturas de Concreto Elementos de drenagem	EP	VISUAL
	AP	5 cm
	PB	5 mm
	PE	1 mm
Estrutura Metálica	EP	VISUAL
	AP	1 cm
	PB	1 mm
	PE	0,5 mm
Instalações Elétricas Sinalização luminosa e vertical Auxílios à navegação aérea	EP	VISUAL
	AP	5 cm
	PB	5 mm
	PE	1 mm
Instalações Hidrossanitárias	EP	VISUAL
	AP	5 cm
	PB	5 mm
	PE	1 mm

Disciplinas	Fase	Tolerância
Instalações Mecânicas	EP	VISUAL
	AP	1 cm
	PB	1 mm
	PE	0,5 mm

É admitida a tolerância de 1 cm para as interferências físicas entre elementos de modelagem de diferentes disciplinas. Em casos devidamente justificados, a tolerância poderá ser maior.

4.5.3.5. Registros de Interferências

As interferências identificadas deverão seguir um processo organizado para o seu tratamento e correção, incluindo a comunicação formal entre as equipes de projeto, indicando o responsável para realizar a correção, a imagem do conflito, bem como o prazo para entrega do modelo BIM individual revisado.

A qualquer tempo, a Fiscalização poderá requerer os registros do processo de avaliação de interferências. As análises deverão ser realizadas e a troca de informações entre disciplinas deverá ser registrada em comunicação dentro dos padrões a serem definidos no PEB.

As mudanças promovidas, em função das não-conformidades, devem ser introduzidas no modelo do sistema apropriado, antes do próximo ciclo de detecção de interferências. O PEB deverá estabelecer os critérios e a categorização dos níveis das interferências.

As etapas de análise de interferências acompanharão as entregas dos modelos BIM individuais e federados, que deverão ocorrer conforme o fluxo de trabalho detalhado no cronograma de desenvolvimento do projeto descrito no PEB.

4.5.3.6. Verificação de Padrões

Procedimento destinado à verificação e controle de qualidade dos modelos BIM baseados em diretrizes de modelagem, validação dos dados, verificação de interferências e validação dos dados utilizado, parâmetros de numeração e classificação conforme a Norma NBR 15.965, para o processo de coordenação de Modelos Multidisciplinares.

4.5.3.7. Verificação de Elementos

Procedimento destinado à verificação da qualidade dos elementos em termos da correta classificação dos mesmos, com colocação das informações necessárias e suficientes, conforme prescrições estabelecidas no PEB. As informações deverão também ser colocadas seguindo os padrões estabelecidos em normas de modo que possam ser facilmente identificadas e extraídas para os usos estabelecidos no PEB. Para uma porta, por exemplo, deverão ser consideradas informações de classificação sobre portas externas ou internas, se é porta de saída de emergência, identificação dos diversos componentes que fazem parte da porta (folha, montantes, guarnições/alisaes/molduras, ferragens etc., com seus respectivos materiais), dentre outras informações estabelecidas. Para os elementos que não tenham uma classificação padrão na Plataforma BIM, poderão ser modelados usando comandos genéricos da plataforma BIM (por exemplo, não tenha uma classificação específica como Parede, Pilar, Viga, Laje, ou outra classe de elemento BIM, desde que, tenham sua classificação alterada para um tipo de classificação que possa ser identificado durante a verificação da qualidade do modelo.

4.5.4. Requisitos do Modelo

Caberá à equipe de projetos identificar os métodos mais adequados para garantir a precisão e abrangência do modelo, considerar as entregas (mínimas) exigidas pelo contratante do projeto, a fase de entrega do projeto, o prazo de vencimento da entrega e quaisquer outras informações específicas sobre a entrega a ser considerada pelo contratante (MESSNER ET AL. 2019).

A criação de um Relatório de Controle de Qualidade (Quality Control Report - QCR) é também um requisito importante para o controle de qualidade do modelo. O contratante pode usar o QCR para certificar que todas as atividades de controle de qualidade exigidas, conforme descritos em normas e manuais e/ou no PEB, foram realizadas com sucesso (GSA Building Information Modeling v.1.0).

É importante também considerar, na avaliação da qualidade do modelo, que deve ser observado se as equipes de projeto criaram seus modelos conforme as normas e diretrizes estabelecidas em contrato, como exemplo:

- A definição das nomenclaturas de todos os produtos desenvolvidos pelos agentes envolvidos.

- A estrutura de organização dos modelos, por exemplo, organizado por edifício, por andar, por zonas ou por disciplinas.
- O sistema de medição e o sistema de coordenadas georreferenciadas adotado (ponto de origem).
- O versionamento de arquivos proprietários e arquivos IFC.

4.5.5. Padrões BIM na Garantia da Qualidade

Para garantir a qualidade dos modelos BIM serão utilizados dois métodos: (1) Verificação de Garantia da Qualidade; e (2) Análise da Qualidade (KULUSJÄVRI, 2012).

A verificação da qualidade deverá incluir a inspeção, verificação e confirmação de que os produtos desenvolvidos atendem aos padrões estabelecidos. As informações nos modelos BIM deverão garantir a exatidão das informações.

Caberá ao Gestor BIM, ou Coordenador BIM, analisar o modelo visando examinar a integridade técnica do modelo, o conteúdo do modelo e a verificações de informações contidas no modelo. Essa análise deverá ser realizada em cada etapa do projeto, conforme estabelecidos na NBR 13531. E, para que seja possível atestar a garantia de qualidade do modelo ,deverão ser analisados os seguintes itens:

- Consistência dos modelos monodisciplinar e multidisciplinar (níveis, estrutura de dados, convenções, nomenclaturas, sobreposição de elementos duplicados ou sobrepostos (não intencionais).
- Verificação da utilização correta da ferramenta de autoria BIM de modelagem no desenvolvimento do modelo. Exemplo de verificação: verificar se todas as paredes foram modeladas com o comando "wall", parede em português, se uma escada foi modelada com o comando escada, e não como uma série de objetos de laje.
- Verificação visual de modo a garantir que quaisquer "objetos de esboço" temporariamente colocados no modelo sejam removidos antes da exportação.
- Uma vez exportados os modelos, recomenda-se a verificação visual em um visualizador IFC e ou ferramenta integradora, tal como: Autodesk Navisworks, Solibri Model Checker (SMC), dentre outras.

4.5.5.1. Verificação de Garantia de Qualidade

A verificação da garantia de qualidade consiste em um método de verificação da exatidão das informações contidas num modelo BIM. Para se estabelecer a exatidão da informação, deve ser comparada com alguma informação de referência (KULUSJÄRVI, 2012). A garantia de qualidade do modelo possibilitará garantir que as informações produzidas estejam atendendo aos pré-requisitos estabelecidos no contrato. Caberá ao Gestor BIM estabelecer um plano de garantia de qualidade para os modelos BIM visando garantir verificações adequadas sobre a precisão das informações contidas nos respectivos modelos monodisciplinar e multidisciplinar.

O respectivo Coordenador BIM, responsável por determinada disciplina, ou a equipe de projeto deverá estabelecer procedimentos de controle de qualidade de modo que os modelos monodisciplinar e multidisciplinar estejam precisos e corretos, de acordo com as diretrizes de modelagem discriminadas no contrato. Os seguintes itens apresentados abaixo devem ser considerados ao determinar um plano de verificação de garantia de qualidade (BIM Guide Workgroup, 2013):

- **Diretrizes de modelagem:** Certificar-se que o modelo foi concebido com base nas diretrizes de modelagem.
- **Validação do conjunto de dados:** Certificar-se que o conjunto de dados seja preenchido com dados corretos.
- **Verificação de interferência:** Detectar qualquer conflito entre dois componentes de construção utilizando o recurso detecção de conflito (clash detection) de uma plataforma BIM usada.
- **Validação de dados BIM a serem usados para coordenação de modelo-multidisciplinar:** Todas as folhas de desenho e vistas “estranhas” (não discriminadas no plano documental) devem ser removidas do projeto; Cada arquivo de modelo deve ser verificado, limpo e compactado; O formato do arquivo e as convenções de nomenclatura devem estar em conformidade com o PEB (ver Capítulo V: Padronização do Acervo); A segregação de dados deve estar em conformidade com os métodos acordados no PEB; Os arquivos do modelo devem estar atualizados, contendo todas as modificações locais dos usuários; Os arquivos de modelo monodisciplinar devem estar separados do modelo multidisciplinar (modelos federado ou integrado); Todos os arquivos de referência vinculadas devem ser removidos e quaisquer outros dados necessário para carregar o arquivo devem estar disponíveis; - O modelo precisa estar corretamente montado por meio de inspeção visual; e Quais-

quer alterações, desde a última anotação, devem ser comunicadas à equipe do projeto.

4.5.5.2. Análise de Qualidade

A análise de qualidade é um instrumento usado para garantir a produção de informações refinadas sobre a qualidade do Modelo BIM, o que pode facilitar a interpretação e avaliação da qualidade e correção das informações dos modelos (KULUSJÄRVI, 2012).

4.5.6. Visões da Garantia de Qualidade

É importante destacar também que, de acordo com o ponto de vista do envolvido no projeto, a garantia da qualidade pode variar.

4.5.6.1. Garantia de Qualidade (Contratante)

Do ponto de vista do contratante, caberá monitorar o andamento do projeto e a conformidade com os requisitos definidos no projeto (KULUSJÄRVI, 2012).

4.5.6.2. Garantia de Qualidade (Projetista)

Do ponto de vista do projetista, caberá analisar diariamente o modelo BIM, o projetista será o responsável pela qualidade do modelo, os projetistas deverão utilizar os mais recentes módulos de importação / exportação IFC certificados pela buildingSMART, disponíveis para as Plataformas BIM (KULUSJÄRVI, 2012).

4.5.6.3. Garantia de Qualidade (Equipe de Projeto)

Do ponto de vista da equipe de projeto, caberá verificar as coordenadas para cada projetista, sobrepondo os diferentes modelos, incluindo as elevações e demais configurações, listar e registrar as ferramentas de autoria BIM e as versões a serem utilizadas no projeto, organizar reuniões entre a equipe de projeto antes das reuniões oficiais do projeto a fim de comunicar o status do projeto e sinalizar questões que necessitem de maior atenção (KULUSJÄRVI, 2012).

Para essas reuniões, recomenda-se que a equipe de projetistas verifique:

- Espaços / níveis / georreferenciamento do projeto.
- Elementos estruturais.
- Elementos de instalações.
- Conflitos.

A garantia de qualidade do modelo é uma tarefa com três etapas, incluindo a auto verificação (feita pelo próprio projetista), verificação coordenada pelo Coordenador BIM junto à equipe de projeto e garantia de qualidade dos clientes (ou subcontratados pelo cliente). Todos esses agentes possuem um papel importante, conforme apresentado na tabela a seguir.

Tabela 4-15: Pontos de verificação de garantia de qualidade do modelo

(adaptação COBIM project v.1)

Descrição	Regularmente	Em reuniões	Pontos de verificação
Projetista (auto verificação)	x	x	x
Equipe de projeto (garantia de qualidade)	-	x	x
Garantia de qualidade do cliente	-	-	x

4.5.7. Diretrizes para a Garantia da Qualidade

A Tabela 4-16 apresenta um checklist para subsidiar o processo de controle de garantia de qualidade do modelo, compreendendo os cinco grupos: Infraestrutura; Arquitetura; Estruturas; Instalações; e Modelo Federado.

A depender da necessidade, esse checklist não deve se limitar apenas a esses cinco grupos, mas poderá ser utilizado como referência para análise das demais disciplinas que compõem o projeto.

É de fundamental importância que a atividade controle de qualidade seja realizada em reuniões, assim como em pontos de verificação (ver tabela 4-15) definidos pelo Coordenador BIM.

4.5.8. Coordenação entre Formatos

Os Coordenadores BIM deverão garantir que os respectivos modelos, uma vez exportados via IFC / LandXML, estejam totalmente em igualdade do ponto de vista dos elementos geométrico e não-geométricos, com os arquivos nativos, bem como contenham todas as informações necessárias para consulta posterior em visualizadores IFC.

Recomenda-se que seja realizada a verificação da integridade dos modelos, antes do envio dos pacotes de entrega, sendo que o procedimento de verificação de qualidade e as ferramentas devem estar discriminados no PEB atinente ao projeto.

Para análise do modelo, em termos da coordenação de formatos, recomenda-se verificar (COBIM Project v.1 - p.4):

- Conteúdo da informação: O modelo BIM foi produzido corretamente a partir da ferramenta de autoria?
- Informações incluídas: Estão inseridas as informações específicas da disciplina na fase atual do projeto?
- Conteúdo do projeto e análise de qualidade com base no modelo: Analisar o modelo comparando os componentes do modelo entre si (como consistência, detecção de conflitos) ou com requisitos espaciais, detecção de interferências, verificação de código de construção).

É importante frisar que a qualidade dos modelos IFC não se limita apenas à estrutura dos arquivos, mas também ao seu conteúdo e à representação correta de seus componentes. Caso exista alguma inconsistência, a ferramenta de modelagem utilizada deverá oferecer suporte aos padrões IFC, a fim de produzir um arquivo adequado para promover uma boa interoperabilidade.

Tabela 4-16: Lista de Verificação de Controle de Qualidade do Modelo (adaptação BIM Guide Workgroup, 2013)

Quadro de Análise - Garantia da Qualidade									
Infraestrutura (todas as fases de projeto)		Arquitetura (todas as fases de projeto)		Estrutura (todas as fases de projeto)		Instalações (todas as fases de projeto)		Modelo Federado /Construção e As built	
Descrição	(S)/(N)	Descrição	(S)/(N)	Descrição	(S)/(N)	Descrição	(S)/(N)	Descrição	(S)/(N)
Modelo BIM desenvolvido na versão acordada (PEB)		Modelo BIM desenvolvido na versão acordada (PEB)		Modelo BIM desenvolvido na versão acordada (PEB)		Modelo BIM desenvolvido na versão acordada (PEB)		Todos os modelos BIM desenvolvidos na versão acordada (PEB)	
Modelo BIM inclui componentes atribuídos a disciplina (infraestrutura)		Modelo BIM inclui componentes atribuídos a disciplina (arquitetura)		Modelo BIM inclui componentes atribuídos a disciplina (estrutura)		Modelo BIM inclui componentes atribuídos a disciplina (instalações)		Os modelos representam a versão mais recente do projeto	
Elementos de infraestrutura modelados separadamente em cada especialidade		Elementos de arquitetura e espaços modelados separadamente em cada especialidade		Elementos de estrutura e espaços modelados separadamente em cada especialidade		Elementos de instalações e espaços modelados separadamente em cada especialidade		Os modelos estão georreferenciados corretamente	
Elementos de infraestrutura obrigatórios (PEB)		Elementos de arquitetura obrigatórios (PEB)		Elementos de estrutura obrigatórios (PEB)		Elementos de instalações obrigatórios (PEB)		Todos os modelos BIM incluem os elementos obrigatórios (PEB)	
Componentes de infraestrutura utilizam descrição correta (objetos)		Elementos de arquitetura utilizam descrição correta (objetos)		Elementos de estrutura utilizam descrição correta (objetos)		Elementos de instalações utilizam descrição correta (objetos)		Análise de interferências entre todas as disciplinas (realizada)	
Sem excesso de elementos (infraestrutura)		Sem excesso de elementos (arquitetura)		Sem excesso de elementos (estrutura)		As cores dos sistemas de instalações estão definidas sistematicamente		-	
Sem sobreposição ou elementos duplicados		Sem sobreposição ou elementos duplicados		Sem sobreposição ou elementos duplicados		Sem excesso de elementos (instalações)		-	
Sem interferências entre componentes (infraestrutura)		Sem interferências entre componentes (arquitetura)		Sem interferências entre componentes (estrutura)		Sem interferências entre componentes (instalações)		-	
Sem interferência entre infraestrutura e demais disciplinas		Sem interferência entre arquitetura e demais disciplinas		Sem interferência entre estrutura e demais disciplinas		Sem interferência entre instalações e demais disciplinas		-	
Todos os componentes de infraestrutura possuem ID exclusivos		Espaços (<i>spaces</i>) incluídos no modelo BIM		Pilares e vigas convergindo (unidos corretamente)		Os componentes se encaixam em espaços reservados		-	
-		Área de espaços correspondem ao programa de necessidades		Penetrações previstas de instalações (inclusas na estrutura)		Sem interferências entre instalações e demais disciplinas		-	
-		Modelo BIM inclui espaços reservado para instalações		-		-		-	
-		Altura definida (níveis de pavimento / forro)		-		-		-	
-		Forma e tamanho de espaços correspondem aos ambientes modelados		-		-		-	
-		Os espaços (<i>spaces</i>) não se sobrepõem		-		-		-	
-		Todos os espaços possuem ID exclusivos		-		-		-	

4.6. Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13531: elaboração de projetos de edificações: atividades técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.
- BRASIL. Decreto nº 7.983, de 08 de abril de 2013. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 abr. 2013. Seção 1. Página 4.
- BS EN ISO 19650-1 Organization of information about construction works – Information management using building information modelling – Part 1: concepts and principles, 2018.
- BS EN ISO 19650-2 Organization of information about construction works – Information management using building information modelling – Part 2: Delivery phase of assets, 2018.
- BIM Guide Workgroup. Singapore BIM Guide – Version 2. Singapore: Building and Construction Authority Singapore, 2013.
- BuildingSMART Finland Common BIM Requirement, buildingSMART Finland, 2012.
- Chartered Institute of Building – CIOB. Guide to Good Practice in the Management of Time in Complex Projects. UK: Wiley-Blackwell, 2011.
- CIC - Computer Integrated Construction Research Program. The Pennsylvania State University. BIM Project Execution Planning Guide, v. 2.2.; Disponível em: bim.psu.edu, 2019.
- CLELAND, D.I. Project Management Strategic Design and Implementation. New York: McGraw-Hill, 2006.
- Guia BIM Gestión de Projectes/Obres Infraestructures.cat. Generalitat de Catalunya; Disponível em: <https://infraestructures.gencat.cat/>. 2017;
- KULUSJÄVRI, H. COBIM - Common BIM Requirements 2012: Serie 6: Quality Assurance, v. 10, 2012
- MESSNER, J.; ANUMBA, C.; DUBLER, C.; GOODMAN, S.; KASPRZAK, C.; KREIDER, R.; LEICHT, R.; SALUJA, C.; ZIKIC, N. BIM Project Execution Planning Guide (v. 2.2); The Computer Integrated Construction Research Program (CIC), Penn State University: State College, PA, USA, 2019.
- Practice Standard for Work Breakdown Structures – 3ª Edição; Project Management Institute, 2019.
- Project Management Institute. Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®) 6ª edição. Project Management Institute, 2018.
- R. SACKS, C. EASTMAN, G. LEE, AND P. TEICHOLZ. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2018.
- The New Zealand BIM Handbook. BIM Acceleration Committee, Building Research Levy & Ministry of Business Innovation & Employment, Third Edition. 2019.
- U.S. General Service Administration (GSA). GSA Building Information Modeling Guide Series 01—Overview, General Services Administration. Washington, DC, USA, 2007.
- US National Building Information Modeling Standard – v.1 part 1: Overview, Principles, and Methodologies. Final Report, 2007.
- WEYGANT, R.S. BIM Content Development: Standards, Strategies, and Best Practices, Wiley, Hoboken, NJ, USA, 2011.

CAPÍTULO V

PADRONIZAÇÃO DO ACERVO



5. Padronização do Acervo

Antes de se iniciar a elaboração do projeto é imprescindível realizar a verificação e a configuração geral dos programas utilizados para o desenvolvimento do trabalho.

Desenhos e documentos técnicos deverão ser derivados de modelo BIM, conforme organização delineado no Plano de Execução de Projeto, previamente descrito neste Manual.

As configurações, apresentadas a seguir, têm como objetivo principal permitir a padronização dos documentos e das peças gráficas e o adequado nível de precisão que se espera dos projetos que serão entregues à SAC.

Em cada entrega de fase de projeto, deve ser apresentada uma **Declaração de Conformidade dos Padrões**, assinada pelo Responsável Técnico geral da projetista, atestando que o pacote técnico entregue respeita a padronização ora descrita.

Entregável

Declaração de Conformidade dos Padrões

5.1. Processo e o Ambiente de Dados Comum

No ambiente de dados compartilhado de projeto três diretórios foram criados para desenvolver o fluxo de trabalho, são eles: Trabalho em Desenvolvimento, Compartilhado e Publicado.

Dentro desse ambiente devem ser adotadas as convenções para a nomenclatura dos diretórios e dos arquivos de acordo com os requisitos listados a seguir.

O diretório de Trabalho em Desenvolvimento é o local onde os membros da equipe do projeto realizam seu próprio trabalho usando os sistemas de software de sua organização. A organização é responsável pela qualidade das informações contidas no diretório Trabalho em Desenvolvimento e deve garantir que os processos de verificação e de revisão sejam eficientes e eficazes.

Quando os modelos e documentos forem sendo concluídos pela equipe do projeto e aprovados pelo Gerente BIM, de acordo com as datas-chaves definidas no PEB, as informações serão então transportadas para o diretório Compartilhado. Esse diretório será utilizado pelas equipes de acompanhamento e fiscalização do Projeto para fazer as análises, verificações e conformidade do material apresentado com os requisitos descritos em Edital, bem como com as orientações desse Manual.

Os modelos e documentos aprovados deverão ser transportados para o diretório Publicado, que conterá o repositório final dos arquivos e documentos liberados para utilização.

5.2. Nomenclatura

A nomenclatura dos diretórios, documentos e arquivos a serem entregues à SAC deverão seguir o padrão de codificação estabelecido neste Manual, que foi baseado nos padrões das seguintes Normas:

- British Standard BS 1192: *Collaborative production of architectural, engineering and construction information – Code of practice*
- ISO 19650: *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)*

5.2.1. Estrutura das Nomenclaturas

Os nomes dos diretórios, documentos e arquivos devem ser criados unindo códigos nos campos especificados, na ordem especificada, usando apenas o caractere “-” hífen. Qualquer descrição será anexada após um “_” sublinhado.

O padrão para a nomenclatura do diretório de projeto deverá ser conforme a tabela 5-1:

Tabela 5-1: Padrão para a nomenclatura do diretório de projeto

Campo	Descrição	Formato	Item
Aeroporto	Código ICAO do aeroporto	LLLL	5.2.2.1
Projeto	Código do Projeto	LL a LLLLLL	5.2.2.2
Etapa	Nomenclatura das etapas do projeto	LL	0
Status	Estado em que se encontra o projeto	L	

O diretório de projeto poderá ser subdividido em pastas para organização dos documentos. Estas pastas, por sua vez, devem ser nomeadas conforme a tabela 5-2:

Tabela 5-2: Padrão para a nomenclatura das pastas no diretório de projeto

Campo	Descrição	Nível	Formato	Item
Especialidade	Código da especialidade	Diretório	LLL	5.2.2.8
Revisão	Revisão do documento	Subdiretório ou Diretório	LNN	0

Os arquivos devem ser transmitidos e armazenados em repositórios com nomes compostos pela adesão de doze campos conforme a tabela 5-3:

Tabela 5-3: Padrão para a nomenclatura dos arquivos de projeto

Campo	Descrição	Formato	Item
Aeroporto	Código ICAO do aeroporto	LLLL	5.2.2.1
Projeto	Código do Projeto	LL / LLLLLL	5.2.2.2
Originador	Código da Empresa responsável	LLL	5.2.2.3
Zona	Código da edificação, infraestrutura	LLL	0
Nível	Código para o nível de construção	LL	5.2.2.5
Tipo	Tipo de documento	LL	5.2.2.6
Responsável	Profissional responsável pelo documento	L	0
Especialidade	Código da especialidade	LLL	0
Número	Número sequencial do documento	NNNN	5.2.2.9
Etapa	Nomenclatura das etapas do projeto	LL	0
Status	Estado em que se encontra o projeto	L	5.2.2.11
Revisão	Revisão do documento	LNN	0

5.2.2. Códigos

Os códigos devem ser selecionados a partir de uma das duas fontes:

- Códigos padrão: Os diretórios, documentos e arquivos devem ter códigos padrão atribuídos aos campos conforme as descrições deste Manual. Os códigos padrões devem ser usados sempre que possível.
- Códigos específicos do projeto: Os códigos específicos do projeto para os campos devem receber códigos únicos e distintos, com descrições claras, quando não houver previsão dentre os códigos estabelecidos como padrão. Os códigos não devem ser excessivamente longos, pois alguns sistemas de repositório não podem lidar com nomes de arquivos longos. Cada código não deve implicar significado que é duplicado em outros campos. Os códigos devem ser mnemônicos, sempre que possível, para garantir que os usuários possam identificá-los claramente e diferenciá-los. Os códigos específicos do projeto devem estar detalhados no Plano de Execução BIM.

5.2.2.1. Código do Aeroporto

O código do campo padrão é equivalente ao código aeroportuário ICAO. O Código ICAO é composto por quatro letras que designa aeroportos em todo o mundo. É definido pela Organização da Aviação Civil Internacional (em inglês, *International Civil Aviation Organization* - ICAO).

Os códigos ICAO são construídos em base de regiões definidas pela ICAO, no formato AAAA (4 letras), conforme definido pelo Doc 7910 (Location Indicators) da ICAO. A informação pode ser obtida na internet, no site de Informações Aero-náuticas do Brasil (aisweb.decea.gov.br).

No Brasil, os códigos começam sempre com a letra S, referente a Região ICAO. A letra S é a letra designada pela ICAO para a América do Sul.

A segunda letra do código refere-se aos valores designados para o Brasil pela ICAO, que são as letras B, D, I, J, N, S e W. As duas últimas letras código referem-se ao nome do aeroporto.

Exemplos:

- SBBR - Aeroporto Internacional de Brasília - Presidente Juscelino Kubitschek
- SBSP - Aeroporto de São Paulo/Congonhas - Deputado Freitas Nobre

No caso de aeroportos a serem construídos e que, portanto, ainda não possuem um Código ICAO, o campo deverá ser preenchido por um código específico do projeto, com quatro caracteres alfanuméricos, a ser definido junto com a SAC e registrado no Plano de Execução BIM.

5.2.2.2. Código do Projeto

É o código padrão identificador do projeto que será definido pela SAC no início do projeto. Quando um projeto envolve vários elementos, a cada um deles deve ser atribuído um identificador.

O código do projeto é alfanumérico e é formado por dois a seis caracteres.

5.2.2.3. Código da Empresa Responsável

O código Originador é um identificador único da organização responsável pela criação dos dados e elaboração dos projetos. Deve ser definido pela SAC no início do Projeto a partir de uma base de dados contendo as informações detalhadas da empresa contratada. O identificador é exclusivo e deve identificar a organização a partir de um código alfanumérico de três caracteres.

Por ser um código específico do projeto, o identificador deve estar registrado no Plano de Execução BIM do Projeto.

5.2.2.4. Código do Componente

Os componentes de projeto do aeroporto deverão seguir a nomenclatura conforme tabela 5-4. Caso seja necessário nomenclatura complementar, a mesma deve ser definida com a equipe e o BIM Manager.

Tabela 5-4: Nomenclatura dos componentes de projeto do aeroporto

Código	Componente
CUT	Central de utilidades
EDI	Edificações de apoio
ETA	Sítios de Instalações Hidráulicas (poço, reservatório, casa de bombas, estação de tratamento)
ETE	Sítios de Instalações Sanitárias (estação de tratamento de resíduos sólidos ou líquidos)
FXP	Faixa de Pista

Código	Componente
GRL	Geral
HNG	Hangares
NAV	Auxílios à Navegação Aérea e Meteorologia
PPD	Pista de Pouso e Decolagem
PRA	Pista de rolamento ou de táxi, taxiway ou taxilane, mais o designativo da pista (no exemplo, A)
PPA	Pátio de aeronaves seguido de hífen, mais o designativo do pátio (no exemplo, A)
SPP	Sistema de Pistas e Pátio
SCI	Seção contra incêndio
TPS	Terminal de Passageiros
TCG	Terminal de Cargas
TWR	Torre de Controle
PAA	Parque de abastecimento de aeronaves
SVI	Sistema viário e estacionamento de veículos do lado terra
VSE	Vias de serviço

5.2.2.5. Código para o Nível da Edificação

Os campos para os códigos e descrição dos níveis ou pavimentos das edificações deverão seguir o padrão de nomenclatura da tabela 5-5 a seguir:

Tabela 5-5: Campos para os códigos e descrição dos níveis ou pavimentos das edificações

CÓDIGO	NÍVEL	NOMENCLATURA
00 ou PT	Térreo	Pavimento Térreo
01	1º Pavimento	Pavimento 1
0n	1º, 2º, 3º ...	Pavimento n

CÓDIGO	NÍVEL	NOMENCLATURA
S1	Subsolo	Subsolo 1
Sn	Subsolo	Subsolo n
M1	Mezanino	Mezanino sobre o nível 1
Mn	Mezanino	Mezanino sobre o nível n
CB	Cobertura	Cobertura
NA	Não se aplica	

5.2.2.6. Tipo de Documento

O código para o Tipo de Documento tem como função ajudar no reconhecimento do tipo de informação contida no arquivo, por exemplo, uma peça gráfica, um modelo 2D, um modelo 3D, um documento contendo o Memorial Descritivo etc.

Os códigos padrão do Tipo de Documento para a nomenclatura de arquivos deve ser alfanumérico com dois caracteres da seguinte forma:

Tabela 5-6: Código padrão para arquivos de desenhos ou modelos

Código	Tipo de Arquivo
D2	Desenho 2D
MB	Modelo 2D
MT	Modelo 3D BIM
VS	Visualização do modelo
CM	Coordenação de modelos (modelos federados)
AN	Arquivo de animação
IS	Imagens de satélite

Tabela 5-7: Código padrão para arquivos de documentos

Código	Tipo de Arquivo
CL	Condições Locais
CR	Cronograma Físico Financeiro
DC	Documentos diversos e atas de reunião
ET	Especificação Técnica
MC	Memorial de Cálculo e Dimensionamento
MD	Memorial Descritivo
OA	Orçamento Analítico
OR	Orçamento Resumo
OS	Orçamento Sintético
CS	Curva ABC de Serviços
CI	Curva ABC de Insumos
EB	Plano de Execução BIM
PG	Peças Gráficas
PL	Planejamento
PN	Planos diversos
PQ	Planilha de Quantidades
RT	Relatório Técnico

Novos códigos poderão ser criados, desde que sejam validados pela SAC, para codificar documentos que devam ser incorporados aos projetos.

5.2.2.7. Profissional Responsável pelo Documento

Cada arquivo ou pasta deve ser alocada para uma ou mais funções dentro do projeto. Os códigos padrão para a função de arquivo devem possuir um caractere como apresentado na tabela 5-8:

Tabela 5-8: Códigos padrão para a função de arquivo

Código	Especialidade
A	Arquiteto
B	Biólogo
C	Cliente
D	Engenheiro de rodovias e de drenagem
E	Engenheiro Eletricista
F	Engenheiro Florestal
G	Geógrafo
H	Engenheiro Mecânico HVAC
I	Design de Interiores
K	Engenheiro Civil
L	Arquiteto paisagista
M	Engenheiro Mecânico
P	Engenheiro Sanitarista
Q	Orçamentista
S	Engenheiro Estrutural
T	Urbanista
W	Construtor
Z	Geral

5.2.2.8. Código da Especialidade

As tabelas a seguir apresentam as especialidades a serem utilizadas na nomenclatura dos documentos elaborados nos projetos e que deverão ser observados pelo projetista.

Tabela 5-9: Códigos das especialidades do projeto

Código	Especialidade
AMB	Meio Ambiente
ANA	Instalações de Auxílios a Navegação Aérea
AQT	Arquitetura
CPL	Complementares
DRE	Drenagem
EST	Estrutura
ELE	Instalações Elétricas
ELT	Instalações Eletrônicas
FUN	Fundações
GEO	Geotecnia
GMT	Geométrico Horizontal e Vertical
HID	Instalações Hidrossanitárias
MEC	Instalações Mecânicas
ORC	Orçamento
PAV	Pavimentação
PLA	Planejamento
SCI	Instalações e Equipamentos Contra incêndio
SIS	Sistemas
SNH	Sinalização Horizontal
SNL	Sinalização Luminosa
SNV	Sinalização Vertical
TER	Terraplanagem
TOP	Topografia

5.2.2.9. Número Sequencial do Documento

A numeração para codificação padrão deve ser exatamente quatro dígitos numéricos inteiros, usados sequencialmente e referenciados ao Tipo de Documento. Os zeros à esquerda devem ser usados para manter a formatação dos campos.

5.2.2.10. Nomenclatura das Etapas do Projeto

Os códigos das etapas do projeto são:

Tabela 5-10: Códigos das etapas do projeto

Código	
EV	Estudo de viabilidade técnica e ambiental
AP	Anteprojeto
PB	Projeto Básico
PE	Projeto Executivo
AB	Projeto As-built

5.2.2.11. Estado do Projeto

O código do Estado do Projeto indica em qual fase do ambiente de compartilhamento de dados do trabalho o arquivo ou diretório se encontra ou já passou.

Os códigos do Estado do Projeto possuem apenas um caractere conforme a lista abaixo:

Tabela 5-11: Códigos do Estado do Projeto

Código	Estado
T	Trabalho em andamento
C	Compartilhado
P	Publicado

5.2.2.12. Revisões

Cada documento e cada pasta deve conter um campo de “revisão”, indicando a sequência de atualizações das informações contidas. Deve seguir o padrão abaixo listado:

Tabela 5-12: Códigos de Revisão do Projeto

Código	Revisão
Ro_n	Revisão interna (Projeto em Desenvolvimento)
Ron	Atualizações dos documentos (n revisão)
Pon	Versão de publicação (n revisão)

O fluxo de versões dentro do diretório Trabalho em Andamento deverá ser controlado pelo Gerente BIM que ao remeter as entregas para o Diretório Compartilhado deve atualizar os documentos para a Revisão correspondente. Após os processos de Revisão se encerrarem e for autorizada a Publicação do material, o Gerente BIM deve atualizar os documentos para receberem a numeração da Revisão correspondente a Publicação. Dessa forma ficam registradas todas as versões de trabalho, as revisões das equipes de acompanhamento e fiscalização, assim como as revisões publicadas, dentro das fases do ambiente de compartilhamento de dados.

5.2.3. Organização dos Documentos nos Diretórios

O Gerente BIM será o responsável por organizar e controlar as versões e revisões dos documentos e arquivos e por aprovar, encaminhar e organizar os documentos nos diretórios Compartilhado e Publicado.

Dentro dos Diretórios, as pastas devem estar estruturadas em conformidade com os códigos descritos anteriormente, e organizadas conforme o exemplo ilustrado nas figuras a seguir:

Pasta do Projeto:

- ▼ SBBR-PRJ01-PB
 - > 01 SBBR-PRJ01-PB-T
 - > 02 SBBR-PRJ01-PB-C
 - > 03 SBBR-PRJ01-PB-P

No exemplo acima, a pasta contém os três diretórios do ambiente de dados compartilhado do Projeto Básico (PB) de código PRJ01 do aeroporto SBBR.

Diretório Trabalho em Andamento:

- ▼ SBBR-PRJ01-PB
 - ▼ 01 SBBR-PRJ01-PB-T
 - AQT
 - EST
 - GMT
 - PAV
 - TER

No exemplo da figura acima, o diretório Trabalho em Andamento está organizado pelas pastas das especialidades do projeto, que contém os documentos em desenvolvimento do projeto.

Durante o fluxo de desenvolvimento do trabalho e entrega dos elementos do projeto, os documentos passam por revisões e após tendo sido aceitos e aprovados, não serão mais modificados até sua publicação.








As revisões dos documentos devem ser arquivadas em subdiretórios dentro das pastas das especialidades, conforme ilustrado a seguir.

- ▼ 01 SBBR-PRJ01-PB-T
 - AQT
 - EST
 - GMT
 - ▼ PAV
 - R00
 - R01

No exemplo acima a pasta da especialidade PAV está dividida com base nas revisões solicitadas para os documentos que a compõem, sendo a R00 a emissão inicial.

Os arquivos nesse diretório já deverão seguir a nomenclatura padronizada, para facilitar a transferência para o Diretório Compartilhado. O exemplo abaixo ilustra os documentos do Projeto de Pavimentação em desenvolvimento no diretório de Trabalho.

Nome

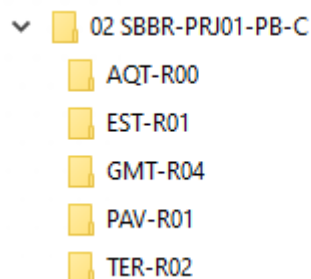
-  SBBR-PRJ01-CNE-SPP-XX-ET-C-PAV-0001-PB-T-R01.docx
-  SBBR-PRJ01-CNE-SPP-XX-M3-C-PAV-0001-PB-T-R01.dwg
-  SBBR-PRJ01-CNE-SPP-XX-MC-C-PAV-0001-PB-T-R01.docx
-  SBBR-PRJ01-CNE-SPP-XX-MD-C-PAV-0001-PB-T-R01.docx
-  SBBR-PRJ01-CNE-SPP-XX-PG-C-PAV-0001-PB-T-R01.pdf
-  SBBR-PRJ01-CNE-SPP-XX-PG-C-PAV-0002-PB-T-R01.pdf
-  SBBR-PRJ01-CNE-SPP-XX-PQ-C-PAV-0001-PB-T-R01.xlsx

Diretório Compartilhado:

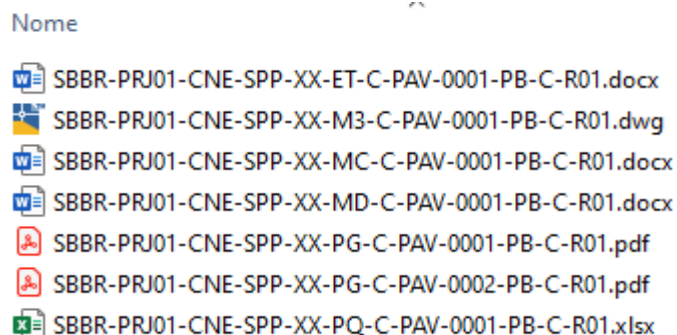
Este Diretório é utilizado pelos analistas e pela fiscalização para a análise e verificação do material produzido pela equipe de projeto. Nessa pasta o Gerente BIM deve acompanhar o tramite da documentação e repassar à equipe de pro-

Os Pareceres e Relatórios emitidos pelos analistas e fiscais para realizar os ajustes e revisões solicitados.

O Gerente BIM deverá repassar e manter atualizado na pasta Compartilhado apenas as últimas revisões válidas dos documentos produzidos. Nesse caso, as pastas das especialidades devem ser renomeadas com o nome da especialidade seguido da revisão válida, conforme figura a seguir.



Os arquivos nesse diretório deverão seguir a nomenclatura padronizada, conforme o exemplo abaixo, que ilustra os documentos do Projeto de Pavimentação no Diretório Compartilhado.

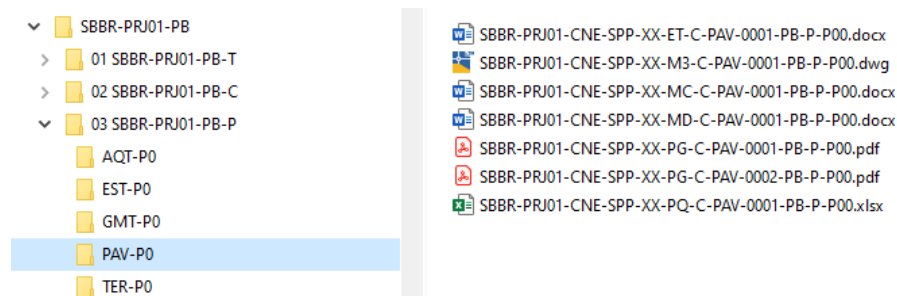


Diretório Publicado

Este Diretório é utilizado como repositório do projeto aprovado. Os documentos quando repassados para essa pasta passam a receber um novo código de Revisão, alterando-se a letra código para P e reiniciando a numeração de to-

dos os documentos aprovados. Assim, para a publicação inicial, todos os arquivos passarão a possuir o código P00.

Essa pasta deve ser montada pelo Gerente BIM a partir dos documentos aprovados pelo Cliente, conforme ilustrado na imagem abaixo.



5.3. Sistema de Classificação de Informações

As informações conforme quadro abaixo deverão fazer parte do modelo do projeto com vinculação a cada ID dos itens modelados e de planilha. A estrutura do sistema de classificação de informação é baseada na NBR 15965 e Caderno de especificações técnicas para contratação e projetos em BIM – Edificações, da Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística do Paraná, cujas tabelas constam aqui transcritas na sequência.

A estrutura da organização da informação deverá utilizar a seguinte divisão

- 1º nível da organização da informação – MACROGRUPOS
- 2º nível da organização da informação – GRUPOS
- 3º nível da organização da informação – SUBGRUPOS

Tabela 5-13: Macrogrupos: 1º Nível da organização da informação

1º NÍVEL DA ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO		
NBR 15965	MACROGRUPOS DA CONSTRUÇÃO	
-	A	ADMINISTRAÇÃO LOCAL

1º NÍVEL DA ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO		
NBR 15965	MACROGRUPOS DA CONSTRUÇÃO	
3E.09.10	B	SERVIÇOS INICIAIS
3E.06	C	INFRAESTRUTURA
3E.02.10	D	SUPERESTRUTURA
-	E	FECHAMENTOS
-	F	ACABAMENTOS
-	G	ESQUADRIAS
3E.02.10.20	H	COBERTURA
-	I	IMPERMEABILIZAÇÃO
3E.04.10	J	TRANSPORTE
3E.04.30	K	AVAC
3E.04.20	L	TUBULAÇÃO
3E.04.40	M	PREVENÇÃO E COMBATE A INCENDIO
3E.04.50	N	ELÉTRICA E TELECOMUNICAÇÕES
3E.26	O	EQUIPAMENTOS E MOBILIÁRIOS
3E.09.20	P	IMPLANTAÇÃO, URBANIZAÇÃO E SERVIÇOS EXTERNOS

Tabela 5-14: Grupos: 2º Nível da organização da informação

2º NÍVEL DA ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO		
NBR 15965	GRUPOS DA CONSTRUÇÃO	
-	A	ADMINISTRAÇÃO LOCAL
3E.09.10	B	SERVIÇOS INICIAIS
-	B.10	CANTEIRO DE OBRAS
3E.09.10.20	B.20	DEMOLIÇÕES E REMOÇÕES

2º NÍVEL DA ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO		
NBR 15965	GRUPOS DA CONSTRUÇÃO	
3E.09.10.70	B.30	MOVIMENTO DE TERRA
-	B.40	OUTROS SERVIÇOS INICIAIS
3E.06	C	INFRAESTRUTURA
3E.06.10.20.30/	C.10	CONTENÇÕES
3E.09.10.50.40		
3E.06.10	C.20	FUNDAÇÕES
3E.02.10	D	SUPERESTRUTURA
3E.02.10.10.10	D.10	PILARES
3E.02.10.10.10	D.20	LAJES
3E.02.10.10.10	D.30	VIGAS
3E.02.10.10.90	D.40	OUTROS ELEMENTOS DA SUPERESTRUTURA
-	E	FECHAMENTOS
3E.02.20.10/	E.10	ALVENARIA
3E.03.10.10		
3E.03.10.10	E.20	DIVISÓRIAS
3E.02.20.10/	E.30	OUTROS ELEMENTOS DE FECHAMENTO
3E.03.10.10		
-	F	ACABAMENTOS
3E.03.20.10/		
3E.02.20.10.30/	F.10	ACABAMENTOS DE PAREDE
3E.02.20.10.10		
3E.03.20.30	F.20	ACABAMENTOS DE PISO
3E.03.20.50	F.30	ACABAMENTOS DE TETO
3E.03.20	F.40	ACABAMENTOS DE OUTROS ELEMENTOS
-	G	ESQUADRIAS

2º NÍVEL DA ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO		
NBR 15965	GRUPOS DA CONSTRUÇÃO	
3E.02.20.20/	G.10	JANELAS
3E.03.10.20		
3E.02.20.50/	G.20	PORTAS
3E.03.10.30		
-	G.30	OUTROS TIPOS DE ESQUADRIA
3E.02.10.20	H	COBERTURA
3E.02.10.20.10	H.10	ESTRUTURA DA COBERTURA
3E.02.10.20.90	H.20	TELHAMENTO
-	H.30	OUTROS ELEMENTOS DA COBERTURA
-	I	IMPERMEABILIZAÇÃO
3E.02.10.10.90	I.10	IMPERMEABILIZAÇÃO DE BALDRAME
3E.02.10.20.90	I.20	IMPERMEABILIZAÇÃO DE COBERTURA
3E.02.30.40.30	I.30	IMPERMEABILIZAÇÃO DE PAREDE
3E.06.40.90.30	I.40	IMPERMEABILIZAÇÃO DE PISO
-	I.50	IMPERMEABILIZAÇÃO DE OUTROS ELEMENTOS
3E.04.10	J	TRANSPORTE
3E.04.10.10	J.10	VERTICAL
3E.04.10.30	J.20	HORIZONTAL
3E.04.30	K	AVAC
3E.04.30.60	K.10	VENTILAÇÃO
3E.04.30.30	K.20	REFRIGERAÇÃO
3E.04.30.20	K.30	AQUECIMENTO
3E.04.20	L	TUBULAÇÃO
3E.04.20.10.20/		

2º NÍVEL DA ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO		
NBR 15965	GRUPOS DA CONSTRUÇÃO	
3E.04.20.10.60/	L.10	EQUIPAMENTOS HIDROSSANITÁRIOS
3E.04.20.20.10/		
3E.04.20.30.10		
3E.04.20.10	L.20	DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA
3E.04.20.20	L.30	ESGOTO SANITÁRIO
3E.04.20.30	L.40	ÁGUAS PLUVIAIS
3E.04.20.60.30	L.50	GLP
3E.04.20.50/	L.60	AR COMPRIMIDO
3E.04.20.60.10		
-	L.70	OUTROS SISTEMAS DE TUBULAÇÃO
3E.04.40	M	PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO
3E.04.40.10.10	M.10	CHUVEIROS AUTOMÁTICOS
3E.04.40.30.30	M.20	EXTINTORES
3E.04.40.10.10	M.30	HIDRANTES, MANGUEIRAS E MANGOTINHOS
3E.04.40.10.10	M.40	TUBULAÇÃO DE INCÊNDIO
3E.04.40.30.70	M.50	DETECTORES
3E.04.40.10.90	M.60	ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA
3E.04.40.10.90	M.70	SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA
3E.04.40.10.90	M.80	OUTROS ELEMENTOS DA PREVENÇÃO E COMBATE À INCÊNDIO
3E.04.50	N	ELÉTRICA E TELECOMUNICAÇÕES
3E.04.50.20	N.10	ELÉTRICA
3E.04.60.10/	N.20	REDE LÓGICA E TELEFONE
3E.04.60.20		
3E.04.60.30	N.30	SEGURANÇA CFTV

2º NÍVEL DA ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO		
NBR 15965	GRUPOS DA CONSTRUÇÃO	
3E.04.50.80.10	N.40	SPDA
-	N.50	OUTROS SISTEMAS DE ELÉTRICA E TELECOMUNICAÇÃO
3E.26	O	EQUIPAMENTOS E MOBILIÁRIOS
3E.26.10	O.10	EQUIPAMENTOS
3E.26.20	O.20	MOBILIÁRIO
3E.09.20	P	IMPLANTAÇÃO, URBANIZAÇÃO E SERVIÇOS EXTERNOS
3E.09.30/	P.10	REDES EXTERNAS
3E.09.40		
3E.09.30.30	P.20	DRENAGEM
3E.09.20.10.10	P.30	PAVIMENTAÇÃO
3E.09.20.80	P.40	PAISAGISMO
3E.09.20.50	P.50	RECREAÇÃO, ESPORTE E LAZER
-	P.60	OUTROS ELEMENTOS DE URBANIZAÇÃO E SERVIÇOS EXTERNOS

Tabela 5-15: Subgrupos: 3º Nível da organização da informação

3º NÍVEL DA ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO		
NBR 15965	SUBGRUPOS DA CONSTRUÇÃO	
-	A	ADMINISTRAÇÃO LOCAL
3E.09.10	B	SERVIÇOS INICIAIS
-	B.10	CANTEIRO DE OBRAS
	B.10.01	TAPUME EM MADEIRA COMPENSADA
3E.09.10.20	B.20	DEMOLIÇÕES E REMOÇÕES
3E.09.10.70	B.30	MOVIMENTO DE TERRA
	B.30.01	CORTE

3º NÍVEL DA ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO		
NBR 15965	SUBGRUPOS DA CONSTRUÇÃO	
	B.30.02	ATERRO
-	B.40	OUTROS SERVIÇOS INICIAIS
	B.40.01	MURO DE DIVISA
3E.06	C	INFRAESTRUTURA
3E.06.10.20.30/	C.10	CONTENÇÕES
3E.09.10.50.40		
	C.10.01	GABIÃO
3E.06.10	C.20	FUNDAÇÕES
	C.20.01	SAPATA
3E.02.10	D	SUPERESTRUTURA
3E.02.10.10.10	D.10	PILARES
	D.10.01	PILARES DO 1º PAVIMENTO
	D.10.01.01	CONCRETAGEM
	D.10.01.02	FÔRMA
	D.10.01.03	ARMADURA
3E.02.10.10.10	D.20	LAJES
	D.20.01	CONCRETAGEM
	D.20.02	FÔRMA
	D.20.03	ARMADURA
	D.20.04	ESCORA
3E.02.10.10.10	D.30	VIGAS
	D.30.01	CONCRETAGEM
	D.30.02	FÔRMA
	D.30.03	ARMADURA
	D.30.04	ESCORA

3º NÍVEL DA ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO		
NBR 15965	SUBGRUPOS DA CONSTRUÇÃO	
-	D.40	OUTROS ELEMENTOS DA SUPERESTRUTURA
	D.40.01	ESTRUTURA DE ESCADA
-	E	FECHAMENTOS
3E.02.20.10/ 3E.03.10.10	E.10	ALVENARIA
	E.10.01	BLOCO CERÂMICO
3E.03.10.10	E.20	DIVISÓRIAS
	E.20.01	PLACA EM MDF
3E.02.20.10/ 3E.03.10.10	E.30	OUTROS ELEMENTOS DE FECHAMENTO
	E.30.01	COBOGÓ
-	F	ACABAMENTOS
3E.03.20.10/ 3E.02.20.10.30/ 3E.02.20.10.10	F.10	ACABAMENTOS DE PAREDE
	F.10.01	CHAPISCO
	F.10.02	REBOCO
	F.10.03	EMBOÇO
	F.10.04	PINTURA
3E.03.20.30	F.20	ACABAMENTOS DE PISO
	F.20.01	CONTRAPISO
	F.20.02	RODAPÉ
	F.20.03	PINTURA
3E.03.20.50	F.30	ACABAMENTOS DE TETO
	F.30.01	FORRO

3º NÍVEL DA ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO		
NBR 15965	SUBGRUPOS DA CONSTRUÇÃO	
	F.30.02	PINTURA
	F.30.03	RODATETO
3E.03.20	F.40	REVESTIMENTO DE OUTROS ELEMENTOS
-	G	ESQUADRIAS
3E.02.20.20/ 3E.03.10.20	G.10	JANELAS
	G.10.01	PINTURA
	G.10.02	VIDROS
	G.10.03	ACESSÓRIOS
3E.02.20.50/ 3E.03.10.30	G.20	PORTAS
	G.20.01	PINTURA
	G.20.03	ACESSÓRIOS
-	G.30	OUTROS TIPOS DE ESQUADRIA
	G.30.01	CLARABÓIA
3E.02.10.20	H	COBERTURA
3E.02.10.20.10	H.10	ESTRUTURA DA COBERTURA
	H.10.01	TESOURA EM MADEIRA
3E.02.10.20.90	H.20	TELHAMENTO
	H.20.01	TELHA METÁLICA
-	H.30	OUTROS ELEMENTOS DA COBERTURA
	H.30.01	CALHAS
-	I	IMPERMEABILIZAÇÃO
3E.02.10.10.90	I.10	IMPERMEABILIZAÇÃO DE BALDRAME

3º NÍVEL DA ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO		
NBR 15965	SUBGRUPOS DA CONSTRUÇÃO	
	I.10.01	TINTA ASFÁLTICA
3E.02.10.20.90	I.20	COBERTURA
3E.02.30.40.30	I.30	PAREDE
	I.30.01	PINTURA IMPERMEABILIZANTE
3E.06.40.90.30	I.40	PISO
-	I.50	OUTROS
3E.04.10	J	TRANSPORTE
3E.04.10.10	J.10	VERTICAL
	J.10.01	ELEVADOR
3E.04.10.30	J.20	HORIZONTAL
	J.20.01	ESTEIRA
3E.04.30	K	AVAC
3E.04.30.60	K.10	VENTILAÇÃO
	K.10.01	DUTOS
	K.10.02	EQUIPAMENTOS
3E.04.30.30	K.20	REFRIGERAÇÃO
3E.04.30.20	K.30	AQUECIMENTO
3E.04.20	L	TUBULAÇÃO
3E.04.20.10.20/		
3E.04.20.10.60/	L.10	EQUIPAMENTOS HIDROSSANITÁRIOS
3E.04.20.20.10/		
3E.04.20.30.10		
	L.10.01	BACIA SANITÁRIA
	L.10.02	LAVATÓRIO
3E.04.20.10	L.20	DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA
	L.20.01	TUBOS

3º NÍVEL DA ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO		
NBR 15965	SUBGRUPOS DA CONSTRUÇÃO	
3E.04.20.20	L.30	ESGOTO SANITÁRIO
3E.04.20.30	L.40	ÁGUAS PLUVIAIS
3E.04.20.60.30	L.50	GLP
3E.04.20.50/	L.60	AR COMPRIMIDO
3E.04.20.60.10		
-	L.70	OUTROS
	L.70.01	CAIXA DE PASSAGEM
3E.04.40	M	PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO
3E.04.40.10.10	M.10	CHUVEIROS AUTOMÁTICOS
	M.10.01	SPRINKLER
3E.04.40.30.30	M.20	EXTINTORES
3E.04.40.10.10	M.30	HIDRANTES, MANGUEIRAS E MANGOTINHOS
	M.30.01	HIDRANTE DE PAREDE
3E.04.40.10.10	M.40	TUBULAÇÃO DE INCÊNDIO
3E.04.40.30.70	M.50	DETECTORES
	M.50.01	DETECTOR DE FUMAÇA
3E.04.40.10.90	M.60	ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA
3E.04.40.10.90	M.70	SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA
	M.70.01	PLACA DE SINALIZAÇÃO PARA SAÍDA DE EMERGÊNCIA
3E.04.40.10.90	M.80	OUTROS
3E.04.50	N	ELÉTRICA E TELECOMUNICAÇÕES
3E.04.50.20	N.10	ELÉTRICA
	N.10.01	LUMINÁRIA
3E.04.60.10/	N.20	REDE LÓGICA E TELEFONE

3º NÍVEL DA ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO		
NBR 15965	SUBGRUPOS DA CONSTRUÇÃO	
3E.04.60.20		
	N.20.01	QUADRO DE DISTRIBUICAO
3E.04.60.30	N.30	SEGURANÇA CFTV
3E.04.50.80.10	N.40	SPDA
-	N.50	OUTROS ELEMENTOS DE ELÉTRICA E TELECOMUNICAÇÃO
3E.26	O	EQUIPAMENTOS E MOBILIÁRIOS
3E.26.10	O.10	EQUIPAMENTOS
3E.26.20	O.20	MOBILIÁRIO
	O.20.01	MOBILIÁRIO FIXO
	O.20.02	MOBILIÁRIO MÓVEL
3E.09.20	P	IMPLANTAÇÃO, URBANIZAÇÃO E SERVIÇOS EXTERNOS
3E.09.30/	P.10	REDES EXTERNAS
3E.09.40		
3E.09.30.30	P.20	DRENAGEM
	P.20.01	TUBO DE CONCRETO
3E.09.20.10.10	P.30	PAVIMENTAÇÃO
	P.30.01	PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA
3E.09.20.80	P.40	PAISAGISMO
	P.40.01	ARBORIZAÇÃO
	P.40.02	GRAMADO
3E.09.20.50	P.50	RECREAÇÃO, ESPORTE E LAZER
	P.50.01	QUADRA POLIESPORTIVA
	P.50.02	PLAY GROUND
-	P.60	OUTROS ELEMENTOS DE URBANIZAÇÃO E SERVIÇOS

3º NÍVEL DA ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO	
NBR 15965	SUBGRUPOS DA CONSTRUÇÃO
	EXTERNOS

5.4. Formatos e Carimbos

As peças gráficas (desenhos técnicos) que farão parte da documentação oficial do projeto deverão ser elaboradas nos formatos padronizados pela norma ABNT NBR 16752:2020 - Desenho técnico — Requisitos para apresentação em folhas de desenho.

A Norma especifica o formato das folhas de desenho e os elementos gráficos, a localização e a disposição do espaço para desenho, espaço para informações complementares e legenda, o dobramento de cópias e o emprego de escalas a serem utilizadas em desenhos técnicos. Os formatos deverão ser obrigatoriamente da série A, cujas dimensões constam na tabela abaixo:

Tabela 5-16: Formato dos desenhos de projeto

Série A	Dimensões
A4	210 mm x 297 mm
A3	297 mm x 420 mm
A2	420 mm x 594 mm
A1	594 mm x 841 mm
A0	841 mm x 1189 mm

Em função das características do projeto de aeroportos, que em geral possuem dimensões retangulares, com comprimento bem maior que a largura, é possível fazer uso de formatos alongados, em especial o formato A1. O padrão do carimbo das peças gráficas deverá estar descrito e detalhado no PEB, contendo as seguintes informações:

- Nome e código ICAO do Aeroporto.
- Endereço do Aeroporto.
- Município/Estado.

- Georreferencia.
- Identificação da empresa projetista.
- Responsável(is) técnico(s), autor(es) e número de registro no CREA.
- Título do desenho.
- Descrição do desenho.
- Escala.
- Unidade do desenho.
- Data da entrega.
- Número do documento com o campo de revisão.
- Nome do Arquivo Digital.
- Nome do Arquivo do Modelo Digital.

Os relatórios, memoriais e especificações deverão ser entregues no formato A4 e na posição retrato. O padrão da capa deverá estar descrito no Plano de Execução BIM e deverá conter, no mínimo, as seguintes informações:

- Nome e código ICAO do Aeroporto.
- Endereço do Aeroporto.
- Município/Estado.
- Georreferenciamento.
- Identificação da empresa projetista.
- Responsável(is) técnico(s), autor(es) e número de registro no CREA.
- Título do documento.
- Data da entrega.
- Número do documento com o campo de revisão.
- Nome do Arquivo Digital.

5.5. Grandezas e Precisão de Projeto

O padrão de projeto para as grandezas dimensionais e a precisão dos dados deverão ser conforme detalhado a seguir:

- A área de trabalho deverá estar configurada para o tipo decimal com precisão de 4 casas.
- A unidade de medida de distância da área de trabalho em metros.
- E o formato geral dos ângulos para Graus, minutos e segundos.

Deverá ser observado o padrão brasileiro para a escrita dos numerais, que determina a vírgula como separador decimal e o ponto como separador de milhar.

Além da configuração da área de trabalho, as configurações das variáveis de ambiente, referentes às grandezas físicas, formato e precisão, deverão estar em conformidade com o listado abaixo.

Tabela 5-17: Configuração das variáveis de ambiente do modelo digital

Grandeza Física	Unidade	Formato	Precisão
Coordenadas UTM	m	Decimal	0,0000
Distância	m	Decimal	0,00
Altitude	m	Decimal	0,000
Declividade	%	Percentual	0,00
Inclinação	m/m	Fração	0,0
Ângulo	Graus	GG MM SS,SS	00° 00' 00,00"
Azimute	Graus	GG MM SS,SS	00° 00' 00,00"
Latitude e Longitude	Graus	GG MM SS,SS	00° 00' 00,00"
Área	m ²	Decimal	0,00
Área de Bacias Hidrográficas	ha	Decimal	0,00
Volume	m ³	Decimal	0,00
Estaqueamento	m	Padrão brasileiro (20m) E 5+10,00m	0,00

5.6. Fontes

As fontes e seus tamanhos podem ser variáveis, de acordo com o tipo de objeto e informação que se deseja no projeto.

Serão adotadas, em todas as situações, fontes True Type compatíveis com Helvetica, tais como, as fontes *SansSerif* ou *Arial*. Recomenda-se utilizar a mesma fonte helvética em todas as peças gráficas e em toda a documentação técnica em estilo regular.

Todas as entidades de Texto serão associadas em estilos específicos, com o campo do nome formado pela letra “R” e o algarismo correspondente à sua régua equivalente. A tabela abaixo define a altura dos diversos tamanhos padronizados de texto, com seu estilo correspondente. Os textos deverão ser impressos preferencialmente na cor preta.

Tabela 5-18: Padrões de texto das peças gráficas

NOME DO ESTILO	ESTILO	ALTURA (mm)	APLICAÇÃO
R60	Regular	1,50	Dimensões, cotas e textos secundários
R80	Regular	2,00	Dimensões, cotas, textos em geral, dados das tabelas, notas e legendas.
R100	Regular	2,50	Textos em geral, cabeçalho de tabelas, notas, legendas.
R120	Regular	3,00	Títulos de detalhes, cortes e vistas. Designação de pistas de pouso, táxi e pátios.
R140	Regular	3,50	Títulos em geral
R160	Regular	4,00	Títulos em geral
R200	Regular	5,00	Títulos em geral

5.7. Legendas e Notas

Os componentes que serão utilizados durante o desenvolvimento de projetos, devem estar de acordo com representação gráfica, fontes e nomenclatura, em conformidade com as especificações previstas nesse documento, e agrupados em arquivos de acordo com sua disciplina.

Estarão disponíveis, todas as notas padrão utilizadas em comum a todos os projetos, as legendas estarão agrupadas em uma única legenda base da qual serão retirados ou adicionados elementos de acordo com a necessidade do projeto.

5.8. Detalhes Construtivos

Os componentes que serão utilizados durante o desenvolvimento de projetos, devem estar de acordo com representação gráfica, fontes e nomenclatura, em conformidade com as especificações previstas nesse documento, e agrupados em arquivos de acordo com sua disciplina.

Esses Arquivos irão conter, detalhes típicos geralmente repetitivos de elementos construtivos, podendo estar em desenhos 2D.

5.9. Reforma ou Ampliação

Quando da reforma ou ampliação de projetos, serão utilizadas as seguintes configurações gráficas nos modelos tridimensionais.

Tabela 5-19: Configurações gráficas dos modelos tridimensionais

FASE	PADRÃO/SUPERFÍCIE		CORTE	
	LINHA	PADRÃO	LINHA	PADRÃO
Elementos Existentes	—————		—————	
Elementos a Demolir	—————	■	—————	■
Elementos a Construir	—————	■	—————	■
Elementos Temporários	- - - - -		- - - - -	

5.10. Materiais e Revestimentos

Os materiais a serem utilizados nos modelos deverão seguir os padrões de nomenclatura determinados na tabela abaixo, novos materiais a ser definidos seguindo os mesmos critérios.

Tabela 5-20 Padrões de nomenclatura de materiais e revestimentos

PADRÃO	EXEMPLO
Hífen-Tipo Descrição 1 Descrição 2	- Bloco_Concreto_19cm
Hífen-Tipo_Descrição1_Descrição2	- Pintura_Látex_PVA

5.11. Formatos de Arquivos

Objetivando um manuseio das informações em softwares de projetos BIM, quando da entrega de modelagens referentes aos projetos ou documentos complementares como orçamentos e memoriais descritivos, estes devem ser descritos considerando sua identificação comercial, versão, aplicação e extensão principal e secundária.

A regra geral é que os projetos devem ser entregues em quatro formatos.

5.11.1. Formato Nativo

Define-se como formato nativo o arquivo original desenvolvido no programa de computador principal utilizado pelo projetista. Os projetos devem ser entregues em seus formatos nativos, considerando suas últimas versões.

O uso dos projetos em seus formatos nativos está relacionado aos dados de entrada nas etapas posteriores à entrega dos projetos por parte do Contratante, sendo assim, essencial para a evolução do conceito BIM.

Na elaboração dos Planos de Execução BIM, deverão ser definidos previamente os softwares e versões entre todos os projetistas evitando incompatibilidades entre versões e métodos de lançamento e modelagem da informação, conforme tabela a seguir.

Tabela 5-21: Planilha de registro de programas de colaboração do projeto

APLICAÇÃO	PROGRAMA	VERSÃO	EXTENSÃO
Projetos de Terraplanagem			
Projeto de Pavimentação			
Projetos de drenagem			

APLICAÇÃO	PROGRAMA	VERSÃO	EXTENSÃO
Projetos de Arquitetura			
Projetos de Estruturas			
Projetos de Fundações			
Projetos de instalações			
Projetos de sinalização horizontal			
Projetos de sinalização luminosa e vertical e auxílios à navegação aérea			
Planilhas orçamentárias e planilha de serviço e quantidades			
Documentos, memoriais e especificações técnicas			
Documentos e desenhos para publicação e distribuição			
Integração dos modelos			
Gerenciamento de projeto			

É importante ressaltar que existem programas para modelagem em BIM e programas de dimensionamento. Alguns programas de modelagem BIM já incorporam o dimensionamento de elementos e outros não, sendo necessário o dimensionamento ser realizado fora do programa de modelagem BIM. Todos os programas, de dimensionamento e de modelagem BIM, utilizados deverão ser listados.

Como exemplos, ao entregar projetos desenvolvidos na plataforma *Revit* da Autodesk, estes devem ser entregues na extensão “rvt”. Na plataforma *Archicad* da Graphisoft, em “pln”. Os desenvolvidos na plataforma *Civi 3D* da Autodesk ou na plataforma *Open Roads* da Bentley, deverão ser entregues nas extensões “dwg” ou “dgn” respectivamente.

Naturalmente, eventuais modificações e inserções futuras só deverão ser adequadamente efetivadas mediante utilização do software nativo.

5.11.2. Formato IFC

Todos os modelos parciais e integrados também devem ser entregues em formato *Industry Foundation Classes* (IFC). O formato de arquivo IFC fornece uma solução de interoperabilidade entre diferentes aplicativos de software.

O intercâmbio de informações entre as diversas plataformas BIM, permite que os dados das diversas disciplinas agregadas ao modelo, estejam disponíveis a todas as partes interessadas do projeto, a qualquer momento. Elimina a necessidade de duplicar a entrada de dados e possibilita a todos visualizar alterações no projeto durante o ciclo de vida da edificação. Com esses arquivos, todos os envolvidos, inclusive gestores e coordenadores, poderão ter acesso a um enorme volume de informações.

O planejamento de utilização do IFC deverá constar no Plano de execução de projeto com sua caracterização, principalmente em relação aos softwares de planejamento, validação e checagens como Tekla, Solibri, Naviswork e outros. Também na caracterização de cada elemento do modelo a ser apresentado no mapeamento de IFC em sua camada de recursos referenciando do tipo IFC aplicável.

A estrutura representativa do formato IFC está baseada no conceito entidade-relacionamento, organizada em um formato de classificação de categorias por herança referenciada a objetos sendo dividida em 4 níveis hierárquicos conforme a sequência:

- 1) Domínios específicos (elementos de domínio das disciplinas);
- 2) Elementos de compartilhamento;
- 3) Dados centrais ou de núcleo;
- 4) Recursos ou entidades de base.

Cabe salientar que uma das principais características desse formato é não permitir a inserção ou modificação de informações ou objetos nele contidos, garantindo a integridade da informação lançada pelo projetista que o gerou.

5.11.3. Formato Modelo Federado

Define-se modelo federado como sendo o arquivo em que todas as disciplinas BIM do projeto estão integradas em um único arquivo.

O uso desse conceito e ferramenta é muito útil à compatibilização entre as disciplinas e, portanto, deve ser motivado e utilizado de forma cada vez mais

constante e independente, por parte dos projetistas. Objetiva aqui a extração dos relatórios de Conflitos ou “*Clash Detection*”.

O plano de projeto deverá apresentar os formatos e fluxos de validação do modelo tanto em formato nativo como nos formatos de interoperabilidade. Deverá apresentar as relações de interdependência entre os diversos modelos que o integram.

Ao final modelo federado deverá ser capaz de demonstrar a compatibilidade total dos diversos sistemas integrados do empreendimento. Também demonstrar as relações de planejamento de obra compatível com o planejamento físico-financeiro.

O projeto deve ser entregue em formato IFC, NWD ou similar, considerando todas as disciplinas no mesmo arquivo.

5.11.4. Formato de Documentação Legal

Os projetos também devem ser entregues em formatos utilizados para impressão e assinatura em termos legais, ou seja, projetos detalhados em pranchas e entregues em formato *Portable Document Format* (PDF).

Necessariamente, essas pranchas e arquivos devem ter sido originadas e extraídas a partir dos modelos tridimensionais.

Esta documentação é o retrato do momento da entrega dos projetos que as Anotações de Responsabilidade Técnica (ART) ou Registro Responsabilidade Técnica (RRT) se referenciam.

Diferente dos modelos tridimensionais estes documentos só poderão ser alterados pelos autores dos projetos ou com sua anuência.

5.12. Referências

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. PAS 1192-2: 2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. The British Standards Institution, 2013. Disponível em: <https://shop.bsigroup.com/ProductDetail?pid=00000000030281435>. Acesso em: 02 abr. 2021.

CÓDIGOS: Indicador de Localidade (ICAO). Site: DECEA. Disponível em: <https://aisweb.decea.mil.br/>. Acesso em: 02 abr. 2021.

Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC. Brasília, 2016.

Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. [s.l.]: AsBEA, 2015.

ISO/DIS 19650-1.:2018 – Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/68078.html>. Acesso em 02 abril. 2021.

ISO 12006-2 Building construction — Organization of information about construction works — Part 2: Framework for classification.

NBR 15965: Sistema de classificação da informação da construção Parte 1, 2, 3, 4 e 7.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Caderno BIM: Coletânea de Cadernos Orientadores, Curitiba: SEIL/PR, 2018. V.4.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Infraestrutura. Instruções para elaboração de projetos Arquitetônicos de Edificação.

CAPÍTULO VI

CONDIÇÕES LOCAIS



6. Condições Locais

A análise das condições locais de onde a infraestrutura pretende ser implantada é fundamental para a elaboração do projeto. A análise deve ser realizada nos seguintes temas: a análise operacional e a análise física.

A análise operacional é referente às condicionantes próprias da operação do aeroporto que podem causar restrições no projeto ou impactos no cronograma, como por exemplo, a execução da obra em janelas de tempo.

A análise física permite identificar a topografia do terreno, a qualidade do solo no sítio, a condição das edificações e infraestruturas existentes, interferências naturais, ventos, ou seja, todas as condicionantes físicas que irão fundamentar as soluções do projeto.

Para tanto, o projeto deverá conter as informações e análises descritas nos itens a seguir. Cabe ressaltar que o **Anexo A** deste Manual, apresenta uma Matriz de Entregáveis do Projeto com uma proposição de distribuição destes itens ao longo das fases do projeto.

6.1. Dados Operacionais

6.1.1. Introdução

O dimensionamento de todas as instalações aeroportuárias, assim como o planejamento adequado da execução das obras envolve o conhecimento prévio e preciso de dados históricos e futuros das operações aéreas do aeroporto.

Este item do Manual tem como finalidade indicar aos projetistas os elementos básicos e essenciais da operação do aeroporto que devem ser observados para o desenvolvimento do projeto e que podem interferir diretamente no planejamento para a execução da obra.

Importante ressaltar que projetos elaborados sem o cuidado de avaliar os dados operacionais do aeroporto podem não ser viáveis de serem construídos ou terem seus custos aumentados e aditivados por falta de previsão no orçamento.

Os Dados Operacionais deverão ser reunidos e avaliados em um Relatório Técnico específico. A partir do conteúdo e das conclusões deste documento, todo o planejamento de ataque da obra será elaborado, o qual será a linha de base para o desenvolvimento dos projetos.

A presente disciplina contempla o seguinte entregável:

Entregável
Relatório Técnico

6.1.2. Relatório Técnico

O Relatório Técnico de Dados Operacionais deverá atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) Informações operacionais: detalhamento de todas as informações operacionais do aeroporto que possam interferir ou impactar na execução da obra. No mínimo as seguintes informações devem ser registradas:
 - i. Capacidade declarada do aeroporto.
 - ii. Histórico de voos de pelo menos dois anos anteriores ao projeto.
 - iii. Registros dos horários de voos regulares (HOTRAN).
 - iv. Previsão futura apresentada nos documentos de licitação e/ou publicadas no Plano Aeroviário Nacional – PAN.
 - v. Existência de acordos operacionais.
 - vi. Hot spots (pontos na área de movimento do aeródromo que possuam risco histórico ou potencial de colisão ou incursão em pista e onde os pilotos e condutores de veículos necessitam de maior atenção) do aeroporto.
 - vii. Categorias das aeronaves em operação e tipo de operações (VFR, IFR).
 - viii. Requisitos e/ou condicionantes da rotina de segurança orgânica relacionadas ao acesso de colaboradores, veículos, caminhões e equipamentos da obra nas áreas operacionais do aeroporto.
 - ix. Consultas as empresas operadoras aéreas, o Comando da Aeronáutica e outros stakeholders quanto ao período de interdição (parcial ou total) do aeroporto, apresentando o cronograma de intervenções previstas, de forma a compatibilizar interesses.
 - x. Atas de reuniões e documentos trocados entre projetista e equipes de Operações e Segurança do aeroporto.

- b) Avaliação das informações operacionais com a apresentação do diagnóstico e dos planos para executar a obra com o menor impacto na regularidade, capacidade e segurança das operações aéreas, preferencialmente com a participação dos responsáveis pelos setores de Operações e Segurança do aeroporto:
- i. Avaliação da consistência da previsão de voos futuros com a movimentação atual e histórica do aeroporto.
 - ii. Análise do histórico de voos regulares a partir da base de dados do aeroporto para a identificação dos horários de pico ou de maior movimentação de aeronaves, passageiros e carga. Identificação dos maiores intervalos de tempo entre duas operações sequenciais. Identificação da cabeceira de pista de pouso e decolagem mais utilizada.
 - iii. Avaliação do impacto em operações da aviação regular agendadas (HOTRAN).
 - iv. Avaliação do impacto em acordos operacionais vigentes.
 - v. Avaliação dos principais trajetos percorridos pelas aeronaves para acessar a pista de pouso e decolagem e analisar a possibilidade de realizar trajetórias alternativas. Avaliar o impacto na segurança operacional e hot spots.
 - vi. Avaliação do impacto na redução de carga paga das aeronaves em função do recuo de cabeceira para a execução de obras, do impacto na capacidade declarada do aeroporto e do impacto na segurança das operações.
 - vii. Avaliação da necessidade de alteração provisória das Cartas Aeronáuticas, de reposicionamento e recalibração de auxílios à navegação aérea como o PAPI e o impacto destas ações no prazo e cronograma do empreendimento, caso a cabeceira seja recuada para a realização das obras. Indicar que deverá ser apresentado projeto específico englobando a sinalização horizontal, luminosa e de auxílios para a posição provisória da cabeceira recuada.
 - viii. Avaliação dos impactos ou desvios no acesso de veículos de resgate e de combate ao incêndio devido às obras.
 - ix. Avaliação dos impactos na visibilidade da torre de controle devido às obras.
 - x. Identificação dos afastamentos e alturas máximas dos equipamentos necessários à obra durante a realização dos trabalhos nas áreas operacionais.
 - xi. Apresentar planos para a dinâmica de entrada de equipamentos e de pessoal da obra nas áreas operacionais do aeroporto conforme o protocolo de segurança do aeroporto.
 - xii. Indicar a necessidade de treinamento de segurança aeroportuária em coordenação com a equipe de segurança operacional do aeroporto.
 - xiii. Indicar a necessidade de realizar procedimentos de credenciamento de pessoas, veículos e equipamentos em conformidade com as exigências do aeroporto.
 - xiv. Indicar as portarias existentes e/ou a serem implantadas para a entrada dos equipamentos, materiais e pessoal para as áreas operacionais em conformidade com as exigências do aeroporto.
 - xv. Listar materiais a serem fornecidos e instalados pela empresa construtora para realizar a sinalização ou marcação provisória de limites de áreas permitidas para obras dentro das áreas operacionais do aeroporto.
 - xvi. Planos de ações possíveis e tecnicamente viáveis para a realização da obra com o menor impacto na regularidade, capacidade e segurança das operações aéreas.

6.1.3. Referências

Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). RBAC 153 - *Aeródromos - Operação, manutenção e resposta à emergência*, Brasil.

Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). *Anuário do Transporte Aéreo*. Disponível no site: <https://www.anac.gov.br/assuntos/dados-e-estatisticas/mercado-de-transporte-aereo/anuario-do-transporte-aereo/anuario-do-transporte-aereo>, Brasil.

Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). *Dados Estatísticos*. Disponível no site: <https://www.anac.gov.br/assuntos/dados-e-estatisticas/dados-estatisticos>, Brasil.

Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). *Indicadores do Mercado de Transporte Aéreo*. Disponível no site: <https://www.anac.gov.br/assuntos/dados-e-estatisticas/mercado-de-transporte-aereo/consulta-interativa/demanda-e-oferta-origem-destino>, Brasil.

Ministério de Infraestrutura, Secretaria de Aviação Civil (SAC). *Plano Aeroviário Nacional – PAN*. Disponível no sítio <http://www.infraestrutura.gov.br/rodovida/52-sistema-de-transportes/8110-plano-aeroviario-nacional.html>, Brasil.

Airport Planning Manuals ou *Airplane Characteristics for Airport Planning Manual* publicado pelos fabricantes de aeronaves.

Importante salientar que a fonte de informações mais relevante a ser considerada no desenvolvimento do Relatório é o próprio aeroporto. As pessoas responsáveis pelos setores de Operações e de Segurança deverão ser consultadas e as informações sobre os movimentos de aeronaves, hora-pico, janelas de trabalho, períodos possíveis para fechamento ou interdição da obra, afastamentos de segurança, locais ou pontos de entrada no aeroporto, dinâmica de identificação de veículos e operários, e demais informações deverão ser registrados em Atas.

Outras fontes devem também ser consultadas para consubstanciar, não só o planejamento da obra, como também o dimensionamento das instalações aeroportuárias. As referências acima apresentam informações operacionais disponíveis para consulta pela internet.

6.2. Geotecnia

6.2.1. Introdução

O conhecimento dos materiais e solos é imprescindível para a elaboração dos projetos de infraestrutura aeroportuária, incluindo tanto as obras de terraplanagem, de drenagem, de pavimentação como também de edificações.

Os Estudos Geotécnicos têm como objetivo fornecer dados e informações dos solos existentes na área de influência do empreendimento e, também, dos materiais que serão utilizados na terraplanagem e na pavimentação, como solos de jazidas, empréstimos, britas e agregados.

Os serviços de campo e laboratório serão executados em três fases, a saber: reconhecimento preliminar de campo; amostragem sistemática; e ensaios geotécnicos.

O reconhecimento preliminar deverá verificar a existência de afloramentos rochosos, solos moles, entulhos, bota-fora, na área de influência do empreendimento a ser projetado. Identificar expeditamente os tipos e horizontes de solos e a presença de lençol freático.

Com base nestas informações será possível elaborar o plano de sondagem e definir os tipos de ensaios a serem realizados. Todos os solos e agregados que poderão ser utilizados na obra deverão ser ensaiados.

A amostragem sistemática é o levantamento de campo propriamente dito, a ser realizado a partir do plano de sondagem e com a execução de sondagens, ensaios de campo e coletas de material para os ensaios geotécnicos em laboratório.

A investigação geotécnica será executada no sítio aeroportuário e em jazidas de empréstimos, de acordo com as normas pertinentes da ABNT, DNIT e DIRINFRA.

Quanto à aplicações BIM para geotecnia, apesar de ainda não exigido este uso BIM no Manual, é importante ressaltar que existem ferramentas computacionais com enfoque em estudos geotécnicos para agregar estas informações nos modelos digitais. A exemplo do gINT da Bentley. Ferramentas similares podem ser utilizadas, cabendo ao projetista definir a que melhor se adequa às necessidades do projeto.

Os entregáveis do levantamento geotécnico são:

Entregável
Plano de Estudos de Campo
Relatório Técnico
Planilha de Ensaios
Representações Gráficas

Para a correta elaboração de um estudo de geotecnia, é preciso haver uma compreensão sólida sobre os tipos de sondagem, a locação das sondagens, e os ensaios de campo e de laboratório.

6.2.1.1. Tipos de Sondagem

A tabela a seguir apresenta uma lista de tipos de sondagens que podem ser utilizadas para a identificação e caracterização do terreno, bem como onde devem ser utilizadas:

Tabela 6-1: Lista de tipos de sondagens

Tipo de sondagem	Descrição
Sondagem Manual a trado	Coleta de amostras deformadas, determinação do nível d'água e identificação dos horizontes do terreno ou do pavimento
Abertura de Trincheiras ou Sondagem à cavadeira, pá e picareta	Identificação dos horizontes do terreno; coleta de amostras deformadas ou indeformadas (bloco ou cilíndricas); verificação da densidade e umidade <i>in situ</i> .
Ensaio de DCP	Análise da resistência à penetração do solo; detecção de camadas com diferentes resistências; avaliação de mudanças no tipo de solo; identificação de diferentes camadas de solo e suas espessuras.
Sondagens à Percussão (SPT)	Imprescindível para projetos de fundação de edificações. Identificação das diferentes camadas de solo que compõem o subsolo; classificação tátil visual dos solos de cada camada; existência ou não de lençol freático e o nível inicial e após 24 horas; a capacidade de carga do solo em várias profundidades.
Sondagem Rotativa	Investigação geotécnica de maciços rochosos e solos impenetráveis à percussão (SPT); Investigação e coleta de testemunhos e identificação de espessuras de camadas de pavimentos asfálticos e de concreto cimento.
Sondagem Sísmica Eletromagnética	Definição de características geológicas do subsolo; identificação da ocorrência de lençol freático; identificação da profundidade de contatos entre camadas de solos ou solo e rocha.

A lista apresentada não exaure os tipos de sondagem existentes, mas engloba as principais e mais utilizadas em projetos de aeroportos. A composição entre tipos de sondagem pode ocorrer, como a realização de Sondagem SPT com sondagem rotativa; ou sondagem rotativa nas áreas pavimentadas seguida de sondagem a trado ou de DCP.

6.2.1.2. Localização das Sondagens

As localizações, profundidades e número de furos de sondagem dependem da finalidade dos ensaios e devem ser suficientes para determinar e mapear as variações do solo ao longo da área de interferência do projeto.

Para projetos de fundação de estruturas, a quantidade, profundidade, localização das sondagens e tipos de ensaios a serem realizados devem respeitar as exigências da Norma NBR 8036 - Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios – Procedimento.

Projetos de pavimentação de pistas de pouso e decolagem, pistas de rolamento e pátios de estacionamento de aeronaves, assim como nas faixas de pista a serem terraplanadas, a quantidade de furos de investigação geotécnica e de ensaios deve seguir o previsto na Circular Consultiva AC 150-5320-6F da FAA, no capítulo específico de Investigação de Solos. Essa Circular define, em termos gerais, a quantidade mínima de furos de investigação a serem efetuados nas áreas novas a serem terraplanadas e pavimentadas, bem como em áreas de pavimentos existentes.

Para pavimentos rodoviários dos acessos ao aeroporto, das vias de serviço, vias de acesso, estacionamentos de carros e ônibus, deverão ser respeitadas as quantidades e localização dos furos de investigação descritos nas Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários do DNIT – Publicação IPR 726, no item IS-206: ESTUDOS GEOTÉCNICOS – Anexo B6.

O engenheiro projetista deve identificar os testes necessários para caracterizar as propriedades do solo para o perfeito desenvolvimento do projeto, fundamentado nas normas acima referidas.

6.2.1.3. Ensaio de Campo e de Laboratório

Os ensaios de campo e de laboratório deverão caracterizar as amostras e determinar ao menos os seguintes ensaios:

Ensaio para projetos de fundações de edificações:

- Caracterização dos perfis e horizontes dos solos.
- Ensaio Padronizado de Penetração, obtido do resultado da Sondagem SPT (NBR-6484).
- Ensaio de Palheta (NBR 10905) para a obtenção da Resistência não drenada de solos argilosos.
- Ensaio Pressiométrico para obtenção do Coeficiente de empuxo no repouso, compressibilidade e resistência ao cisalhamento.

Ensaio para projetos de terraplanagem e pavimentação (lado ar)

- Granulometria (DNER-ME 051- Solos - análise granulométrica, ou DNER-ME 080- Solos - análise granulométrica por peneiramento).
- Limites físicos de Atterberg (Limite de liquidez - DNER-ME 122. Limite de contração - DNER-ME 087. e Limite de plasticidade - DNER-ME 082).
- Massa específica aparente seca, umidade ótima e Compactação na energia adequada ao projeto (DNIT 164-ME: Solos - Compactação utilizando amostras não trabalhadas).
- ISC - Índice de Suporte Califórnia (constante da especificação pertinente emitida pela DIRINFRA sob a numeração DIRENG ETG006 referente à metodologia AASHTO T 193, 2013 Edition, 2013 - Standard Method of Test for The California Bearing Ratio).
- Ensaio de compactação (Proctor Modificado conforme ASTM 1557/AASHTO T-180).
- Umidade natural conforme NBR 6457
- Densidade real dos grãos NBR 6458
- Índice de vazios máximo de solos não coesivos (ASTM D4253)
- Módulo de Resiliência (DNIT 134-ME: Pavimentação - Solos - Determinação do módulo de resiliência). - Caso sejam realizados os ensaios de Módulo de Resiliência nos solos, os ensaios de ISC podem ser descartados. Não devem ser utilizadas correlações entre CBR e Módulo de Resiliência.

Ensaio para projetos de terraplanagem e pavimentação (lado terra)

- Granulometria (DNER-ME 051- Solos - análise granulométrica, ou DNER-ME 080- Solos - análise granulométrica por peneiramento).
- Limites físicos de Atterberg (Limite de liquidez - DNER-ME 122. Limite de contração - DNER-ME 087. e Limite de plasticidade - DNER-ME 082).

- Massa específica aparente seca, umidade ótima e Compactação na energia adequada ao projeto (DNIT 164-ME: Solos - Compactação utilizando amostras não trabalhadas).
- Umidade natural conforme NBR 6457
- Densidade real dos grãos NBR 6458
- Índice de vazios máximo de solos não coesivos (ASTM D4253)
- ISC - Índice de Suporte Califórnia (DNIT 172-ME).
- Módulo de Resiliência (DNIT 134-ME: Pavimentação - Solos - Determinação do módulo de resiliência) - Caso sejam realizados os ensaios de Módulo de Resiliência nos solos, os ensaios de ISC podem ser descartados.

Atenção especial deve ser dada ao ensaio de determinação de ISC, também conhecido como CBR (*California Bearing Ratio*), para solos e materiais granulares, pois representa um foco de equívoco muito frequente em obras de infraestrutura aeroportuária. O ensaio relativo a projetos de pavimentos aeroportuários atende à metodologia da AASHTO, constante da especificação pertinente emitida pela DIRINFRA sob a numeração DIRENG ME-01/13. Este ensaio não possui qualquer relação com o método DNIT (NBR 9895 ou DNIT 172/2016-ME: Solos - Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhada).

O método de ensaio do DNIT (DNIT 172-ME) poderá ser utilizado apenas em projetos de pavimentos rodoviários, tais como nas vias de acesso viário e estacionamento de veículos.

6.2.2. Plano de Estudos de Campo

O Plano de estudos de campo tem como objetivo identificar de forma preliminar os tipos e categorias de solo presentes no sítio aeroportuário e a necessidade de exploração de jazidas para definir um plano de execução de sondagens, ensaios e levantamentos que serão necessários para o desenvolvimento dos projetos.

O plano deverá atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) Inspeção preliminar de campo: Descrever a condição geotécnica avaliada na inspeção preliminar, destacando se há ocorrências de materiais de segunda ou terceira categoria, ou de solos moles, se há necessidade de jazidas de empréstimos para os corpos de aterro e camadas do pavimento, existência de jazidas e pedreiras próximas

ao local da obra. Verificar as condições de inclinação e estabilidade dos taludes de obras de terra próximas ao aeroporto para fins de comparação. Incluir mapas, figuras, fotos.

- b) Histórico de ensaios e levantamentos realizados: Registrar todos os levantamentos e ensaios já realizados; verificar a validade e a qualidade; definir se podem ou não serem aproveitados.
- c) Plano de sondagem: Descrever e justificar com base em documentação técnica (a norma americana AC 150-5320-6F, por exemplo) os pontos para realização das sondagens e coleta de amostras, bem como os tipos de ensaios que serão realizados em cada ponto. Identificar os pontos com código alfa numérico. Cabe ao projetista indicar e dimensionar os ensaios necessários. Indicar os pontos com coordenadas UTM e a cota para a realização das coletas e a distância entre os furos. Incluir os pontos na área do empreendimento e das jazidas de materiais. Incluir os ensaios especiais no caso de ocorrência de solos moles ou compressíveis. Especificar que os ensaios devem ser realizados em pontos que informem dados importantes, como a área do trem de pouso. Evitar realizar ensaios nas bordas, que resultam dados com qualidade duvidosa.
- d) Planta de localização dos pontos de ensaios: Planta(s) georreferenciada(s) indicando os locais onde devem ser realizados os ensaios e levantamentos e registrando os pontos onde foram realizados os ensaios antigos que serão aproveitados.

6.2.3. Relatório Técnico

O Relatório Técnico deverá conter os seguintes requisitos mínimos:

- a) Ensaios realizados: Descrever os tipos de ensaios geotécnicos realizados, citando a norma ou método que o define, o laboratório e os responsáveis pela realização dos ensaios. Apresentar as fichas de calibração dos equipamentos envolvidos nos ensaios.
- b) Tabelas Resumo dos resultados: Apresentar de forma organizada tabelas com resumo dos resultados de todos os ensaios realizados. Incluir os valores médios e os desvios padrão da média para todos os resultados. Incluir os ensaios de jazidas, indicando os volumes de expurgo e de cubagem de material disponível.
- c) Diagnóstico: Apresentar uma análise dos dados e resultados com um diagnóstico da qualidade dos materiais ensaiados e verificação se atendem aos requisitos a serem exigidos no projeto.

6.2.4. Planilha de Ensaios

A planilha de ensaios deverá atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) Fichas de ensaios de laboratório: Todas as fichas dos ensaios realizados, assinadas pelos técnicos de laboratório, com data, indicação da norma de ensaio, identificação do ponto (número e coordenadas) e os resultados obtidos.
- b) Perfis das sondagens a trado: Todos os perfis dos ensaios realizados, assinados pelos técnicos de laboratório, com data, indicação da norma de ensaio, identificação do ponto (número e coordenadas); os resultados obtidos; a identificação tátil-visual e caracterização dos materiais; as espessuras das camadas ou horizontes de materiais, e da camada vegetal. Indicar a presença de nível d'água.
- c) Perfis das sondagens SPT: Todos os perfis dos ensaios realizados, assinados pelos técnicos de laboratório, com data, indicação da norma de ensaio, identificação do ponto (número e coordenadas); os resultados obtidos; a identificação tátil-visual e caracterização dos materiais; a determinação do nível de água; a medida de resistência à penetração das camadas ou horizontes de materiais, e da camada vegetal.

6.2.5. Representações Gráficas

As seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de locação dos furos de sondagem
Planta do perfil geotécnico do subleito
Planta das jazidas de empréstimo

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta de locação dos furos de sondagem:** Planta(s) georreferenciada(s) contendo a locação dos pontos de ensaios, identificados com o código alfa numérico; com legenda detalhando os tipos de ensaios a serem realizados em cada ponto, e quadro com coordenadas de locação dos pontos.

- b) **Planta do perfil geotécnico do subleito:** Planta(s) contendo o perfil geotécnico do subleito obtido a partir dos furos de sondagem a trado e a percussão, detalhando as espessuras dos materiais ou horizontes geotécnicos, a camada vegetal. Incluir legenda, hachuras diferenciando os materiais, perfil topográfico.
- c) **Planta Jazidas de empréstimo:** Planta(s) georreferenciada(s) contendo a localização dos furos de sondagem, os perfis geotécnicos, as informações de volume de expurgo, cubagem, e a planta de situação indicando em mapa a trajetória e a distância da jazida ao local da obra.

6.2.6. Referências

ABNT NBR 10905: Solo - Ensaios de palheta in situ - Método de ensaio.

ABNT NBR 12052: Solo ou agregado miúdo - Determinação do equivalente de areia - Método de ensaio.

ABNT NBR 16840: Solo — Determinação do índice de vazios máximo de solos não coesivos.

ABNT NBR 16843: Solo — Determinação do índice de vazios mínimo de solos não coesivos.

ABNT NBR 6457: Amostras de solo — Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização.

ABNT NBR 6459: Solo – Determinação do limite de liquidez.

ABNT NBR 6484: Solo - Sondagens de simples reconhecimentos com SPT - Método de ensaio.

ABNT NBR 7180: Solo — Determinação do limite de plasticidade .

ABNT NBR 7181: Solo – Análise granulométrica.

ABNT NBR 7182: Solo – Ensaio de compactação.

ABNT NBR 7185: Solo - Determinação da massa específica aparente, in situ, com emprego do frasco de areia.

ABNT NBR 8036: Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios – Procedimento.

ABNT NBR 9603: Sondagem a trado – Procedimento.

ABNT NBR 9604: Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas — Procedimento.

ABNT NBR 9820: Coleta de amostras indeformadas de solos de baixa consistência em furos de sondagem – Procedimento.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 153. Aeródromos - Operação, manutenção e resposta à emergência.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 154. Projeto de Aeródromos.

ASTM D5340-12, Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, ASTM International, West Conshohocken, PA.

DIRENG ETG006: Índice de Suporte Califórnia de solos utilizando amostras não trabalhadas (ASTM T193: Standard Test Method for CBR of Laboratory-Compacted Soils).

DNER-IE 005 - Solos – Adensamento.

DNER-ME 051- Solos - análise granulométrica; ou DNER-ME 080/94 - Solos - análise granulométrica por peneiramento.

DNER-ME 080- Solos - análise granulométrica por peneiramento.

DNER-ME 082- Solos - determinação do limite de plasticidade.

DNER-ME 087- Solos - determinação dos fatores de contração.

DNER-ME 122- Solos - determinação do limite de liquidez - método de referência e método expedito.

DNIT 134-ME: Pavimentação - Solos - Determinação do módulo de resiliência.

DNIT 164-ME: Solos - Compactação utilizando amostras não trabalhadas.

DNIT 172-ME: Solos - Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas.

DNIT IS-206: ESTUDOS GEOTÉCNICOS – Anexo B6 das Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Publicação IPR 726.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5320-6F – Airport Pavement Design and Evaluation.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5335-5C - Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength – PCN.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5370-10F – Standards for Specifying Construction of Airports.

ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. “Airports”, Volume I do Anexo 14 da Convenção de Aviação Civil Internacional de Chicago. Montreal, Canadá.

6.3. Avaliação de Pavimentos

6.3.1. Introdução

O levantamento da condição dos pavimentos tem como objetivo a obtenção de dados e informações para o projeto de reforço ou de restauração dos pavimentos. Consiste no levantamento visual de defeitos do pavimento, em levantamentos deflectométricos, no levantamento de irregularidade longitudinal (IRI) e da medição da condição de atrito, além de outros ensaios específicos que porventura sejam necessários.

Importante ressaltar que a avaliação dos pavimentos exigirá da projetista um planejamento conciso e adequado para a execução de todos os ensaios e a sua consolidação coerente para um diagnóstico preciso que será registrado nos relatórios detalhados neste capítulo.

Os entregáveis da avaliação dos pavimentos são:

Entregável
Plano de estudos de campo
Relatório Técnico
Planilha de ensaios e levantamentos
Modelo BIM
Representações Gráficas

6.3.2. Plano de Estudos de Campo

O Plano de estudos de campo tem como objetivo identificar de forma preliminar a condição geral dos pavimentos e definir um plano de execução de ensaios e levantamentos que serão necessários para o diagnóstico preciso dos problemas e defeitos existentes e que irão fundamentar as soluções a serem desenvolvidas no projeto de pavimentação.

O plano deverá atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Inspeção preliminar de campo: Registrar no plano os tipos de pavimento existentes e a condição geral observada dos pavimentos asfálticos e de concreto, destacando os principais defeitos encontrados.
- Histórico de ensaios e levantamentos realizados: Registrar todos os levantamentos e ensaios já realizados; verificar a validade e a qualidade; definir se podem ou não serem aproveitados.
- Histórico de Intervenções: Listar todas as informações referentes à construção e reformas anteriores realizadas nos pavimentos do aeroporto, indicando os serviços e as datas em que ocorreram. Indicar, quando possível, a evolução do movimento de aeronaves em comparação com os eventos de manutenção.
- Plano de ensaios e levantamentos: Listar os levantamentos e ensaios necessários já considerando os ensaios e levantamentos descritos no histórico; a quantidade de novos ensaios e os locais onde deverão ser realizados. Especificar que os ensaios devem ser realizados em pontos que informem dados importantes, como a área do trem de pouso. Evitar realizar ensaios nas bordas, que resultam dados com qualidade duvidosa.

- e) Planta de localização dos pontos de ensaios: Planta(s) georreferenciada(s) indicando os locais onde devem ser realizados os ensaios e levantamentos e registrando os pontos onde foram realizados os ensaios antigos que serão aproveitados.

6.3.3. Relatório Técnico

O Relatório Técnico deverá atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) Reconhecimento: Descrever a condição geral dos pavimentos asfálticos e de concreto, revisando as informações da inspeção preliminar a partir dos novos ensaios e destacando os principais defeitos encontrados.
- b) Estrutura existente: Apresentar os resultados das sondagens rotativas e a trado que revelaram os materiais e as espessuras das camadas do pavimento. Quando existirem, inserir informações dos projetos originais de construção ou de reformas anteriores com a estrutura do pavimento.
- c) Ensaios e levantamentos realizados: Descrever os tipos de ensaios e levantamentos realizados no pavimento, citando a norma ou método que o define, o laboratório e os responsáveis pela realização dos ensaios. Apresentar as fichas de calibração dos equipamentos envolvidos nos ensaios. Os ensaios podem ser o levantamento deflectométrico, medição de atrito, medida de irregularidade longitudinal, dentre outros. Deve incluir a extração e rompimento à compressão simples de corpos de prova dos pavimentos de concreto, quando necessário. Cabe ao projetista indicar e dimensionar os ensaios e levantamentos necessários.
- d) Avaliação de Defeitos: Apresentar a análise do pavimento com base no levantamento cadastral de defeitos conforme o método do Índice de Condição do Pavimento (PCI) descrito na norma ASTM D5340-12. Ilustrar com fotos e mapas. Indicar os valores de PCI por seções homogêneas. Associar os defeitos (densidade e severidade) com resultados de outros ensaios, como a deflexão máxima ou o IRI.
- e) Tabelas Resumo dos resultados: Apresentar de forma organizada tabelas com resumo dos resultados de todos os ensaios realizados. Incluir os valores médios e os desvios padrão da média para todos os resultados. Incluir um resumo dos principais defeitos levantados, indicando a densidade e severidade.

- f) Retroanálise das bacias deflectométricas: Descrever o método selecionado para a retroanálise das bacias deflectométricas. Deve conter o nome e versão do Programa; o autor do programa; indicar as referências bibliográficas utilizadas. Detalhar o perfil das estruturas dos pavimentos consideradas no cálculo, indicando as espessuras e os tipos de materiais, e os coeficientes de Poisson. Apresentar gráficos das deflexões máximas ao longo dos alinhamentos do levantamento deflectométrico. Definir os segmentos homogêneos. Apresentar os resultados dos módulos retroanalizados por segmento homogêneo, indicando também os valores médios, desvios padrões e o erro RMS da retroanálise das bacias. Apresentar avaliação dos erros RMS da retroanálise com relação à condição dos pavimentos. Os módulos obtidos de retroanálises de bacias com erros RMS superiores a 5% deverão ser descartados.
- g) Diagnóstico do pavimento: Apresentar o diagnóstico da condição dos pavimentos indicando os locais ou seções com problemas (estruturais ou funcionais) a fim de subsidiar o projeto de pavimentação.

6.3.4. Planilha de Ensaios e Levantamentos

A planilha de ensaios e de levantamentos deverá atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) Levantamento cadastral de defeitos: Deverá ser realizado com base no método do Índice de Condição do Pavimento (PCI) descrito na norma ASTM D5340-12, georreferenciado, contendo as informações de tipo de defeito, grau de severidade, largura, comprimento ou extensão, estaca, offset e área.
- b) Levantamento Deflectométrico: Apresentar a planilha com todas as bacias deflectométricas levantadas, indicando as informações de carga aplicada, deflexões, temperatura do ar, temperatura do pavimento, data e hora do ensaio, estaca e offset. Indicar as unidades utilizadas e o tipo e marca do equipamento. O levantamento deve estar assinado pelos técnicos de laboratório, com data e indicação da norma de ensaio.
- c) Levantamento de atrito: Apresentar a listagem dos resultados da medição contínua de atrito. Indicar a data e hora do ensaio, a velocidade do veículo, as unidades utilizadas e o tipo e marca do equipamento. O levantamento e os ensaios devem estar assinados pelos

- técnicos de laboratório, com data e indicação da norma de ensaio.
- d) Levantamento da condição da macrotextura: Apresentar as fichas de ensaios de macrotextura com a data e hora do ensaio, as medições realizadas e os localizações dos pontos na PPD. O levantamento e os ensaios devem estar assinados pelos técnicos de laboratório, com data e indicação da norma de ensaio.
 - e) Levantamento do IRI: Apresentar a listagem dos resultados da medição do índice de irregularidade longitudinal. Indicar a data e hora do ensaio, as unidades utilizadas e o tipo e marca do equipamento. O levantamento e os ensaios devem estar assinados pelos técnicos de laboratório, com data e indicação da norma de ensaio.
 - f) Perfis das sondagens a trado: Todos os perfis dos ensaios realizados, identificação do ponto (número e coordenadas); os resultados obtidos; a identificação tátil-visual e caracterização dos materiais; as espessuras das camadas ou horizontes de materiais, e da camada vegetal. Indicar a presença de nível d'água.

Ressalta-se aqui que os modelos de relatório da ANAC para os ensaios de atrito, macrotextura e irregularidade longitudinal são modelos resumidos e que atendem a necessidade de fiscalização pelo regulador. Entretanto, para a elaboração de projetos, os ensaios e levantamentos aqui citados requerem informações mais detalhadas e que devem ser requisitadas às empresas responsáveis pela realização dos ensaios.

6.3.5. Modelo BIM

O modelo BIM deverá conter todos os defeitos identificados no levantamento de campo marcados como objetos do tipo Figuras de Levantamento de Campo (*Survey Figures*) contendo as informações referentes aos tipos de defeitos, severidade, extensão e área, conforme a classificação do método do Índice de Condição do Pavimento (PCI) descrito na norma ASTM D5340-12. A partir dele, serão extraídos todos os desenhos do levantamento visual de defeitos.

6.3.6. Representações Gráficas

As seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável

Planta do levantamento cadastral de defeitos

Plantas de localização dos ensaios realizados

Plantas temáticas

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta do levantamento cadastral de defeitos:** Planta(s) georreferenciada(s) contendo a locação de todos os defeitos cadastrados, identificados com o código alfa numérico e de cores, e separados por camadas de desenho, em conformidade com a planilha do levantamento cadastral de defeitos; incluir legenda detalhando os tipos de defeitos e graus de severidade.
- b) **Plantas de localização dos pontos de ensaios realizados:** Planta(s) georreferenciada(s) indicando os locais onde foram realizados os ensaios deflectométricos, de mancha de areia, IRI etc.
- c) **Plantas temáticas:** Planta(s) georreferenciada(s) apresentando as deflexões máximas, o PCI, ou os índices de irregularidade longitudinal em forma de escala de cores.

6.3.7. Referências

ABNT NBR 16504 Misturas asfálticas - Determinação da profundidade média da macrotextura superficial de pavimentos asfálticos por volumetria - Método da mancha de areia.

ABNT NBR 9603: Sondagem a trado – Procedimento.

ABNT NBR 9604: Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas — Procedimento.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, Instrução Suplementar 153-205-001 versão mais atual. Orientações para a execução do ensaio volumétrico tipo mancha de areia e para a elaboração de relatórios de medição de condições operacionais.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, Manual de Sistema de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários – SGPA.

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 153. Aeródromos - Operação, manutenção e resposta à emergência.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 154. Projeto de Aeródromos.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária Manual de cálculo de PCN de pavimentos aeroportuários usando o COMFAA 3.0.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária. Alerta aos Operadores de Aeródromo 01/2019. Processo SEI: 00058.011186/2019-85, 22/03/2019.
- ASTM D5340-12, Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- DIRENG ETG006: Índice de Suporte Califórnia de solos utilizando amostras não trabalhadas (ASTM T193: Standard Test Method for California Bearing Ratio - CBR of Laboratory-Compacted Soils).
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5320-6F – Airport Pavement Design and Evaluation.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5335-5C - Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength – PCN.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5370-10F – Standards for Specifying Construction of Airports.

6.4. Levantamento Cadastral

6.4.1. Introdução

O levantamento cadastral é um conjunto de documentos que, por meio de medição física, registra o que, de fato, existe construído no campo. Apresenta rigorosamente as características físicas das edificações e instalações já existentes, com uma representação detalhada de todos os elementos construtivos.

O objetivo principal é ter um modelo fiel ao que foi construído que irá permitir a elaboração de projetos de expansões e/ou modificações, bem como verificação de possíveis interferências com as novas instalações pretendidas.

Importante salientar que o levantamento cadastral de redes elétricas externas, drenagem, pavimentos, auxílios à navegação aérea, postes, cercas e demais elementos dispersos pelo aeroporto, é realizado por meio de levantamento topográfico, que será tratado no item específico deste Manual.

No escopo deste item, em particular, considera-se o levantamento cadastral de edificações, com foco em obter, a partir de observação e medições específicas em campo, as dimensões, localizações, materiais, texturas, equipamentos e mobiliário reais dos ambientes, necessários para o desenvolvimento do Modelo BIM das construções existentes.

A forma mais direta de se realizar o levantamento cadastral corresponde à modelagem da edificação existente mediante sua documentação técnica disponível ou, ainda, o projeto as Built das edificações composto por plantas, fotos e registros da execução da obra, registrando no modelo todas as informações de dimensões, materiais e marcas existentes, confrontando o modelo com a edificação real.

Caso já exista o Modelo BIM da edificação a ser cadastrada, o levantamento cadastral deve, então, consistir na verificação e checagem do Modelo com a construção existente.

Existem diversas técnicas para a realização do levantamento cadastral de edificações. Além das técnicas tradicionais com utilização de trenas, convencionais ou eletrônicas, existem técnicas avançadas como trenas a laser, o escaneamento a laser, aplicativos de celulares, softwares de computador etc.

O escaneamento a laser permite que os usuários capturem ambientes em imagens tridimensionais, de forma eficiente e com produtividade elevada, com tarefas de campo e outras em escritório, por meio de hardware e software rápidos, precisos, portáteis e simples de usar.

É possível utilizar também um Georadar de superfície, também conhecido por GPR (*Ground Penetration Radar*), que é um equipamento de levantamento geofísico de alta resolução capaz de inspecionar internamente estruturas, ou também interferências em pavimentos. Em linhas gerais, o GPR funciona com ondas de rádio, possibilitando a obtenção de resultados, em tempo real, na tela do equipamento, mapeando a estrutura edificada para gerar dados da ferragem de estruturas aplicada, por exemplo. Trata-se, portanto, de um método de inspeção não destrutivo.

Os projetistas precisam ter muito cuidado ao realizar e comissionar levantamentos com escaneamento a laser em nuvem de pontos, pois existe uma variedade gama de equipamentos e softwares de tratamento de dados.

Deve ser garantida a integração entre o equipamento de escaneamento com os programas de computador que irão processar os dados, naturalmente.

Os itens, detalhes e informações que precisam ser cadastrados devem contemplar, no mínimo:

- O perímetro da edificação ou do ambiente a ser levantado.
- Alvenarias – material estruturante, acabamentos e espessuras.
- Esquadrias – comprimento, altura e distância do chão, materiais, acabamentos.
- Telhados e coberturas – materiais, inclinação, calhas, acabamentos.
- Estruturas – degraus, pilares, vigas, telhados, marquises, lajes, fundações.
- Hidráulica – tipos de peças sanitárias, localização, ralos.
- Elétrica – esquemático do sistema elétrico, pontos de energia e luz, tomadas, quadros, disjuntores, calhas, canaletas, acabamentos, medidores, conexão com a rede, materiais.
- Sistemas de SPDA – esquemático do sistema, captosres, cabos, isolantes, suportes, descidas, sistema de aterramento.
- Sistema de telefonia e rede de informática – sistema, conexões com as redes, racks, *patch panel*, *suits*, equipamentos, pontos, distribuição, caixas e canaletas, materiais.
- Equipamentos – tipos, locais, eventuais referências.
- Instalações mecânicas – ar-condicionado, elevadores, escadas rolantes, esteiras rolantes, exaustores, pontes de embarque.
- Instalações de segurança – sistemas e equipamentos de contra incêndio, saídas de emergência.
- Demais elementos necessários para a modelagem da edificação existente em BIM.

Os entregáveis do levantamento cadastral são:

Entregável
Relatório Técnico
Levantamento Digital
Modelo BIM
Representações Gráficas
Registros Fotográficos

6.4.2. Relatório Técnico

O Relatório Técnico deverá atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) Georreferenciamento, com coordenadas E e N e ângulo de azimute, referenciado a dois marcos com coordenadas UTM conhecidas, tendo pelo menos a altitude de um deles.
- b) Equipamentos utilizados para a realização do levantamento cadastral.
- c) Especificações e detalhamento de materiais e equipamentos existentes.
- d) Registro Fotográfico.

6.4.3. Levantamento Digital

O levantamento digital (Nuvem de Pontos, GPR e outros) deverá atender aos seguintes requisitos:

- a) Arquivos de dados de campo: Todos os arquivos gerados em campo deverão ser relacionados nas fases pertinentes e trabalhados conforme previstos no PEB, bem como entregues nos seus formatos nativos.
- b) Nuvem de pontos: O arquivo atinente à nuvem de pontos, caso o levantamento cadastral seja realizado por escaneamento a laser, deverá ser entregue nos formatos nativos e no formato “.e57”.

6.4.4. Registros Fotográficos

Os registros fotográficos deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Todos os levantamentos cadastrais, quer sejam os realizados para o levantamento das edificações, bem como aqueles realizados pela topografia, devem incluir registros fotográficos em alinhamento ao PEB.
- As fotografias mais relevantes deverão fazer parte das justificativas e considerações descritas nas documentações e memoriais descritivos do projeto.
- As imagens deverão estar georreferenciadas, datadas e conter registros identificando o elemento fotografado, para posterior consulta.
- A qualidade das imagens deve ser de alta resolução, com formatos usuais (JPEG, PNG) e serem entregues junto com a documentação dos levantamentos cadastrais em pastas, devidamente legendadas e separadas por ambientes. Recomenda-se GSD (*Ground Sample Distance*) 10cm - escala 1:1000 se provenientes de aerolevramento.

6.4.5. Modelo BIM

O Modelo BIM deverá atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Deve ser executado conforme o PEB e obedecer às regras de modelagem deste manual.
- Deve ser georreferenciado.
- Deve apresentar modelagem BIM de toda a edificação contendo os ambientes, estruturas, materiais e equipamentos identificados no levantamento cadastral.
- Deve conter a identificação e classificação de todos os elementos cadastrados, conforme a nomenclatura definida nesse Manual.
- Deve registrar a identificação do grau de fidelidade e profundidade de pesquisa realizada, conforme padrão estabelecido no Plano de Execução BIM.

6.4.6. Representações Gráficas

As seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Imagens
Planta de situação e localização
Plantas baixas

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Imagens** geradas pelo modelo em comparação com fotos do local.
- Planta de situação e localização:** planta com cotas de amarração e indicação de coordenadas georreferenciais, cotas gerais e parciais das edificações e eixos.
- Plantas baixas:** indicando os nomes e áreas dos ambientes, representação dos acabamentos e equipamentos existentes, cotas gerais e parciais, cotas de nível.
- Plantas de fachada:** indicando a representação das esquadrias, janelas e portas externas, dos acabamentos da fachada, cotas gerais e parciais, cotas de nível.
- Plantas de corte:** indicando os nomes e áreas dos ambientes, representação dos acabamentos e equipamentos existentes, cotas gerais e parciais, cotas de nível.
- Plantas específicas:** Plantas detalhando informações e ambientes que serão necessárias ao desenvolvimento dos projetos.

6.4.7. Referências

ABNT NBR 13133 - Execução de levantamento topográfico.

ABNT NBR 15777 - Convenções topográficas para cartas e plantas cadastrais - Escalas 1:10.000, 1:5.000, 1:2.000 e 1:1.000 – Procedimento.

DNIT Manual 726: Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Anexos IS-204: Instrução de Serviço para Estudos Topográficos para Projetos Básicos de Engenharia; e IS-205: Instrução de Serviço para Estudos Topográficos para Projetos Executivos.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Especificações e Normas para Levantamentos Geodésicos associados ao Sistema Geodésico Brasileiro. Rio de Janeiro, 2017.

6.5. Topografia

6.5.1. Introdução

Os estudos topográficos devem ser realizados conforme diretrizes estabelecidas pela NBR 13.133 – Execução de Levantamento Topográfico. São fundamentais para a elaboração de projetos de aeroportos e devem ser completos e com padrão de precisão cartográfica preferencialmente alta.

As tecnologias para obtenção de dados topográficos estão em constante evolução e existem atualmente diversas opções de equipamentos e métodos de levantamento que são possíveis de serem utilizados, tais como:

- **Nível Óptico Eletrônico:** é um instrumento que tem a finalidade de medição de desníveis entre pontos e permite precisões inferiores a 1 mm.
- **Estação Total:** é um equipamento capaz de coletar e armazenar dados de medidas de ângulos e distâncias que são calculadas para gerar pontos com coordenadas (X, Y e Z) a partir de pontos topográficos ou estações geodésicas conhecidas. Permite produzir levantamentos planialtimétricos com precisão milimétrica.
- **Lasers Scanners:** evolução das Estações Totais, que coletam de milhares de pontos por segundo, podendo gerar uma nuvem de pontos com precisão e agilidade nos levantamentos. O levantamento topográfico com laser scanner é realizado pelo registro de leitura de milhares de pulsos laser por segundo, que captam as distâncias e elevações e geram uma “nuvem densa de pontos”. Os dados reunidos se tornam imagens precisas dentro de softwares específicos para manipulação de nuvem de pontos.
- **Sistema GNSS RTK:** é um conjunto de equipamentos eletrônicos capazes de coletar dados geoespaciais transmitidos por satélites a fim de obter coordenadas precisas. O sistema possui precisão centimétrica.
- **Mapeamento Aerofotogramétrico:** realizado por drone ou aeronave, os quais utilizam câmeras embutidas para obterem imagens aéreas em conjunto com outras variáveis com a finalidade de produzir informações topográficas além da própria imagem gerada.

A listagem acima não exaure o rol de equipamentos disponíveis, mas ilustra que os equipamentos são distintos e realizam serviços que geram resultados

com precisões diferentes. Neste sentido é importante que a escolha do equipamento para a realização do levantamento topográfico esteja adequada ao nível de precisão requerido para os projetos de aeroportos.

Os equipamentos a serem utilizados para os levantamentos, portanto, precisam atender o grau de precisão conforme os requisitos listados a seguir:

- Nas áreas pavimentadas, para projetos de ampliação ou de recapeamento ou reforço estrutural, o nível de precisão das leituras de altitude e de posição deve ser classificada como muito alta, equiparada ao equipamento Nível Ótico com precisão de um 1mm/km, conforme a NBR 13.133.
- Nas áreas de faixa de pista e áreas para as ampliações ou novas implantações de infraestrutura, e para o cadastro de edificações, área patrimonial, redes, caixas, postes, corpos hídricos, vegetação, o nível de precisão das leituras de altitude e de posição deve ser classificada como média, equiparada ao equipamento Estação Total com precisão inferior a $\pm (5\text{mm} + 5\text{ppm}/\text{km})$, conforme a NBR 13.133.

Devem ser realizados os levantamentos cadastrais e planialtimétrico de toda a área do empreendimento, com a amarração dos eixos e da geometria existente do aeroporto, e incluir, quando necessário, o levantamento de obstáculos no entorno do aeroporto, por meio do giro do horizonte, conforme as regras do Departamento do Controle do Espaço Aéreo (TCA 53-2). Todos os dados deverão ser referenciados no DATUM SIRGAS 2000.

Os levantamentos topográficos deverão partir de dois marcos geodésicos conhecidos, preferencialmente implantados pelo Instituto de Cartografia da Aeronáutica (ICA) ou pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Caso não existam marcos oficiais no sítio aeroportuário, deverão ser implantados novos marcos geodésicos em conformidade com os padrões descritos nas publicações disponíveis no site do IBGE:

- IBGE. “Especificações e normas para levantamentos geodésicos associados ao sistema geodésico brasileiro”, 2017.
- IBGE. “Padronização de Marcos Geodésicos”, ago. 2008.

De forma complementar, é recomendável implantar marcos auxiliares de apoio ao longo de toda extensão da área de influência do projeto e dentro do sítio aeroportuário, para ficarem materializados no terreno por meio de blocos de concreto com pino ou chapa metálica.

A responsabilidade pela realização do levantamento topográfico, seja por aerofotogrametria, escaneamento laser ou por estação total será de responsabilidade da empresa projetista e em conformidade com os requisitos descritos no contrato. Eventualmente, os produtos topográficos poderão ser fornecidos pela Contratante, ficando a Contratada responsável pela conferência e verificação do material recebido.

A topografia contempla os seguintes entregáveis:

Entregável
Plano de estudos de campo
Relatório Técnico
Arquivo de pontos
Modelo Digital do Terreno
Representações Gráficas

6.5.2. Plano de Estudos de Campo

O objetivo do Plano de estudo de campo é o de avaliar, preliminarmente, a área do sítio e definir as regiões, pontos, edificações, elevações, obstáculos visíveis que deverão ser cobertos pelos levantamentos topográficos.

O Plano, apresentado em forma de relatório, deverá atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Constar a necessidade de abertura de picadas ou limpeza em regiões de vegetação.
- Conter o dimensionamento da equipe de topografia e a definição dos equipamentos.
- Definir a precisão requerida dos dados.
- Apresentar a pesquisa preliminar de marcos oficiais existentes.
- Detalhar a área total do levantamento e um mapa com as marcações de todos os pontos que deverão ser cobertos pela topografia.

6.5.3. Relatório Técnico

O Relatório Técnico deverá atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Nome dos responsáveis e data de execução dos levantamentos topográficos.
- Equipamentos utilizados: Listar os equipamentos utilizados para a realização do levantamento topográfico, indicando os graus de precisão e o teste de aferição.
- Programas para tratamento dos dados: listar os programas de computador e versões utilizados no tratamento dos dados topográficos ou da nuvem de pontos e a extensão dos arquivos produzidos.
- Indicação dos marcos topográficos: O levantamento topográfico deverá ser referenciado a dois marcos com coordenadas UTM conhecidas, tendo pelo menos a altitude de um deles. Indicar se o marco é existente ou implantado. Descrever a fonte, o registro e o estado dos marcos existentes. Descrever o método utilizado na implantação de novos marcos. Incluir fotos e as coordenadas dos marcos. Os marcos implantados deverão ter seus dados coletados por sistema GNSS de dupla frequência (L1 e L2), pelo processo de Posicionamento por Ponto Preciso – PPP (mínimo 30 minutos por ponto de apoio), processado no site do IBGE. O relatório fornecido pelo IBGE deverá fazer parte dos documentos.
- Precisão dos pontos coletados: Indicar a precisão de todos dados coletados, os erros e ajustes angulares e de poligonais de fechamento e, se for o caso, do nivelamento e contranivelamento do eixo da Pista de Pouso e Decolagem.
- Sistema de coordenadas utilizado: Indicar o sistema de coordenadas utilizado, assim como a zona UTM na Projeção Universal Transversal de Mercator.

6.5.4. Arquivos de Pontos

O Arquivo de Pontos deverá atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Arquivo de coordenadas e cotas: planilha digital contendo todos os pontos do levantamento topográfico no formato PDNEZ, Número do Ponto; Descrição do que o ponto representa; coordenada Norte UTM, com precisão de quatro casas decimais; coordenada Leste UTM, com precisão de quatro casas decimais; cota ou altitude do ponto, com precisão de três casas decimais. Unidades em metros.
- Nuvem de pontos: Arquivo digital no formato texto (*.txt, *.xyz, *.ptx) ou em formato binário (*.las, *.fls, *.pcd, *.rcs, *.rcp) quando realizado

levantamentos do tipo Mapeamento Aerofotogramétrico ou escaneamento laser.

- c) Planilha de informações topográficas: Planilha referente ao Anexo E da ICA 63-19 contendo os dados dos obstáculos levantados pela topografia que possam interferir na operação do aeroporto.

6.5.5. Modelo Digital do Terreno

O Modelo Digital do Terreno – MDT deverá atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) Superfície do Terreno: Superfície do modelo digital do terreno formada a partir dos pontos do levantamento topográfico referentes ao terreno, taludes, pavimentos, pisos.
- b) Elementos existentes: Apresentar a modelagem digital de todas as redes de bueiros, bocas de bueiros e caixas de passagem da drenagem, pavimentos, edificações, auxílios, torres, postes e demais elementos existentes e cadastradas no levantamento topográfico ou no mapeamento aerofotogramétrico ou escaneamento laser.

6.5.6. Representações Gráficas

As seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta do levantamento planialtimétrico
Planta cadastral
Planta do levantamento de obstáculos

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta do levantamento planialtimétrico:** Uma ou mais plantas georreferenciadas, extraídas do modelo BIM, contendo a marca dos

pontos, as curvas de nível, legendas, o espaçamento das curvas de nível, a escala e os marcos de referência que balizaram os levantamentos executados. Deverão estar representadas as pistas, pátios, vias de serviço e seus respectivos eixos. Incluir quadrículas obedecendo-se às diferentes escalas e orientadas nas direções Norte-Sul e Leste-Oeste.

- b) **Planta cadastral:** Uma ou mais plantas georreferenciadas contendo as informações e cotas de todas as construções, edificações, pistas, pátios, pavimentos, matas, árvores, corpos hídricos, postes e demais elementos existentes no local de interferência da obra, com legenda, identificação do elemento, quadro dos marcos.
- c) **Planta do levantamento de obstáculos:** Planta georreferenciada contendo o levantamento dos obstáculos que possam interferir na operação do aeroporto.

6.5.7. Referências

ABNT NBR 13133 - Execução de levantamento topográfico;

ABNT NBR 15777 - Convenções topográficas para cartas e plantas cadastrais - Escalas 1:10.000, 1:5.000, 1:2.000 e 1:1.000 - Procedimento

DECEA, ICA 63-19: Critérios de Análise Técnica da Área de Aeródromos (AGA);

DECEA, TCA 53-2: Catálogo de Requisitos de Dados de Informações Aeronáuticas;

DNIT Manual 726: Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Anexos IS-204: Instrução de Serviço para Estudos Topográficos para Projetos Básicos de Engenharia; e IS-205: Instrução de Serviço para Estudos Topográficos para Projetos Executivos de Engenharia.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Especificações e Normas para Levantamentos Geodésicos associados ao Sistema Geodésico Brasileiro. Rio de Janeiro, 2017.

6.6. Sistema de Informação Geográfica

O Sistema de Informação Geográfica, ou em inglês *Geographic Information System* - GIS, é um conjunto de ferramentas computacionais que integra dados, pessoas e instituições, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento, a análise e a disponibilização, a partir de dados georreferenciados, de informação produzida por meio de aplicações disponíveis.

Com ele, é possível gerenciar todas as informações geográficas referenciadas e integrar todas as camadas analisadas de forma paralela. Ainda, com a integração BIM e GIS, os profissionais envolvidos podem ter uma visão ampla do projeto.

O uso do GIS também aumenta a compreensão e a integração das equipes de projeto sobre o empreendimento, possibilitando um melhor planejamento da construção, bem como de todo o ciclo de vida do empreendimento.

É fundamental e obrigatório georreferenciar o modelo digital. O georreferenciamento é realizado a partir de levantamento topográfico planialtimétrico cadastral, baseado em marcos topográficos oficiais (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, ou Instituto de Cartografia da Aeronáutica – ICA), ou marcos implantados e materializados, onde são conhecidas as informações das coordenadas geográficas (latitude e longitude) e altitude reais e corrigidas e com nível de precisão adequado ao projeto.

Os levantamentos topográficos ou os escaneamentos laser deverão partir de dois marcos geodésicos conhecidos, preferencialmente implantados pelo ICA ou pelo IBGE, e base no sistema geodésico DATUM SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas). Caso não existam marcos oficiais no sítio aeroportuário, deverão ser implantados novos marcos geodésicos em conformidade com os padrões descritos nas publicações disponíveis no site do IBGE:

- IBGE. “Especificações e normas para levantamentos geodésicos associados ao sistema geodésico brasileiro”, 2017
- IBGE. “Padronização de Marcos Geodésicos”, ago. 2008

De forma complementar, é recomendável implantar marcos auxiliares de apoio ao longo de toda extensão da área de influência do projeto e dentro do sítio aeroportuário, para ficarem materializados no terreno por meio de blocos de concreto com pino ou chapa metálica.

Além disso, deverá ser identificada a projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) do modelo digital para se definir o sistema de coordenadas ortogonal do projeto. A imagem a seguir ilustra as projeções UTM de todo o território brasileiro, que se encontra entre as zonas 18 a 25.



Figura 6-1: Zonas UTM no território brasileiro

Estando georreferenciado, o modelo digital poderá ser visualizado diretamente sobre imagens de satélite da superfície terrestre do local e, ainda, permitirá uma perfeita interoperabilidade dos projetistas das diversas especialidades no desenvolvimento do projeto.

Na fase mais inicial de desenvolvimento do modelo, deverá ser apresentada uma **Declaração de Georreferenciamento**, assinada pelo Responsável Técnico geral da projetista, atestando que o modelo produzido ao longo de todo o desenvolvimento atenderá à presente obrigatoriedade e, por oportuno, **registrando o sistema adotado** e condicionantes técnicas afins.

Entregável

Declaração de Georreferenciamento

CAPÍTULO VII

PROJETO

7. Projeto

7.1. Etapas de Desenvolvimento

Todas as etapas de projeto deverão ser executadas de acordo com as características apresentadas neste Manual, conforme as necessidades de cada empreendimento, podendo conter todas as etapas ou somente as necessárias para atendimento ao objetivo.

A estratégia de licitação deverá indicar conforme a complexidade do projeto as etapas a serem desenvolvidas. Todos os projetos deverão atender ao Decreto 10.306 para execução das etapas necessárias de projeto dentro do contexto da metodologia BIM exceto os projetos que o processo de licitação justificar o contrário.

Para efeito deste Manual, são consideradas as seguintes etapas de desenvolvimento de projeto: **Anteprojeto**, **Projeto Básico**, e **Projeto Executivo**.

Em cada disciplina há trabalhos necessários para a execução dos projetos que são tratados e devem ser observados e entregues pelos projetistas, considerando basicamente: memorial descritivo; especificação técnica; memorial de cálculo e dimensionamento; representações gráficas; modelo BIM; planilha de serviços; e memorial de quantificação.

As etapas aqui descritas não são tratadas de forma exaustiva e podem receber demandas em função de necessidades específicas da contratação e das características locais.

7.1.1. Anteprojeto

O Anteprojeto – AP é a etapa destinada à concepção e representação das informações técnicas de detalhamento do empreendimento e seus elementos, instalações e componentes, necessárias ao inter-relacionamento das atividades técnicas de projeto e suficientes à elaboração de estimativas aproximadas de custos e de prazos dos serviços de obra implicados. É etapa aplicável no caso de adoção de contratação integrada, conforme avaliação, justificativa e registro no Estudo Técnico Preliminar, tratado no capítulo 3 deste manual.

Corresponde à representação técnica da solução aprovada previamente, e servirá de subsídio para a elaboração do Projeto Básico, fase seguinte.

Deverá ser apresentado por meio de peças gráficas em quantidade, escala e detalhes, mínimos e suficientes para a compreensão do empreendimento, bem como as peças escritas compatíveis e aplicáveis a cada disciplina.

O Anteprojeto deverá conter as condições de contorno, as informações e os requisitos técnicos afins, destinados a possibilitar a caracterização do objeto a ser projetado e a visão global do empreendimento, sempre em conformidade aos manuais da ANAC

Deverá estabelecer o diagnóstico e o prognóstico ambiental conforme diretrizes do órgão ambiental, assim como apresentar o Relatório de Controle Ambiental e o Relatório Ambiental Simplificado, dentro dos parâmetros apresentados da Resolução nº 470 do CONAMA, quando aplicável. Quando necessário, deve-se realizar consulta e confirmação ao órgão ambiental competente, de forma a se ter os subsídios necessários para o licenciamento ambiental e desenvolvimento dos planos ambientais necessários. Atendimento às normas da ANVISA e à Lei Federal nº12.725/2012.

As soluções técnicas, tais como a definição de materiais e equipamentos a serem empregados, dimensionamento de estruturas e componentes da obra e metodologias executivas, são elementos que também devem constar da documentação do Anteprojeto.

O orçamento preliminar deve ser elaborado, balizado em um orçamento sintético tão detalhado quando possível, conforme os elementos apresentados no Anteprojeto permitir, adaptado às especificidades da obra e balizado pelo SINAPI e/ou SICRO. E, somente em frações não suficientemente detalhadas, poderão ser utilizadas estimativas paramétricas e avaliação expeditas. Nesse sentido, sempre que possível, deve-se aplicar duas ou mais técnicas estimativas, adotando-se a que apresentar maior grau de precisão.

Critérios de permutabilidade deverão estar descritos também no AP, os quais irão definir quais características (e como) poderão ser alteradas quando da elaboração do Projeto Básico, no caso de adoção de contratação na modalidade RDC Integrada.

O Anteprojeto deverá estabelecer que todas as informações gráficas e não gráficas sejam organizadas em base de dados integrada, de acordo com as características do empreendimento.

O desenvolvimento deverá ser executado com ferramentas de informática que permitam o acesso aos dados de forma organizadas e eficiente, independente do uso, ou não, de modelagem tridimensional.

7.1.2. Projeto Básico

O Projeto Básico – PB é um conjunto de informações técnicas necessárias e suficientes para caracterizar os serviços e obras que compreendem o objeto da licitação, elaborado com base no Anteprojeto, e que apresente o detalhamento necessário à perfeita definição, dimensionamento de todos os componentes e quantificação dos materiais, equipamentos e serviços relativos ao empreendimento.

A elaboração do Projeto Básico pressupõe a existência da Licença Ambiental Prévia (LP), a qual aprova a localização e concepção do empreendimento, atividade ou obra que se encontra na fase de planejamento, atestando a sua viabilidade ambiental, estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos e incorporados no projeto básico para a sua implantação, além de exigir a apresentação de propostas de medidas de controle ambiental em função dos possíveis impactos ambientais a serem gerados.

O Projeto Básico deve abranger toda a obra com nível de detalhe, aprofundamento e dimensionamento, conforme os requisitos estabelecidos pela Lei das Licitações, quais sejam:

- a) Possuir os elementos necessários e suficientes para definir e caracterizar o objeto a ser contratado;
- b) Identificar claramente todos os elementos constitutivos do empreendimento;
- c) Ter nível de precisão adequado;
- d) Ser elaborado com base nos estudos técnicos preliminares que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento;
- e) Possibilitar a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos executivos, cronograma e planejamento da obra;
- f) Apresentar as soluções técnicas globais e localizadas;
- g) Identificar e especificar todos os serviços, materiais e equipamentos da obra; e
- h) Apresentar o orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados.

O orçamento deverá ser elaborado a partir dos quantitativos de serviços apurados e custos obtidos mediante composições de preços unitários, a partir das tabelas referenciais (SICRO ou SINAPI) ou, eventualmente, de pesquisa de

mercado, levando-se em conta o local, o porte e as peculiaridades da obra, em conformidade com a legislação vigente e orientações do TCU.

O projeto básico deverá estabelecer que todas as informações gráficas, e não gráficas, sejam organizadas em base de dados integrada, de acordo com as características do empreendimento.

O desenvolvimento deverá ser executado com ferramentas de informática que permitam o acesso aos dados de forma eficiente e organizada, com o uso de modelagem tridimensional.

7.1.3. Projeto Executivo

O Projeto Executivo – PE é elaborado após a conclusão do Projeto Básico e deve apresentar os elementos necessários à realização do empreendimento com nível máximo de detalhamento de todos os serviços, considerando todo o planejamento e faseamento da obra.

O planejamento da obra elaborado na fase anterior deverá ser detalhado de modo a permitir que o operador aeroportuário possa elaborar os documentos do conjunto “Análise de Impacto sobre a Segurança Operacional” e “Procedimentos Específicos de Segurança Operacional para Obra ou Serviço de Manutenção” (AISO/PESO) a serem encaminhados para a aprovação da ANAC.

Após a elaboração do projeto executivo, o mesmo deverá ser submetido, juntamente com os Planos de Controle Ambientais detalhados e Estudos ambientais solicitados pelos órgãos ambientais, para emissão da Licença de Instalação (LI). Algumas atividades podem necessitar de licenciamento em mais de um órgão a depender da localização, como licença de manejo de fauna, manejo de vegetação e destinação de resíduos.

Conforme a Lei 8.666, o projeto executivo consiste no conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra. Nessa fase, nenhuma das soluções técnicas ou quantitativas de serviços descritos no projeto básico poderá ser alterada sem justificativa fundamentada. Ou seja, projeto executivo não pode inovar ou alterar a concepção das soluções desenvolvidas na etapa anterior.

O objetivo do PE é, portanto, detalhar as soluções do PB para que as equipes de campo possam fabricar, construir e executar os elementos e serviços com a precisão e a qualidade desejadas para a materialização eficiente do projeto.

Deverá apresentar todos os elementos necessários à realização do empreendimento, detalhando todas as interfaces dos sistemas e seus componentes. Além

dos desenhos complementares que representem todos os detalhes construtivos elaborados com base no projeto básico aprovado.

O projeto executivo, assim como as etapas anteriores, deverá estabelecer que todas as informações gráficas e não gráficas sejam organizadas em base de dados integrada, de acordo com as características do empreendimento.

Parte dos documentos do projeto deverão ser obtidos diretamente do modelo BIM, nos seus diversos arquivos de integração, desde a modelagem com detalhamento das diversas disciplinas que compõem o projeto, como também as modelagens do planejamento com canteiro de obras, sequenciamento dos serviços no tempo e orçamentação de todos os eventos necessários para execução do empreendimento.

O desenvolvimento deverá ser executado com ferramentas de informática que permitam o acesso aos dados de forma organizada e eficiente, com o uso de modelagem digital tridimensional.

7.2. Conteúdo por disciplina

Todas as disciplinas, contempladas nas próximas seções deste capítulo, apresentam conteúdo considerando os tópicos sucintamente descritos a seguir.

7.2.1. Introdução

Apresenta as características gerais de cada especialidade ou disciplina.

7.2.2. Memorial Descritivo

Contempla a descrição das características gerais dos sistemas de construção e dos elementos específicos para todos os itens considerados em cada disciplina. Deverá ser apresentado com uma organização clara de revisões ao longo do desenvolvimento dos trabalhos, em conformidade com as disposições do PEB e com as características apresentadas em cada disciplina de projeto.

7.2.3. Especificação Técnica

Todos os itens da planilha orçamentária e do planejamento de execução deverão ter seu correspondente na especificação técnica, para permitir a caracteri-

zação pretendida do desempenho dos materiais, equipamentos, serviços e componentes. Os itens deverão ser especificados com a seguinte classificação: nome do item; descrição dos materiais e características físicas, técnicas e de desempenho; planejamento e descrição dos serviços e aspectos de execução; composição orçamentária e unidade de quantificação; e critérios de medição e pagamento.

7.2.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá apresentar as análises, os parâmetros e os cálculos para determinação dos diversos sistemas construtivos demandados na respectiva disciplina.

7.2.5. Representações Gráficas

Correspondem a desenhos técnicos bidimensionais, extraídos a partir do modelo digital tridimensional, ou diretamente elaborados em plataforma digital específica, com o fito de prover maior compreensão do escopo de projeto a ser materializado na obra. Deve-se respeitar fielmente os requisitos descritos nas respectivas disciplinas, conforme a fase de projeto, bem como as diretrizes de padronização constantes do presente Manual.

7.2.6. Modelo BIM

Os modelos BIM de cada disciplina do projeto deverão ser apresentados diretamente das plataformas de modelagem aos analistas e à fiscalização, sendo entregues em mídia associada às demais pastas digitais do projeto. Tais modelos poderão ser elaborados em arquivos separados.

As disciplinas complementares poderão usar os modelos BIM de Terraplanagem, Arquitetura e Urbanismo como referências de suporte. Entretanto, deverá ser preparado um modelo BIM final, integrando todas as disciplinas do projeto, incluindo planejamento e orçamento.

Ademais, ao longo do desenvolvimento, todos os modelos deverão ser periodicamente compatibilizados, conforme as fases de projeto e as respectivas revisões, sempre observando o planejamento constante do PEB.

Os níveis de definição deverão ser atendidos, conforme a fase de desenvolvimento dos projetos, bem como em função de suas especificidades.

7.2.6.1. Nível de Definição Zero

Levantamento de informações gerais técnicas, ambientais, legais, econômicas, identificação das necessidades, esboços informações necessárias para avaliação preliminar de viabilidade.

7.2.6.2. Nível de Definição 1

Os elementos do modelo podem ser representados por símbolos, ilustrações bidimensionais e estudo de massas esquemáticos. Informações associadas com dimensões gerais, medidas, orientação e estimativas de custo que podem também ser derivados de outros elementos e fontes, mas relacionados às unidades e aos espaços que dão propriedades e suporte à avaliação de viabilidade.

7.2.6.3. Nível de Definição 2

Os elementos do modelo devem ser representados graficamente em um sistema genérico dos objetos ou de montagem, com quantidades aproximadas e as informações associadas com dimensões gerais, medidas, localização e orientação. Informações não gráficas podem ser anexados aos elementos do modelo e, em conjunto, deverão ser suficientes para as análises de desempenho de sistemas referentes às concepções gerais do empreendimento. Todos os critérios de desenvolvimento das diversas fases de execução deverão ser revisados conforme o PEB e estabelecidos aqueles pertinentes às características dos objetos de estudo a serem aprovados pelas equipes de gestão e fiscalização.

7.2.7. Quantificação de Serviços

Os métodos de quantificação de serviços deverão ser determinados no PEB. Independentemente do método, o procedimento de quantificação deverá abranger a totalidade dos serviços necessários para execução do empreendimento.

Basicamente, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, quais sejam:

- **Planilha de Serviços**, que corresponde a uma lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- **Memorial de Quantificação**, que consiste em um documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

7.2.7.1. Levantamento Tradicional

Deve-se descrever os critérios básicos para a garantia na contagem da totalidade dos materiais, equipamentos e serviços necessários à materialização do projeto.

É preciso contemplar o levantamento, a categorização dos insumos e a observância dos corretos processos de planejamento e orçamentação.

Ainda, deverão ser observados todos os parâmetros, indicações e características descritas por cada disciplina.

7.2.7.2. Levantamento Automatizado

O levantamento automatizado pressupõe o atendimento aos parâmetros supra, porém considerando a extração de informações de forma direta dos modelos e uso de softwares específicos de cada especialidade, apresentando como característica essencial a correção automática de quantidades, em caso de alterações no modelo.

A extração poderá ocorrer por meio da exportação das tabelas criadas dentro do software de modelagem e utilizadas nos desenhos, bem como pela utilização de plug-ins de quantificação e associação de base de dados, por exportação com extensões para bases de dados tipo SQL, via CSV ou TXT, também por conexões via IFC ou, ainda, por acesso direto via API do aplicativo.

Todas as vias de extração de quantitativos possuem vantagens, mas também restrições e, para superá-las, o PEB deverá estabelecer o método e o fluxo de conexões dos dados e os formatos a serem utilizados, sendo fundamental um processo eficiente de modelagem para garantia de qualidade no planejamento e orçamentação.

Deverão ser observados todos os parâmetros, indicações e características descritas por cada disciplina, sendo vital que esteja definido no PEB quais serviços poderão ter seus respectivos quantitativos extraídos de forma direta ou indireta, bem como aqueles cuja extração se torna inviável, diante dos recursos disponíveis nos softwares de modelagem adotados.

Ainda, todos os dados de planejamento e orçamento, conforme itens específicos deste manual, deverão retornar ao modelo federado, mediante softwares de compatibilização e demonstração.

7.3. Geometria

7.3.1. Introdução

O Projeto Geométrico reúne as informações mais importantes de um projeto aeroportuário, as quais servem de base para a elaboração de todos os demais projetos de infraestrutura, devendo conter os elementos fundamentais alinhados com a regulamentação em vigor. O projeto de geometria contempla todas as áreas do sítio aeroportuário, incluindo lado ar e lado terra.

O Projeto Geométrico Horizontal será o passo inicial para a elaboração do modelo BIM e, por isso, será apresentado em 2D, de forma a permitir a visualização de todos os elementos constitutivos do empreendimento. Por sua vez, o Projeto Geométrico Vertical será extraído do modelo BIM após todo o processo de dimensionamento e modelagem.

Os elementos geométricos que configuram um aeroporto estão detalhados e ilustrados no tópico “Aeroporto” deste Manual.

A presente disciplina contempla os seguintes entregáveis:

Entregável
Memorial Descritivo
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Representações Gráficas
Modelo BIM

7.3.2. Memorial Descritivo

O Memorial Descritivo é uma descrição detalhada do objeto projetado, seus elementos, instalações, componentes construtivos e materiais, apresentando as soluções técnicas adotadas e informando as respectivas justificativas. Nele serão detalhados o Objetivo e o Escopo do Projeto Geométrico, definindo exatamente as linhas gerais da geometria da infraestrutura que será projetada. Deverá conter os seguintes itens:

- Dados Geográficos: Apresentar os dados geográficos necessários para o georreferenciamento e na marcação e locação de toda a ge-

ometria, como marcos topográficos, declinação magnética, coordenadas UTM das cabeceiras da pista, amarração dos eixos das Pistas de pouso e decolagem, pistas de rolamento e pátios (coordenadas UTM e azimutes), coordenadas do centro da pista (latitude e longitude). As coordenadas deverão ser no Datum Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS) e indicadas a Zona UTM.

- Altitude e temperatura de referência: Apresentar os dados de referência necessários a serem utilizados memorial de cálculo e dimensionamento. A temperatura de referência será determinada conforme a definição da ANAC, com base em dados disponíveis no sítio do Instituto Nacional de Meteorologia de estações meteorológicas da região do local da obra. A altitude de referência será obtida a partir do levantamento topográfico.
- Dados de Vento (Anemograma): Apresentar gráfico de intensidade, direção e duração dos ventos que servirá para avaliar a direção da PPD, com base em dados disponíveis no sítio do Instituto Nacional de Meteorologia de estações meteorológicas da região do local da obra.
- Regras de Voo: Indicar qual a regra de voo que o aeroporto irá operar. Justificar a necessidade e indicar os auxílios que serão instalados.
- Definição da Aeronave de Projeto: Apresentar o mix de aeronaves que irá operar no aeroporto e indicar a fonte dos dados para sua definição. Indicar no mix de aeronaves as informações do tipo de aeronave, a frequência, as dimensões (comprimento, envergadura, altura e largura externa entre as rodas do trem de pouso principal – OMGWS, Código de Referência). Identificar e justificar a aeronave de projeto e definir o Código de Referência do Aeródromo.
- Pista de Pouso e Decolagem: Detalhar as seguintes informações: dimensões; distâncias e afastamentos entre pistas e obstáculos; designação das cabeceiras e o quadro gráfico e descritivo com as Distâncias Declaradas (TODA, TORA, ASDA E LDA). Descrever as declividades transversais utilizadas no projeto para os pavimentos e acostamentos da PPD, comparando-as com os limites previstos no RBAC. Descrever, ainda, as declividades longitudinais do eixo da PPD, explicitando e verificando com os limites estabelecidos no RBAC 154 das seguintes informações: declividade efetiva da PPD, os a distância e os valores entre mudanças de declividade longitudinal; raios das curvas verticais.
- Pista(s) de Rolamento: Detalhar as seguintes informações: dimen-

sões; distâncias e afastamentos entre pistas e obstáculos; designação. Descrever as declividades transversais e longitudinais utilizadas no projeto para os pavimentos e acostamentos da(s) Pista(s) de Rolamento, comparando-as com os limites previstos no RBAC.

- h) Pátio(s): Detalhar as seguintes informações: dimensões; distâncias e afastamentos entre pistas e obstáculos; designação. Descrever as declividades transversais e longitudinais utilizadas no projeto para os pavimentos e acostamentos, comparando-as com os limites previstos no RBAC. Apresentar o número de posições de estacionamento de aeronaves por código de referência, com base no mix de aeronaves e na frequência de operações. Listar as dimensões das faixas de pedestres e das vias de serviço.
- i) Demais Elementos geométricos: Identificar, item a item, todos os demais elementos geométricos que fazem parte do escopo do projeto em subitens específicos no texto, conforme a sequência: Faixa de Pista Preparada; Faixa de Pista; RESA; Blast Pad; Zonas de parada (stopway); Zonas desimpedidas (clearway); Áreas de Giro; Baías de espera. Para cada elemento devem ser apresentadas as seguintes informações: enquadramento no RBAC 154; dimensões; distâncias e afastamentos entre pistas e obstáculos; designação, declividades transversais e longitudinais (quando couber).
- j) Áreas de Intervenção: Definir as áreas de intervenção da obra, descrevendo e indicando os limites do projeto, com ilustração(ões).
- k) Área Patrimonial: Apresentar os registros e a situação dos lotes que conformam a área patrimonial do aeroporto. Indicar a necessidade de incorporação de novas áreas a fim de atender às necessidades do projeto, informando a dimensão das áreas e seus proprietários.
- l) Situação Atual e Futura: Apresentar quadro comparativo entre a situação atual e a futura, destacando os elementos que irão sofrer alterações. O quadro deve conter o resumo do Sistema de Pistas com as informações descritas no item “Dimensões e afastamento dos elementos geométricos”.

7.3.3. Especificação Técnica

O Projeto Geométrico é a base para o desenvolvimento das demais especialidades e não define serviços a serem especificados. Os serviços serão definidos e especificados nas demais especialidades descritas neste Manual.

7.3.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

O Memorial de Cálculo e Dimensionamento deverá descrever a metodologia adotada para o dimensionamento das grandezas envolvidas no projeto Geométrico, informando todos os critérios, índices e parâmetros utilizados. No Projeto Geométrico, o Memorial de Cálculo e Dimensionamento deverá demonstrar os seguintes elementos:

- a) Designação da pista: Cálculo da orientação da(s) pista(s) com base nos azimutes da(s) pista(s) e na declinação magnética e definição dos números das cabeceiras.
- b) Comprimento de pista: Cálculo da performance e alcance da aeronave de projeto para o comprimento de pista disponível ou proposto, considerando as correções por temperatura e altitudes de referência, gradiente de pista. Deverão ser apresentadas as restrições, se for o caso, do número de passageiros, restrições de peso em relação à carga paga e combustível assim como em relação ao peso máximo de decolagem.
- c) Raios das pistas de rolamento (taxiways): Definição dos raios de todas as curvas das pistas de rolamento (taxiways) e das saídas rápidas, associando ao ângulo de giro e a velocidade de rolamento da aeronave de projeto.
- d) Dimensionamento da posição das saídas rápidas em relação ao eixo da PPD, incluindo as velocidades consideradas, os raios, o percentual de utilização da pista e a estimativa do volume de aeronaves que a utilizarão.
- e) Área de Giro: Definição dos raios das curvas da área de giro respeitando os limites de ângulo de giro da aeronave de projeto descritos no RBAC 154, e verificando a necessidade ou não de implantar acostamentos.
- f) Sobrelarguras nas pistas de rolamento: Cálculo da sobrelargura necessária nas mudanças de direção das pistas de rolamento com base em um dos métodos descritos no Manual de Projeto da ICAO, Doc 9157 volume 2, com o fito de garantir a distância de segurança entre os limites da face externa das rodas do trem de pouso principal da aeronave de projeto com a borda do pavimento. Apresentar ilustrações com o traçado das linhas de rodas e de segurança durante a trajetória ao longo das curvas, com auxílio de programas computacionais específicos.

- g) Pátio: Apresentar o cálculo das dimensões do pátio, com base no número de posições e da forma de operações de entrada e saída do pátio.
- h) Sistema viário: Definição das larguras e raios de curvatura das vias, faixas de domínio ou de segurança, cálculo da extensão do meio fio, do número de posições de estacionamento para veículos, ônibus, táxi e locadoras.

7.3.5. Representações Gráficas

7.3.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de situação
Planta da área patrimonial
Planta(s) de locação
Plantas específicas

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta de situação:** Representa a localização do aeroporto e, preferencialmente, não deve ser dividida. Deve ser elaborada sobre o levantamento cadastral georreferenciado e em escala adequada, e conter representação da vista superior do anteprojeto e de pontos referenciais da área ou região, como rodovias, ruas, avenidas, vias de acesso, áreas de mata, corpos hídricos, cerca patrimonial etc., de forma a situar bem o local da obra. Deverá conter ao fundo uma imagem de satélite com transparência suficiente para não comprometer a leitura das informações da planta.
- b) **Planta da área patrimonial:** Esta planta identificará os limites da área patrimonial existente e a proposta de área a incorporar. Deverá conter tabelas com as coordenadas dos pontos conforme os registros nas escrituras de cartório.

- c) **Planta(s) de locação:** Representa uma vista superior do terreno com o objetivo de mostrar todo o escopo do anteprojeto. É um desenho georreferenciado e em escala adequada, elaborado sobre o desenho do levantamento cadastral; mostrando toda a geometria do aeroporto escopo do projeto, podendo ser dividida em duas ou mais partes. Deve conter como elemento de fundo a infraestrutura existente vinda do levantamento cadastral (pistas, pátios, edificações, terminais, vias de serviço, estradas, ruas etc.) contendo os seguintes elementos: Identificação das pistas e pátios, identificação da designação das cabeceiras; da faixa de pista e faixa preparada, da RESA, Blast Pad, Zona de Parada e Zona desimpedida; tabela com locação e amarração dos eixos; cotas que amarrem os elementos geométricos das infraestruturas projetadas; cotas identificando os afastamentos entre pistas e pátios; aeronaves estacionadas nas posições de estacionamento do(s) Pátio(s) de Aeronaves; posição final das cercas patrimonial e operacional do aeroporto. Apresentar, ainda, desenho esquemático e tabela com as Distâncias Declaradas (TODA, TORA, ASDA E LDA) e a rosa dos ventos com o azimute magnético de cada pista de pouso e decolagem.
- d) **Plantas específicas:** Dependendo do anteprojeto, plantas adicionais com detalhes geométricos poderão ser entregues para melhor exemplificar algum ponto do estudo.

7.3.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de situação
Planta da área patrimonial
Planta(s) de locação
Planta(s) de detalhes
Perfis longitudinais
Planta de seções tipo

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta de situação:** É a planta de localização do aeroporto de onde o projeto de infraestrutura aeronáutica está situado. Preferencialmente não deve ser dividida. Deve ser elaborada sobre o levantamento cadastral georreferenciado e em escala adequada, e conter representação da vista superior do projeto e de pontos referenciais da área ou região, como rodovias, ruas, avenidas, vias de acesso, áreas de mata, corpos hídricos, cerca patrimonial etc., de forma a situar bem o local da obra. Deverá conter ao fundo uma ortofoto com transparência suficiente para não comprometer a leitura das informações da planta.
- b) **Planta da área patrimonial:** Esta planta identificará os limites da área patrimonial existente e a incorporar, identificando as áreas regularizadas, em regularização ou não regularizadas. Deverá conter tabelas com as coordenadas dos pontos conforme os registros nas escrituras de cartório e conforme a necessidade de área a ser incorporada dividida pelos seus proprietários.
- c) **Planta(s) de locação:** Representa uma vista superior do terreno com o objetivo de mostrar todo o escopo do projeto. É um desenho georreferenciado e em escala adequada, elaborado sobre o desenho do levantamento cadastral; mostrando toda a geometria do aeroporto escopo do projeto, podendo ser dividida em duas ou mais partes. Deve conter como elemento de fundo a infraestrutura existente vinda do levantamento cadastral (pistas, pátios, edificações, terminais, vias de serviço, estradas, ruas etc.) contendo os seguintes elementos: Identificação das pistas e pátios, identificação da designação das cabeceiras; da faixa de pista e faixa preparada, da RESA, Blast Pad, Zona de Parada e Zona desimpedida; tabela com locação e amarração dos eixos; cotas que amarrem os elementos geométricos das infraestruturas projetadas; cotas identificando os afastamentos entre pistas e pátios; aeronaves estacionadas nas posições de estacionamento do(s) Pátio(s) de Aeronaves; posição final das cercas patrimonial e operacional do aeroporto. Apresentar, ainda, desenho esquemático e tabela com as Distâncias Declaradas (TODA, TORA, ASDA E LDA) e a rosa dos ventos com o azimute magnético de cada pista de pouso e decolagem.

- d) **Planta(s) de detalhes:** Desenhos em escala maior (1/750; 1/500; ou 1/250) extraídos da Planta de Locação e que permita identificar e cotar as cabeceiras da pista com o Blast Pad e RESA associados; as curvas e sobrelarguras das pistas de rolamento; os trechos de interseção entre pistas ou pátios; e o detalhamento do pátio. Deve constar a identificação das pistas e pátios, identificação da designação das cabeceiras; da faixa de pista e faixa preparada, da RESA, Blast Pad, Zona de Parada e Zona desimpedida. Os detalhes devem estar associados a uma referência que deve constar na mesma planta em escala menor.
- e) **Perfis longitudinais:** Desenho(s) com escala adequada dos Perfis longitudinais de todas as Pistas e Pátio(s) do projeto extraídos do modelo digital. Os perfis devem apresentar as informações das declividades longitudinais e comprimentos dos trechos lineares; dos pontos verticais de curva PCV, pontos de tangência PTV e pontos de interseção PIV, com o raio das curvas verticais; indicação do terreno existente; indicação do perfil de projeto. A escala vertical deverá ser ampliada em 5x ou 10x a escala vertical para melhor visualização. Os Perfis devem ser apresentados em paralelo com a vista em planta da pista ou pátio, coincidindo o estaqueamento.
- f) **Planta de seções tipo:** Desenho(s) extraídos do modelo digital contendo cortes dos eixos ou as montagens (assemblies) com as informações das declividades transversais do pavimento, dos acostamentos, da faixa de pista, dos taludes, incluindo os comprimentos dos trechos. A escala vertical deverá ser ampliada em 5x ou 10x a escala vertical para melhor visualização. As seções devem ser identificadas com uma linha de corte em uma vista em planta da pista ou do pátio.

7.3.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Plantas de locação topográfica

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Plantas de locação topográfica:** Desenhos extraídos da Planta de Locação em escala mediana a maior (1/1000 a 1/250) que permita identificar, cotar e detalhar as coordenadas UTM, raios, desenvolvimento e ângulo de todos os pontos notáveis e curvas da geometria dos elementos projetados. As informações de todos os pontos notáveis poderão ser apresentadas diretamente no detalhe ou em quadros de alinhamentos e curvas. No caso de se optar pelos quadros, os elementos de linhas e curvas devem conter legendas numeradas associadas ao quadro. Todas as coordenadas devem ser associadas ao desenho de forma que as informações sejam obtidas automaticamente. Não deverá ter textos digitados manualmente com coordenadas ou dados do modelo.

7.3.6. Modelo BIM

O Modelo BIM do projeto Geométrico é construído concomitantemente com o Modelo BIM do projeto de Terraplanagem, por conta da definição do projeto Geométrico Vertical. Ele deverá ser apresentado diretamente da plataforma aos analistas e fiscalização e entregue em mídia associado às demais pastas digitais do projeto.

Deverá atender ao menos os seguintes requisitos:

- a) Marcos topográficos georreferenciados pelo sistema de coordenadas SIRGAS 2000. Todo o modelo digital deve estar georreferenciado nestes marcos topográficos.
- b) Eixos da PPD, Pistas de rolamento (taxiways), Pátios, Vias de serviço locados e georreferenciados, com tabela de dados contendo todas as informações para locação no campo.
- c) Perfis Longitudinais dos eixos e tabelas com os dados dos PIV apresentados em tabelas para conferência com os requisitos de declividades longitudinais previstos no RBAC 154.
- d) Corredores demarcando os limites dos pavimentos, das faixas de pista, da RESA, limites dos offsets.

7.3.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Geométrico	2	As informações gráficas incluem: vista superior do terreno com o objetivo de mostrar todo o escopo do anteprojeto Marcação dos limites da área patrimonial, operacional, das pistas, faixas de pistas, RESAS, edificações etc. O modelo deve permitir o desenvolvimento preliminar das outras disciplinas do projeto.
Projeto Básico	Geométrico	3	Todos os elementos gráficos do LOD 2 e ainda: As informações gráficas: Fases do projeto Perfis longitudinais e seções tipo; Eixos e alinhamentos E as seguintes informações não gráficas: Critérios dos raios e curvas utilizados nos alinhamentos das pistas de rolamento Critérios dos raios verticais nos perfis de projeto Tipos de componentes ou de materiais nas superfícies, nos perfis e nas seções tipo Dados referentes à data e responsáveis pela modelagem da geometria. Identificador exclusivo do componente de construção ou de demolição conforme padrão deste Manual O modelo deve permitir o desenvolvimento preciso das outras disciplinas do projeto, bem como o desenvolvimento e coordenação do modelo 4D.
Projeto Executivo	Geométrico	4	A descrição do LOD 3 incluindo as seguintes informações não gráficas: Componentes necessários para a implantação e amarração no campo.
As Built	Geométrico	5	A descrição do LOD 4 incluindo as informações construtivas.

7.3.7. Quantificação de Serviços

O Projeto Geométrico não define serviços e, por isso, não possui Quantificação de Serviços.

7.3.8. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 154. Projeto de Aeródromos.

Airport Planning Manuals ou Airplane Characteristics for Airport Planning Manual publicado pelos fabricantes de aeronaves.

COMANDO DA AERONÁUTICA. ICA 11-408, 04/01/2021- Restrições aos objetos projetados no espaço aéreo que possam afetar adversamente a segurança ou a regularidade das operações aéreas, [Brasília], 2021.

ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. “Aerodrome Design Manual – Part 1 Runways”. Doc. 9157. Montreal, Canadá.

ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. “Aerodrome Design Manual – Part 2 Taxiways, Aprons and Holding Bays”. Doc. 9157. Montreal, Canadá.

ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. “Airports”, Volume I do Anexo 14 da Convenção de Aviação Civil Internacional de Chicago. Montreal, Canadá.

7.4. Arquitetura

7.4.1. Introdução

O projeto de arquitetura consiste no desenvolvimento de soluções técnicas para as definições de organização espacial, volumetria, vedações e dos sistemas arquitetônicos funcionais, dando atendimento a todos os requisitos elaborados no programa de necessidades e suas conexões com o entorno. Todas as edificações deverão ser tratadas da forma mais objetiva possível, com embasamento na legislação e normas aplicáveis.

Os trabalhos deverão seguir a NBR 6492 quanto à representação gráfica e como condições mínimas para a boa compreensão dos projetos, podendo ser ampliada em função das novas tecnologias digitais que deverão seguir o mesmo princípio de trazer a melhor compreensão das soluções técnicas a serem apresentadas.

A concepção arquitetônica deve ser orientada para escolher esquemas espaciais, volumétricos e formais que conduzam a melhores resultados tanto do ponto de vista técnico quanto econômico e funcional, adequando-os às condições da obra.

As soluções de acessibilidade devem estar coerentes com as normas NBR 9050 e 14273, quanto aos parâmetros técnicos das diversas condições de mobilidade, de percepção do ambiente e quanto aos recursos necessários a serem previstos para propiciar a utilização com segurança e de maneira autônoma nos diversos espaços e ambientes;

Deve-se delimitar as áreas técnicas de serviço, de acesso restrito e de circulação caracterizando e dando atendimento as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros e normas de segurança.

O dimensionamento espacial em função do programa de necessidades do empreendimento deve estar em consonância com as normas regulamentadoras do trabalho como NR17, NR18, NBR12284 e códigos locais quanto às condições mínimas às edificações.

O melhor atendimento às demandas de projeto, conceitos de Biofilia e Ambientes Sustentáveis devem ser aplicados conforme Instrução Normativa N° 01, de 19 de janeiro de 2010 MPOG.

As condições de desempenho das edificações apresentados pelas normas NBR 15575 são parâmetros de atendimento necessários, quando normas específicas não definirem condições ainda mais adequadas.

Os elementos de iluminação naturais devem atender minimamente aos parâmetros das normas NBR 15215 nas suas diversas partes e aos códigos locais

A luminotécnica deverá ser atendida quanto aos critérios e requisitos qualitativos de projeto, tais como níveis de luxes para diversos ambientes, controle de ofuscamento, índice de reprodução de cores, iluminação de tarefas e níveis de iluminância, conforme NBR ISO/CIE 8995.

Deve-se garantir o desempenho das edificações quanto ao controle de ruídos, em respeito às normas NBR 10151 e NBR 10152, também observando o respectivo Plano de Zoneamento de Ruído do aeroporto.

O tratamento dos sistemas de arquitetura, quanto à análise energética, deverá ter como base as normas NBR 15220 e NBR 15575 nas suas diversas partes, para o dimensionamento de vedações, elementos de revestimentos, dimensionamento das aberturas e escolha de materiais de forma a minimizar o uso de climatização mecânica e promover o conforto dos ambientes projetados.

Áreas de saúde com ambulatório, vagas para ambulância, armazenamento de cargas, inclusive as deterioradas, contaminadas e fora de especificação, central de resíduos sólidos, recintos para triagem, e outras área de interesse sanitário, deverão seguir as diretrizes da ANVISA, e Resoluções do CONAMA.

Os sistemas de comunicação visual prediais e sinalizações deverão atender às normas de acessibilidade supracitadas, bem como estabelecer linguagem apropriada à identidade do empreendimento.

Entregável

Memorial Descritivo

Especificação Técnica

Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Representações Gráficas

Modelo BIM

Planilha de Serviços

Memorial de Quantificação

7.4.2. Memorial Descritivo

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Mapa dos responsáveis técnicos: listar todos os responsáveis técnicos pelos projetos, identificando os respectivos números dos Registros de Responsabilidade Técnica – RRT ou das Anotações de Responsabilidade Técnica - ART.
- Referências normativas: listagem das normas ou códigos específicos adotados.
- Documentos de referência: informações, documentos e plantas de edificações e implantação preexistentes, levantamentos técnicos, características técnicas do aeródromo como taxa de número operações de aeronaves por hora de pouso e decolagem, taxa de conexões, hub origem/destino, georreferenciamento, legislações aplicáveis, bibliografia que foram levantados e utilizados para elaboração do projeto.
- Visão geral das necessidades do empreendimento e quais são as relações entre os espaços para compreensão das funções que devem desempenhar.
- Levantamento: Informações jurídicas, legais, programáticas e técnicas; dados analíticos e gráficos objetivando determinar as restrições e possibilidades que regem e limitam o produto pretendido. Informações cadastrais da área de implantação do empreendimento: da vizinhança, do terreno e das edificações existentes: Ficha técnica emitida pelo Órgão Público Municipal, Escritura(s), matrícula(s), Registro(s) de imóveis com áreas do terreno, IPTU(s) ou INCRA do ano corrente.
- Restrições de uso do solo, taxa de ocupação e aproveitamento, gabaritos, recuos, alinhamentos e afastamentos, áreas permeáveis, exigências específicas de órgãos locais e ambientais, apresentar as influências de outras legislações que permitem o aumento ou restrinjam o potencial construtivo, estabelecer e definir critérios de impacto na concepção do projeto, bem como os padrões e critérios de desempenho das edificações e os parâmetros de sustentabilidade e condicionantes locais. Revisão das normas técnicas aplicáveis, exigências relativas à tipologia das edificações.
- Caracterização da situação de contorno do empreendimento com caracterização do tráfego aeroportuário e outros modais pertinentes para dimensionamento das necessidades de atendimento e dos

- espaços, fotografias com indicação esquemática dos pontos de vista e com textos explicativos, outros meios de representação.
- h) Flexibilidade do partido e a capacidade do projeto arquitetônico absorver as demandas previstas, requisitos e condicionantes técnicos/legais, complexidade dos meios e sistemas construtivos disponíveis e as mudanças ao longo do tempo, possibilidades de crescimento ou retração do empreendimento, capacidade de se apresentar compatível com as estimativas de custo.
 - i) Concepção final adotada, com devida coerência aos serviços da planilha de serviços.
 - j) Descrição de parâmetros técnicos, econômicos e ambientais. Relação dos espaços internos com suas respectivas, áreas e suas relações de funcionalidade, conexão com o modal aeronáutico e outros modais de acesso.
 - k) Apresentação de conformidade dos índices urbanísticos, organização e fluxos de utilização considerados, partido arquitetônico e identidade visual, qualidade formal da edificação, sua atualidade e originalidade, a relação do projeto com o local e seus programas de construção.
 - l) Relação com o programa de destinação de resíduos, descrição de locação das edificações.
 - m) A qualidade da edificação quanto aos aspectos de saúde e conforto para seu uso, conforto térmico e ambiental, iluminação natural e conforto acústico.
 - n) Aspectos do projeto com objetivo de minimizar custos de operação e manutenção. Sistemas de controle e automação. Segurança funcional, dimensional e patrimonial. Capacidade de flexibilização de uso dentro do programa original.
 - o) Projeção da vida útil do empreendimento.
 - p) Durabilidade dos materiais, segurança, resistência ao fogo, técnicas construtivas adequadas à indústria da construção, materiais e mão-de-obra locais, funcionalidade pretendida, desempenho térmico, acústico e de iluminação natural atendendo aos requisitos de conforto ambiental e equipamentos de climatização.
 - q) Luminotécnica: Listagem de todos os tipos de luminárias, lâmpadas e reatores especificados, com as respectivas quantidades, justificando o uso de cada tipo (desempenho de luminotécnica, eficácia luminosa, vida útil, custos de instalação e operação), facilidade de

execução, conservação e manutenção, possibilidade de padronização e modulação.

- r) Estanqueidade e resistência a intempéries.
- s) Compatibilização com outras disciplinas, como previsão de passagens e pontos de utilização de equipamentos e instalações e tratamentos visual de todos os sistemas prediais em consonância com NBR 7195 quanto a cores para segurança.
- t) Descrição geral de sistemas de arquitetura das edificações (não tratados nas disciplinas complementares) e suas justificativas como serviços preliminares, vedações, esquadrias, vidros e plásticos, cobertura e arremates, forros, revestimentos, acabamentos e arremates, impermeabilizações ou revestimentos impermeabilizantes, pinturas, equipamentos e acessórios de edificação, luminotécnica, paisagismo interno, equipamentos e mobiliários, elementos de design de interiores e luminotécnica interna, comunicação visual, calçamento e passeios.

7.4.3. Especificação Técnica

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Vedações (paredes, passeios e bases para piso): local de aplicação, tipo e dimensões dos materiais componentes, solicitação de uso e capacidades: estruturante, condução térmica e acústica, características técnicas dos materiais componentes, tipo das ferragens, procedimentos dos serviços a executar, aspecto e desempenho final esperado, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.
- b) Esquadrias: Local de instalação, tipo e funcionamento, solicitação de uso, características técnicas de cada componente e seus materiais, tipo de ferragens e suas características, físicas e procedimentos de instalação, detalhes e arremates, procedimentos dos serviços a executar, aspecto e desempenho final, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.
- c) Vidros e plásticos: Local de instalação, tipo e características técnicas (cor e transparência), características dos serviços a executar, aspecto e desempenho final, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição.
- d) Cobertura e arremates: Local de aplicação, tipo da telha, inclinação,

- fixação e características de montagens, tipo de calha, localização dos detalhes dos condutores verticais, características dos materiais componentes e peças complementares como rufos e outros acessórios, aspecto e desempenho final, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.
- e) Forros: Local de aplicação, tipo do forro, fixação e procedimentos de montagens, acessórios, aspecto e desempenho final, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.
- f) Revestimentos, acabamentos e arremates: Características de aplicação, parede, piso e tetos, local de aplicação, tipo, preparação de base, características técnicas do material e procedimentos dos serviços, preparação dos arremates, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.
- g) Impermeabilizações ou revestimentos impermeabilizantes: Local da aplicação, indicação da superfície, tipo e características dos materiais a serem utilizados, procedimentos do serviço a executar (preparo da superfície, aplicação e arremates), aspecto e desempenho final, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.
- h) Pinturas: Local da aplicação, indicação da superfície onde será aplicada e qual o preparo da base, características técnicas das tintas de fundo e acabamento, método de aplicação, aspecto e desempenho final, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.
- i) Equipamentos e acessórios de edificação: Local da aplicação, solicitação de uso, características técnicas dos materiais e componentes, procedimentos de montagem e sequência de operações, procedimentos de fixação, referência de modelo e linha de 3 (três) fabricantes equivalentes, aspecto e desempenho final, composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- j) Interiores: Detalhamento e correlação com os serviços de pintura, revestimentos, arremates, equipamentos e acessórios especificados nos itens anteriores: aplicações e colagens, peças exclusivas, artesanatos, artísticas e/ou instalações as especificações poderão ser elaboradas pelos projetistas em conjunto com o contratante, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.
- k) Mobiliário: Local da aplicação, solicitação de uso, características técnicas dos materiais e componentes, procedimentos de montagem e sequência de operações, procedimentos de fixação quando houver, referência de modelo e linha de 3 (três) fabricantes equivalentes, aspecto e desempenho final, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.
- l) Luminotécnica interna - Considerar requisitos estabelecidos pelo Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Luminotécnica da AS-BAI. Luminárias: Fabricação, perfil de utilização, dimensões, acabamentos, resistência à choques e umidade, tipo de fixação e integração com a arquitetura, desempenho luminotécnico indicando rendimento, controle de luminância e abertura do fecho luminoso. Lâmpadas: tipo, fabricação, potência, tensão, fluxo luminoso, abertura e intensidade do fecho luminoso, temperatura de cor, índice de reprodução de cor, vida útil. Reatores: tipo e fabricação, número de lâmpadas, tensão, fator de potência, fator de fluxo, vida útil. Acessórios: comandos e dimerização luminosa e da composição de cenários, tipo e fabricação, capacidade de potência e número de cenários, integração com os demais elementos eletrônicos do sistema de iluminação.
- m) Comunicação Visual: revestimentos, acabamentos e arremates de paredes, tetos e pisos, local da aplicação, tipo, solicitação de uso, preparo da base, características dos materiais, serviços e arremates, procedimentos de aplicação, aspecto e desempenho final, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.
- n) Pinturas: local da aplicação, indicação da superfície onde será aplicada e qual o preparo da base, características técnicas das tintas de fundo e acabamento, método de aplicação, aspecto e desempenho final, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.
- o) Arremates: Local da aplicação, tipo do arremate, características do material e procedimentos dos serviços a executar, aspecto e desempenho final, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.
- p) Equipamentos e acessórios: Local da aplicação, solicitação de uso, características dos materiais componentes, procedimentos de montagem e de operações, procedimentos e características de fixação quando houver, podem ser mencionados modelo e linha de pelo

menos 3(três) fabricantes de referência, aspecto e desempenho final, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.

- q) Peças exclusivas, artesanatos, artísticas e/ou instalações as especificações poderão ser elaboradas pelos projetistas em conjunto com o contratante.
- r) Certificação de sistemas: especificar quais operações e procedimentos de testes e ensaios devem ser realizados para garantir que os sistemas operem de acordo com projeto e em atendimento aos requisitos das Normas Técnicas e de Segurança. Especificar também os treinamentos de operação e manutenção in loco que deverão ser realizados com a equipe de operação e manutenção da edificação.

7.4.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

O Memorial de cálculo e dimensionamento deverá apresentar:

- a) Relação dos espaços internos, dimensões gerais.
- b) Referência normativa e processo de dimensionamento dos espaços.
- c) Relação dos componentes e elementos de arquitetura.
- d) Referência normativa e processo de dimensionamento dos componentes de arquitetura.
- e) Estudos energético das edificações: estudo solar, ventos, relações geográficas, comportamento dos sistemas de vedação e aspectos necessários para se estabelecer os critérios de dimensionamentos sistemas de vedação e ventilação.
- f) Dimensionamento de corredores e rotas de fuga.
- g) Dimensionamento dos espaços frente a capacidade de utilização.
- h) Estudo dos níveis de ruídos definindo os critérios de desempenho dos sistemas de vedação e embasando decisões de locação.
- i) Estudos de ventilação natural e artificial das edificações.
- j) Estudos pluviométricos da região para seleção de telhados e condutores horizontais e verticais (possível relação com projeto de águas pluviais).
- k) Estudo e dimensionamento luminotécnico interno: requisitos luminotécnicos do projeto; apresentar os objetivos e expectativas de atendimento do projeto; apresentar os recursos tecnológicos considerados no dimensionamento; cálculo de luminância de todo o empreendimento; demonstrar as condições e relações para as soluções contra ofuscamento; demonstrar os índices de atendimento

inclusive de reprodução de cores.

- l) Relatório de dimensionamento ergonômico.
- m) Dimensionamento de esquadrias, quanto ao funcionamento, aplicação e resistência mecânica.

7.4.5. Representações Gráficas

7.4.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Modelo geral do empreendimento
Caderno de Apresentação de Projeto
Implantação geral com a locação das edificações
Plantas com a distinção entre ambiente construído
Plantas com as características gerais funcionais
Plantas com as características gerais
Perspectivas gerais e individuais
Plantas com as soluções de acessibilidade
Plantas de cada pavimento de cada edificação
Cortes e elevações de todas as edificações

O Anteprojeto deve apresentar em plantas, soluções aprovadas e de compatibilização.

- a) **Modelo geral do empreendimento**, volumes das edificações e características arquitetônicas e diretrizes gerais para compatibilização das diversas disciplinas.
- b) **Caderno de apresentação de projeto** com imagens, renderização de todo empreendimento e de cada edificação, apresentação dos ambientes e soluções de funcionalidade com imagens, apresentação dos conceitos de Comunicação Visual, apresentação dos conceitos de paisagismo interno, imagens humanizadas.

- c) **Implantação geral com a locação das edificações**, dimensões e soluções de acessibilidade e demonstrando as novas relações em função as operações de pista de pouso e decolagem, pátio, terminais de passageiros e edificações de apoio.
- d) **Plantas com a distinção entre ambiente construído** a executar, a ampliar, a serem reduzidos e recuperados, a serem caracterizados de acordo com os requisitos por número, idade e tempos de permanência dos usuários, em cada ambiente.
- e) **Plantas com as características gerais funcionais** ou das atividades em ambiente (ocupação, capacidade, movimentos, fluxos e períodos) com plantas, desenhos de cortes e fachadas gerais, indicação das soluções de acessibilidade por pavimentos.
- f) **Plantas com as características gerais** e dimensionais e dos serviços, equipamentos e mobiliário; requisitos ambientais, e pré-requisitos para os níveis de desempenho; instalações especiais para apoio aos complementares elétricas, mecânicas, hidráulicas e sanitárias e de segurança e acessibilidade.
- g) **Perspectivas gerais e individuais** para contextualização e localização das edificações e elementos de arquitetura e urbanismo e outros sistemas.
- h) **Plantas com as soluções de acessibilidade** para os diversos ambientes, entradas e saídas.
- i) **Plantas de cada pavimento de cada edificação**, com indicação dos materiais de construção, acabamento e dimensões, principalmente com as soluções de acessibilidade horizontal e vertical, com tabelas de quantitativos de todos os itens de arquitetura e seus sistemas. Plantas humanizadas.
- j) **Cortes e elevações de todas as edificações**, com indicação técnica dos sistemas.

7.4.5.2. Projeto Básico

Entregável
Modelo geral do empreendimento
Desenho de implantação geral do empreendimento
Perspectivas gerais e individuais

Entregável
Implantação de cada edificação
Plantas por pavimento de cada edificação
Plantas de cada pavimento de cada edificação de luminotécnica
Plantas de cobertura
Desenhos de cortes e fachadas
Esquemáticos de comunicação horizontal e vertical
Plantas de acessibilidade

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Modelo geral do empreendimento**: com volumes das edificações e características arquitetônicas compatibilizados com os projetos das diversas disciplinas.
- b) **Implantação geral do empreendimento**: com locação, dimensões e soluções de acessibilidade.
- c) **Perspectivas gerais e individuais**: para contextualização e localização das edificações e elementos de arquitetura e outros sistemas.
- d) **Implantação de cada edificação**: com o térreo e entorno próximo para indicação dos materiais de construção, acabamento e dimensões, principalmente com as soluções de acessibilidade horizontal e vertical.
- e) **Plantas de cada pavimento de cada edificação**: com indicação dos serviços, materiais de construção, acabamento e dimensões, principalmente com as soluções de acessibilidade horizontal e vertical, locação de equipamento, tabelas de quantitativos.
- f) **Plantas de cada pavimento de cada edificação de luminotécnica**: indicação dos pontos de energia e indicação dos equipamentos.
- g) **Plantas de cobertura**: indicação condutores horizontais e verticais e a drenagem superficial, indicação de materiais e impermeabilização e caimentos gerais.
- h) **Desenho de cortes e fachadas** com indicação dos materiais de construção, acabamento e dimensões, principalmente com as soluções de acessibilidade vertical, tabelas de quantitativos e indicações descritivas dos serviços.
- i) **Esquemáticos de comunicação horizontal e vertical**, apresen-

tando as soluções, o posicionamento, dimensões gerais, tabelas de quantitativos e indicações descritivas dos serviços e locação de equipamentos.

- j) **Plantas com as soluções de acessibilidade** para os diversos ambientes, entradas e saídas.

7.4.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Modelo geral do empreendimento
Desenho de implantação
Perspectivas gerais e individuais
Desenho de implantação de cada edificação
Plantas por pavimento de cada edificação
Plantas de acessibilidade e detalhamento
Plantas por ambientes
Plantas de projeto de impermeabilização
Plantas de cobertura
Desenhos de cortes e fachadas
Detalhamento de comunicação visual horizontal e vertical
Detalhamento de esquadrias
Detalhamento de instalação e fixação de equipamentos mecânicos
Detalhamento de cobertura
Detalhamento de execução de impermeabilizações

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Modelo geral do empreendimento**, volumes das edificações e características arquitetônicas e compatibilizado com os anteprojetos das diversas disciplinas. Todos os desenhos e vistas que serão a

documentação técnica do projeto executivo deverá ser proveniente dos modelos tridimensionais.

- b) **Desenhos de implantação:** Orientação com Norte verdadeiro, diretrizes de implantação e locação, terreno de cada edificação e entorno próximo, limites e características planialtimétricas compreendendo medidas e ângulos dos lados e curvas de nível, localização de árvores, postes, hidrantes e outros elementos construídos, detalhamento de áreas de corte e aterro, com a localização e indicação da inclinação de taludes e arrimos, localização de todos os elementos externos, como: acessos, pátios, canteiros, estacionamentos, portões, rampas, iluminação externa, drenagem e demais componentes necessários à organização e planejamento dos espaços externos, e humanizada.
- c) **Perspectivas gerais e individuais** para contextualização e localização das edificações e elementos de arquitetura e outros sistemas.
- d) **Implantação de cada edificação:** com o térreo e entorno próximo para indicação dos materiais de construção, acabamento e dimensões, principalmente com as soluções de acessibilidade horizontal e vertical.
- e) **Plantas por pavimento de cada edificação:** com indicação dos materiais de construção, acabamento e dimensões, principalmente com as soluções de acessibilidade horizontal e vertical tabelas de quantitativos e indicações descritivas dos serviços.
- f) **Plantas com as soluções de acessibilidade** para os diversos ambientes e para as entradas e saídas e detalhamento de execução, instalação e revestimentos dos sistemas de acessibilidade.
- g) **Plantas por ambientes:** com detalhamento de execução das camadas de revestimento e elementos de design e arremates, com chamada de vistas para cada parede dos ambientes de todas que se fizerem necessárias e detalhes de luminotécnica, pontos de energia e equipamentos.
- h) **Plantas de projeto de impermeabilização:** com indicação das áreas e elementos com tratamento de impermeabilização, caimentos e chamadas para as plantas de detalhes de execução.
- i) **Plantas de cobertura:** Inclinações, materiais de cobertura, condutores horizontais e verticais e conexão com a drenagem superficial.
- j) **Desenho de cortes e fachadas:** com indicação dos materiais de construção, acabamento e dimensões, principalmente com as soluções de acessibilidade vertical, detalhes de execução demons-

trando os serviços. Vistas de cada parede dos ambientes com detalhamento das camadas de revestimento e elementos de design e arremates.

- k) **Detalhamento de comunicação visual horizontal e vertical:** apresentando as soluções, o posicionamento, dimensões, tabelas de quantitativos e indicações descritivas dos serviços e detalhes execução dos serviços.
- l) **Detalhamento de esquadrias** com esquemáticos de funcionamento e detalhamento de montagem e execução.
- m) **Detalhamento de instalação e fixação de equipamentos mecânicos:** localização e dimensões dos equipamentos e espaços de utilização e manutenção.
- n) **Detalhamento de cobertura:** telhas, fixações, calhas, condutores e drenagem.
- o) **Detalhamento de execução de impermeabilizações** para cada situação diferenciada.

7.4.6. Modelo BIM

Especialmente para a modelagem da disciplina de Arquitetura, considera-se como principal referência o Caderno de especificações técnicas para contratação e projetos em BIM – Edificações, da Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística do Paraná. Assim, o Modelo deverá ser construído isoladamente, com necessária vinculação aos modelos dos projetos complementares, para o desenvolvimento como trabalho colaborativo. Deverá ser apresentado diretamente da plataforma aos analistas e fiscalização, e entregue em mídia, associado às demais pastas digitais do projeto.

E, com base nessa referência, o modelo deverá atender, ao menos, os seguintes requisitos:

- a) Todos os elementos do modelo deverão ser georreferenciados pelo sistema de coordenadas definido em conjunto com a disciplina de terraplanagem, topografia e o plano de execução de projeto. Também por sistema de eixos cartesiano e níveis em coordenação com as disciplinas complementares.
- b) A ser definido no plano de execução de projeto todas as paredes poderão ser modeladas em camadas – externas, núcleo e internas –, e serem identificadas separadamente, a fim de possibilitar a extração de quantitativos por camada. No entanto, a documentação do

projeto, ou seja, as pranchas impressas, deverá apresentar as paredes apenas com suas respectivas linhas externas, a fim de facilitar a leitura e compreensão do projeto em sua visualização 2D.

- c) As paredes que possuírem revestimentos, como porcelanato, por exemplo, deverão ser modeladas de forma que apresentem corretamente a altura e espessura de cada um dos materiais, possibilitando a extração correta da metragem quadrada da respectiva camada.
- d) Deve-se verificar que, em ambientes que possuem forro, a camada da parede que representa pintura, deverá ser modelada de forma que não atinja o elemento cobertura. Uma vez que a pintura será executada até a base inferior do forro, a modelagem gerada de forma incorreta pode, além de não representar a realidade construtiva, gerar impactos na extração de quantitativos.
- e) Paredes localizadas em diferentes pavimentos deverão ser modeladas de forma separada, uma vez que o modelo deverá seguir a lógica do processo construtivo.
- f) Todas as portas deverão ser classificadas como internas ou externas.
- g) Todas as portas de saídas de emergência deverão ser classificadas como tal para que sejam consideradas ao longo do cálculo de rotas de fuga.
- h) Todas as esquadrias deverão ter seus elementos detalhados e identificados nas suas diversas partes: folhas, batente, montantes, guarnições / alisares / molduras, ferragens e seus respectivos materiais de acordo com o LOD de cada fase e conforme a ser determinado no Plano de execução de projeto, mas deverão ser quantificados como elementos únicos, conforme a composição de orçamento.
- i) As nomenclaturas e áreas de todos os espaços deverão seguir as determinações do Programa de Necessidades, sobretudo quanto à nomenclatura dos espaços, para que, posteriormente, sejam validados de forma automatizada pelo software de checagem.
- j) Elementos que não possuem ferramentas específicas para suas modelagens podem ser gerados a partir de quaisquer outras ferramentas e ter sua classificação alterada posteriormente sempre buscando coerência com as etapas de planejamento, orçamentação da obra, sua identificação e classificação espacial.
- k) Os componentes padrão, como bacias sanitárias, por exemplo, pode ser importados diretamente das bibliotecas vinculadas aos softwa-

res de modelagem e ter suas configurações alteradas de acordo com as necessidades do usuário e conforme as diretrizes do plano de execução de projeto. Os componentes com inter-relacionamento com outras disciplinas também deverão ter sua propriedade definida no plano de execução de projeto.

- l) Todos os sistemas de circulação verticais, elevadores, escadas, rampas (com seus sistemas de corrimão) e quaisquer outros sistemas de transporte horizontais e verticais e seus respectivos dados de dimensionamento e características técnicas pertinentes conforme definido no plano de execução de projeto.
- m) A modelagem de equipamentos eletromecânicos deverá considerar as zonas de liberação para acessos, serviços, leituras de medidores, espaço livres exigidos pelas normas pertinentes e elementos operacionais que precisam de espaço de serviço. Estes espaços e áreas deverão ser modelados como transparentes ou sólidos translúcidos, nomeados e classificados em layers de modelo separados

a serem definidos no plano de execução do projeto e coordenados com os projetistas das disciplinas complementares e do coordenado de projeto.

- n) O projeto de interiores deverá ser incluído no modelo arquitetônico com todos os seus elementos incluindo gabinetes, mobiliário planejado e móvel, utensílios e equipamentos que fizerem parte do escopo do projeto.
- o) Sistemas de pisos, forros e tetos, deverão ter dimensões precisas, incluindo inclinações de forma coordenada com o modelo de estruturas e outras disciplinas complementares, para detalhamento e informações para embasamento dos documentos de construção, detalhamento 3D, quantitativos, planejamento, estimativas e análises.
- p) A modelagem de luminotécnica deverá apresentar os parâmetros de análise e definição dos equipamentos (luminárias e acessórios) em coordenação com o projeto de elétricas e demais disciplinas complementares.

7.4.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subesp.	LOD	Descrição
Ante-projeto	Arquitetura	2	<p>Os elementos de projeto estão georeferenciados, localizados e orientados com precisão em relação à origem definidos pelos marcos topográficos com malha de eixos e identificação dos níveis. Todos os elementos de modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões e forma. Também classificados e identificados</p> <p>As informações gráficas e não gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alinhamento, eixos de referência longitudinais e transversais de projeto; • Georeferenciamento e terreno; • Elementos estruturais advindos do modelo da disciplina de estrutura; • Paredes em camadas; • Identificação da sistuação das portas e janelas, funcionalidade, composição e materiais; • Nomenclatura e identificações conforme o programa arquitetônico; • Modelo dos elementos e sistemas de circulação horizontal e vertical; • Posicionamento de todos os equipamentos eletromecânicos e hidrosanitários; • Indicação de leiaute e modelos humanizados; • Localização dos pontos de iluminação artificial; • Superfícies e elementos de projeto e com volumes definidos com aplicação geral de materiais, dimensões e posicionamentos estabelecidos.

Fase do Projeto	Especialidade / Subesp.	LOD	Descrição
Ante-projeto	Arquitetura	2	<p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificação de elementos de esquadrias, nas suas partes: folhas, batente, montantes, guarnições / alisares / molduras, ferragens e seus respectivos materiais; • Informações gerais do empreendimento; • Informações de dimensionamento dos sistemas arquitetônicos e suas características construtivas; • Parâmetros de características técnicas e suas correlações com as disciplinas complementares correlatas; • Parâmetros das soluções de luminotécnica; • Parâmetros gerais de orçamentação e planejamento; <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo; • Elementos, componentes em condições para análises de desempenho e dos sistemas arquitetônicos; • Modelo para análise energética para definição dos sistemas de climatização; • Extração de documentação legal (aprovação e acompanhamento); • Avaliação de compatibilidade com os modelos das disciplinas complementares; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento);
Projeto Básico	Arquitetura	3	<p>Todos os elementos físicos de arquitetura formadores da construção deverão ter seus elementos modelados, georeferenciados, localizados e orientados com precisão em relação à origem definidos pelos marcos topográficos com malha de eixos e identificação dos níveis. Todos os elementos de modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões e forma. Também classificados e identificados.</p> <p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alinhamento, eixos de referencia longitudinais e transversais de projeto; • Georeferenciamento e terreno; • Elementos estruturais advindos do modelo da disciplina de estrutura; • Modelagem das paredes em camadas com identificação separadas para quantificação precisa conforme composição de orçamento; • Identificação das partes das portas, funcionalidade, composição e materiais, quantificação conforme composições do orçamento; • Identificação dos elementos de esquadrias, nas suas partes: folhas, batente, montantes, guarnições / alisares / molduras, ferragens e seus respectivos materiais, quantitativos conforme composições de orçamento; • Nomenclatura e identificações conforme o programa arquitetônico e anotação de todos os padrões de acabamento por ambientes, quantitativos conforme composição do orçamento; • Modelagem de todos os elementos e sistemas de circulação horizontal e vertical e suas características construtivas, e quantitativos conforme composição de orçamento; • Posicionamento de todos os equipamentos eletromecânicos e hidrosanitários e suas correlações com as disciplinas complementares correlatas e quantitativos conforme composição do orçamento; • Identificação de mobiliário planejado fixos e móveis, gabinetes, utensílios e equipamentos que fizerem parte do escopo do projeto e quantitativos conforme composição do orçamento;

Fase do Projeto	Especialidade / Subesp.	LOD	Descrição
Projeto Básico	Arquitetura	3	<ul style="list-style-type: none"> Identificação das luminárias com definição dos tipos, lampadas, posicionamento nos ambientes e quantitativos conforme composição do orçamento; Superfícies e elementos de projeto e com volumes definidos com aplicação geral de materiais, dimensões e posicionamentos estabelecidos e quantitativos conforme composição do orçamento; Tabelas de quantitativos, que incluem as características técnicas dimensionais de todos os elementos, conforme composição do orçamento para a obra; <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Informações gerais do empreendimento; Informações de dimensionamento dos sistemas arquitetônicos; Informações de execução, montagem, fabricação e instalação de todos os serviços a serem executados dos sistemas de arquitetura; Parâmetros de características técnicas; Parâmetros específicos de orçamentação e planejamento; <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo, conforme composição do orçamento; Extração de documentação, desenhos técnicos com informações suficientes para execução da obra sem gerar dúvidas; Confirmação de compatibilidade com os modelos das disciplinas complementares; Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento) em conformidade com os parâmetros de orçamentação;
Projeto Executivo	Arquitetura	4	<p>Inclui toda a descrição do LOD 3 acrescentando as seguintes:</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Modelagem detalhada de todos os elementos construtivos e componentes necessários para fabricação, execução, instalação e montagem dos sistemas de arquitetura conforme os parâmetros de planejamento e orçamento para a obra; Tabelas de quantitativos precisas, que incluem as características técnicas dimensionais, localização e orientação de todos os elementos, conforme os parâmetros de planejamento e orçamentação para a obra; Modelagem completa do canteiro de obras com quantitativos precisos inclusive movimentação de equipamentos e de espaços funcionais, conforme os parâmetros de planejamento e orçamentação para a obra; Documentação de execução dos serviços (especificações, normas etc). <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Referências de fabricantes;
As Built	Arquitetura	5	A descrição do LOD 4 incluindo as informações construtivas da obra conforme foi executada.

7.4.7. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- a) Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- b) Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

7.4.7.1. Levantamento Tradicional

No caso específico de Arquitetura, os quantitativos de materiais e serviços podem ser agrupados nas seguintes seções:

- a) Serviços preliminares;
- b) Paredes e sistemas de vedação;
- c) Sistemas de esquadrias;
- d) Acabamentos com vidros e plásticos;
- e) Sistemas de cobertura e fechamento lateral;
- f) Bases e revestimentos de pisos, paredes e de forro;
- g) Preparação de base e pinturas;
- h) Mantas termoacústicas;
- i) Sistemas de impermeabilização;
- j) Acabamentos de arremates;
- k) Equipamentos e Acessórios para todos os ambientes;
- l) Sistemas de Comunicação Visual;
- m) Específicos de arquitetura de interiores;
- n) Disposição final;
- o) Ensaio e inspeções; e
- p) Manual de operação e conservação da edificação.

7.4.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos e características técnicas deverá ser executada preferencialmente de forma direta do modelo de arquitetura e ter exata correlação com as tabelas geradas para as pranchas de desenho. Para tanto é fundamental que os elementos estejam devidamente classificados e categorizados

para os sistemas de arquitetura conforme os parâmetros de planejamento, de orçamento e devidamente orientados pelo plano de execução de projeto. Deverá ser garantida a precisão, a consistência, a rastreabilidade e a agilidade de acessos às informações.

Todos os itens descritos no tópico 7.2.1.4 Especificações técnicas deverão ter seu correlato na quantificação e nas unidades da mesma forma que o levantamento tradicional e é de responsabilidade dos projetistas garantir a interdependência de todos os documentos técnicos com o planejamento e orçamento da obra.

À CONTRATADA é facultada a modelagem de componentes que não os exigidos neste Manual. Contudo, os quantitativos que não puderem ser levantados de forma automática deverão ser apresentados em forma tradicional e, ainda, retornar ao modelo, via software de integração, para fins de planejamento e orçamentação nas simulações.

7.4.8. Referências

ABNT NBR ISO/CIE 8995– Iluminação de ambientes de trabalho.

AsBAI - Associação Brasileira de Arquitetura de Iluminação. Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Luminotécnica: 1ª Edição.

ASBEA: Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. Manual de escopo de projetos e serviços de Arquitetura e Urbanismo.

CBIC: Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Desempenho de Edificações Habitacionais: Guia Orientativo para Atendimento à Norma ABNT NBR 15575. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC. Brasília, 2016.

Guia ASBEA Boas Práticas em BIM. [s.l.]: ASBEA, 2015.

Instrução Normativa N°01, de 19 de janeiro de 2010; do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

NBR 10151 – Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando ao conforto da comunidade – Procedimento.

- NBR 10152 – Níveis de ruído para conforto acústico - Procedimento.
- NBR 11174 – Armazenamento de resíduos – classe II.
- NBR 12179 – Tratamento acústico em recintos fechados -Procedimento.
- NBR 12235 – Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – procedimentos.
- NBR 12284 – Áreas de vivência em canteiros de obras.
- NBR 12807 – Resíduos de serviços de saúde – Terminologia.
- NBR 13434 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico.
- NBR 14273 – Acessibilidade da pessoa portadora de deficiência no transporte aéreo comercial
- NBR 15215-1 – Iluminação natural- Conceitos básicos e definições.
- NBR 15215-2 – Iluminação natural- Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural.
- NBR 15215-3 – Iluminação natural- Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos.
- NBR 15215-4 – Iluminação natural- Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações - Método de medição.
- NBR 15220 – Desempenho térmico de edificações.
- NBR 15575 – Edificações habitacionais — Desempenho.
- NBR 16636 – Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos.
- NBR 5671– Participação dos intervenientes em serviços e obras de engenharia e arquitetura.
- NBR 6492 – Representação de projetos de arquitetura.
- NBR 7195 – Cores para segurança.
- NBR 8572 – Fixação de valores de redução de nível de ruído para tratamento acústico de edificações expostas ao ruído aeronáutico - Procedimento.
- NBR 8843 – Aeroportos – Gerenciamento de resíduos sólidos.
- NBR 9050 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.
- NBR 9077 – Saídas de emergência em edifícios.
- NBR 9386 – Plataformas de elevação motorizadas para pessoas com mobilidade reduzida.
- NBR NM 313 – Elevadores de passageiros.
- NR 17 – Ergonomia.
- NR 18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção.
- PARANÁ. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Caderno BIM: Coletânea de Cadernos Orientadores, Curitiba: SEIL/PR, 2018. V.4.
- RBAC nº 154 ANAC – Projeto de Aeródromos.
- RDC da ANVISA – Regulamentação dos procedimentos de análise, avaliação e aprovação dos projetos físicos de estabelecimentos de saúde no Sistema Nacional de Vigilância Sanitária.
- RDC da ANVISA – Regulamento Técnico de Boas Práticas Sanitárias no Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas áreas de Portos, Aeroportos, Passagens de Fronteiras e Recintos Alfandegados.
- RDC da ANVISA - Regulamento Técnico para a Autorização de Funcionamento e Autorização Especial de Funcionamento de Empresas interessadas em operar a atividade de armazenar mercadorias sob vigilância sanitária em Terminais Aquaviários, Portos Organizados, Aeroportos, Postos de Fronteira e Recintos Alfandegados, bem como as Boas Práticas de Armazenagem
- RDC da ANVISA - Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde.
- Resolução CFMV - Conceitua e estabelece condições para o funcionamento de Estabelecimentos Médico-Veterinários de atendimento a animais de estimação de pequeno porte e dá outras providências.

- Resolução CONAMA - Dispõe sobre as cargas deterioradas, contaminadas, fora de especificação ou abandonadas como fontes potenciais de risco para o meio ambiente.
- Resolução CONAMA - Resolução o estabelecimento de parâmetros, definições e limites referentes às Áreas de Preservação Permanente.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Infraestrutura. Instruções para elaboração de projetos Arquitetônicos de Edificação.
- SEAP - Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio. Manual de obras públicas -Edificações 2020.

7.5. Urbanismo

7.5.1. Introdução

O projeto de Urbanismo consiste no desenvolvimento de soluções técnicas para definir e disciplinar as soluções dos elementos de urbanismo em relação a organização espacial, e ao atendimento dos requisitos elaborados no programa de necessidades do empreendimento em consonância ao conjunto de edificações e suas conexões com a localidade e a malha urbana.

No desenvolvimento, é importante a observância das prerrogativas de acessibilidade no atendimento às normas ABNT NBR 9050 e NBR14273, quanto aos parâmetros técnicos das diversas condições de mobilidade e de percepção do ambiente externo e quanto aos auxílios necessários a serem previstos para propiciar a utilização com segurança e de maneira autônoma nos diversos espaços.

Delimitar as áreas técnicas de serviço, de acesso restrito e de circulação caracterizando e dando atendimento as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros e normas de segurança.

O atendimento deverá percorrer a multidisciplinaridade na geração de demandas para as outras disciplinas de projeto e atender às demandas de decorrência de normativas dessas outras disciplinas e legislações locais.

A compreensão das prerrogativas definidas na NBR 5671 quanto à participação de cada interveniente para os serviços a serem desenvolvidos e sua consonância ao contrato firmado para execução dos trabalhos de projeto.

Todos os trabalhos deverão seguir a NBR 6492 quanto à representação gráfica técnica e relações de escalas como condições mínimas para a boa compreensão dos projetos, podendo ser ampliada em função das novas tecnologias digitais que deverão seguir o mesmo princípio de trazer a melhor compreensão das soluções propostas.

Os elementos de iluminação pública devem atender minimamente aos parâmetros da NBR 5101 quanto aos critérios e requisitos qualitativos de projeto, tais como índices mínimos de iluminância e uniformidade para as áreas de utilização de pedestres, faixas de pedestres, ciclovias e demais áreas que não tenham ocupação de veículos ou que gerem conflitos entre pedestres e veículos.

Os sistemas de comunicação visual e sinalizações deverão atender às normas de acessibilidade supracitadas, como estabelecer linguagem apropriada à identidade do empreendimento.

As sinalizações horizontais e verticais urbanas, assim como as geometrias adequadas para as vias de acesso e conexões com a malha urbana, deverão atender às normas descritas nos Manuais DNIT e legislação local.

Os projetistas deverão trabalhar em colaboração com especialistas das áreas de infraestrutura e estabelecer os limites de cada disciplina e a correlação de apresentação e vinculação dos projetos, deixando claras as respectivas responsabilidades.

O projeto dos pavimentos do arruamento deverá obedecer às diretrizes dos códigos locais e Manual de estudo de tráfego do DNIT quanto ao dimensionamento e análise de fluxo de veículos e acessos, como também às normas da ABNT, como a NBR 15486 sobre a segurança no tráfego e NBR 16636 sobre a projetos arquitetônicos e urbanísticos.

Os sistemas de pavimentação deverão obedecer aos processos, dimensionamento, execução e acabamento, com alinhamento ao tópico de pavimentação deste Manual, bem como às normas DNIT e ABNT para embasar as análises de escolha das soluções e seus dimensionamentos.

O projeto de paisagismo deve considerar, como elementos principais, a vegetação, a terra, a morfologia do terreno, a água, os equipamentos de lazer, o mobiliário urbano, a circulação, os passeios e a iluminação que deverão ser projetados conforme as diretrizes estabelecidas nos estudos de viabilidade, em consonância com os códigos locais e ambientais.

A observância do bioma local nas escolhas da vegetação de composição paisagística deverá ser prerrogativa de projeto, garantindo a melhor adaptação e baixa manutenção.

Entregável
Memorial Descritivo
Especificação Técnica
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Modelo BIM
Representações Gráficas
Planilha de Serviços
Memorial de Quantificação

7.5.2. Memorial Descritivo

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Mapa dos responsáveis técnicos: Listar todos os responsáveis técnicos pelos projetos, identificando os respectivos números das Anotações de Responsabilidade Técnica - ART ou dos Registros de Responsabilidade Técnica - RRT, com alinhamento ao PEB.
- Referências normativas: Listar normas ou códigos específicos adotados nos projetos.
- Documentos de referência: Registrar documentos obtidos, levantamentos técnicos, georreferenciamento, legislações aplicáveis, normas, bibliografia que foram utilizados para elaboração do projeto.
- Peculiaridades: Demonstrar a flexibilidade do partido e a capacidade do projeto dos elementos de urbanismo e paisagismo de absorver as demandas previstas, apresentar os requisitos e condicionantes técnicos/legais, de contexto onde a obra se insere, mostrar a representatividade dos meios e sistemas construtivos disponíveis e as mudanças ao longo do tempo, apresentar as possibilidades de crescimento ou retração do empreendimento, a capacidade de se apresentar compatível com as estimativas de custo, identificação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados, com as respectivas justificativas.
- Concepção final adotada:- Relação dos espaços externos com suas respectivas áreas e suas relações de funcionalidade com as conexões urbanas e com os edifícios do empreendimento, também a conexão com o modal aeronáutico e determinantes urbanísticos, outros modais, acessos, paisagísticos e apresentação de conformidade dos índices urbanísticos.
- Organização e fluxos de utilização considerados, a relação do projeto com o local e seu programa de construção, descrição da implantação geral e capacidade de flexibilização de uso dentro do programa original.
- Aspectos do projeto que minimizarão os custos de energia, mobilidade e manutenção.
- Sistemas de controle e automação para as áreas externas, segurança funcional, dimensional e patrimonial para as áreas externas.
- Projeção de vida útil do empreendimento e vertentes de crescimento para possíveis ampliações.
- Materiais e técnicas construtivas: Durabilidade dos sistemas e equi-

pamentos urbanos com aplicação adequada dos materiais também quanto a sua capacidade de envelhecimento, segurança, resistência a intempéries, técnicas construtivas adequadas à indústria da construção, materiais e mão-de-obra locais, condições econômicas do empreendimento, funcionalidade pretendida, facilidade de execução, conservação e manutenção, possibilidade de padronização, drenagem e absorção do solo.

- k) Compatibilização com outras disciplinas: Previsão de passagens e pontos de utilização de equipamentos e instalações de infraestrutura, tratamento visual de todos os sistemas urbanos e redes.
- l) Descrição geral dos sistemas e elementos urbanização (não tratados na infraestrutura): Revestimentos, acabamentos e arremates, impermeabilizações ou revestimentos impermeabilizantes, pinturas, equipamentos urbanos; paisagismo e mobiliários urbanos, luminotécnica externa; comunicação visual, sistema viário e pavimentação.

7.5.3. Especificação Técnica

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Equipamentos Urbanos: local da aplicação, solicitação de uso, características técnicas dos materiais e componentes, procedimentos de montagem e sequência de operações, procedimentos de fixação quando houver, referência de modelo e linha de 3 (três) fabricantes equivalentes, aspecto e desempenho final, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição.
- b) Impermeabilizações ou revestimentos impermeabilizantes: Local da aplicação, indicação da superfície, tipo e características dos materiais a serem utilizados, procedimentos do serviço a executar (preparo da superfície, aplicação e arremates), aspecto e desempenho final, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição.
- c) Pisos: Local da aplicação; solicitação de uso, tipos de materiais, indicando sempre que possível a sua procedência, procedimentos, dimensões, cor e demais características físicas dos elementos especificados, referidos a um padrão, procedimentos de aplicação e composição geométrica, acabamento, arremates e aspecto final, dados referentes a serviços complementares de drenagem, irrigação e outros, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição.

- d) Elementos construtivos (muros, divisórias de canteiros, floreiras, tanques, bancos, equipamentos e outros): Local de instalação, solicitação de uso, tipos de materiais constituintes e sua procedência, características físicas dos materiais especificados, qualidade ou estado dos materiais principalmente em se tratando de reaproveitamento, procedimentos de aplicação e montagem, acabamentos, arremates e aspecto final, dados referentes a serviços, drenagem, irrigação e outros, correlação com serviços complementares de impermeabilização descritos em itens anteriores, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição.
- e) Pinturas: Local da aplicação, indicação da superfície onde será aplicada e qual o preparo da base, características técnicas das tintas de fundo e acabamento, método de aplicação, aspecto e desempenho final, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição.
- f) Preparo do solo para plantio: Local de aplicação, correlação com as plantas, terra de plantio: características físicas e espessura mínima, corretivos e adubos químicos e orgânicos a serem incorporados à terra de plantio; especificação dos implementos necessários à execução dos serviços; Especificação dos procedimentos necessários ao preparo do solo para plantio: limpeza, destorroamento, acerto da superfície, locação, dimensionamento das covas, para árvores e arbustos, forma de incorporação de adubos e outros, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição.
- g) Plantio: Classificação das espécies vegetais por extratos – vegetação arbórea, arbustiva e herbácea, através de indicação, para cada espécie, de nome científico e popular, indicação de altura mínima para árvores, arvoretas e arbustos, indicação de densidade por área para as espécies herbáceas, exigências quanto ao estado fitossanitário das espécies vegetais, exigências e características de fornecimento, tais como estado das raízes, acondicionamento, tipo de transporte e tipo de drenagem. Processo de plantio com indicação, desde que possível, da época climaticamente mais favorável ao plantio. Processo de plantio com indicação de medidas de proteção complementares, tais como colocação de tutores, proteção dos troncos por engradado, palha ou outros, e irrigação até a pega. Processo de plantio com indicação do trato fitossanitário de controle de insetos, fungos, vírus e outros, por processos biológicos, físicos ou químicos. A especificação neste sentido deve ser criteriosa, tendo em vista que os

- processos mais eficazes a curto prazo - controle químico - poderão ter reflexos negativos no decorrer do tempo, pelo acúmulo de materiais indesejáveis na planta ou solo.
- h) Vistoria periódica do plantio: Estabelecer uma vistoria periódica para controle de praga e doenças. Processos de manutenção necessários até a pega das mudas: irrigação com indicação do prazo necessário e periodicidade, em função da pega das mudas, adubação de cobertura, conforme especificação por tipo de planta, podas, reposições ou correção de falhas. Composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição.
 - i) Outros elementos: Projetos de irrigação, drenagem e escoamentos deverão ser relacionados aos projetistas de hidráulica e de águas pluviais ou abrir novos itens nesta área de paisagismo seguindo a lógica de especificações destes e/ou descritas pelas disciplinas de hidráulica e águas pluviais. Iluminação deverá ser tratado em luminotécnica e a parte de infra de elétrica no projeto de instalações elétricas. Outros elementos aqui não tratados deverão ser especificados conforme a lógica e itens aqui apresentados ou nas disciplinas afins. Sempre indicar a composição orçamentária, unidade de quantificação e os critérios de medição.
 - j) Iluminação Viária: Luminárias - fabricação, perfil de utilização, dimensões, acabamentos, resistência à choques e umidade, tipo de fixação; tipos de lâmpadas utilizadas nas luminárias, desempenho luminotécnico indicando rendimento, controle de luminância e abertura do fecho luminoso; Lâmpadas - tipo, fabricação, potência, tensão de rede, fluxo luminoso, abertura e intensidade do fecho luminoso, temperatura de cor, índice de reprodução de cor, vida útil; Reatores - tipo e fabricação, número de lâmpadas, tensão de rede V, fator de potência, fator de fluxo, perdas e vida útil.
 - k) Certificação e de elementos de urbanismo: especificar quais operações e procedimentos de testes e ensaios devem ser realizados para garantir que os elementos operem de acordo com projeto e em atendimento aos requisitos das Normas Técnicas e de Segurança. Especificar também os treinamentos de operação e manutenção in loco que deverão ser realizados com a equipe de operação e manutenção.

7.5.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

O Memorial de cálculo e dimensionamento deverá apresentar:

- a) Referência normativa e processo de dimensionamento dos espaços e componentes urbanísticos.
- b) Estudo solar, ventos, relações geográficas, comportamento e aspectos necessários para estabelecer os critérios de dimensionamentos sistemas urbanos e paisagísticos.
- c) Estudo dos níveis de ruídos, com critérios de embasando decisões de implantação.
- d) Estudos pluviométricos da região para dimensionamento das redes de drenagem aéreas e enterradas (possível relação com projeto de águas pluviais do profissional de projetos hidrossanitário);
- e) Estudo e dimensionamento luminotécnico externo: requisitos luminotécnicos do projeto, objetivos e expectativas de atendimento do projeto, recursos tecnológicos considerados no dimensionamento, cálculo de luminância de todo o empreendimento, condições e relações para as soluções contra ofuscamento, índices de atendimento inclusive de reprodução de cores, bioma local, com reconhecimento do extrato vegetal e identificação de soluções paisagísticas com baixa manutenção e de possíveis áreas de preservação.
- f) Dimensionamento viário: cálculo de fluxo de mobilidade urbana, cálculo e dimensionamento de capacidade de atendimento de estacionamentos frente ao fluxo estimado, dimensionamento dos espaços dos modais de transporte e capacidade de atendimento frente ao fluxo estimado; dimensionamento geométrico de vias e passeios, escolha e dimensionamento de pavimentação.

7.5.5. Representações Gráficas

7.5.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Modelo geral do empreendimento
Caderno de apresentação de projeto
Implantação geral com locação
Perspectivas gerais e individuais

Entregável

Implantação com as soluções de acessibilidade

Plantas dos sistemas e elementos de urbanismo

O Anteprojeto deve apresentar em plantas, soluções aprovadas e de compatibilização.

- Modelo geral do empreendimento**, volumes das edificações e características dos elementos de urbanismo, arruamento, compatibilização com os anteprojotos das diversas disciplinas.
- Caderno de apresentação de projeto** com imagens: renderização Geral do empreendimento; apresentação das vias e espaços e as soluções de funcionalidade com imagens; apresentação dos conceitos de Comunicação Visual externa; apresentação dos conceitos de paisagismo; imagens humanizadas.
- Implantação geral com locação**, dimensões e soluções de acessibilidade.
- Perspectivas gerais e individuais** para contextualização e localização das edificações e elementos de urbanismo e outros sistemas.
- Implantação com as soluções de acessibilidade**, vias de acesso e espaços de conexão com outros modais de transporte.
- Plantas dos sistemas e elementos de urbanismo** com indicação dos materiais de construção, acabamento e dimensões, principalmente com as soluções de acessibilidade horizontal e vertical.

7.5.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável

Modelo geral do empreendimento

Implantação geral com locação

Implantação geral Iluminação

Implantação para indicação dos materiais de construção

Entregável

Plantas dos sistemas e elementos de urbanismo

Plantas de Paisagismo

Desenho de cortes e perfiz com indicação dos materiais de construção

Esquemáticos de comunicação visual horizontal e vertical

Plantas com as soluções de acessibilidade

Planta sistemas de drenagem

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Modelo geral do empreendimento**: com elementos de urbanismo, arruamento, compatibilizado com as diversas disciplinas, sendo que todos os elementos apresentados em tabelas de quantitativos nos desenhos deverão ter suas quantidades equivalentes às das planilhas do orçamento e representar a totalidade dos itens a serem executados.
- Implantação geral com locação**: com dimensões das soluções de paisagismo.
- Implantação geral Iluminação**: com os pontos e direcionamento da luminotécnica de arruamento, passeios e de destaque de paisagismo.
- Implantação para indicação dos materiais de construção**: acabamento, dimensões e principalmente com as soluções de impermeabilização.
- Plantas dos sistemas e elementos de urbanismo**: com indicação dos materiais de construção, acabamento e dimensões e, principalmente, com as tabelas de quantitativos e indicações descritivas dos serviços.
- Plantas de Paisagismo**: com indicação dos materiais, espécies, acabamento e dimensões e, principalmente, tabelas de quantitativos e indicações descritivas dos serviços.
- Desenho de cortes e perfiz com indicação dos materiais de construção**: com acabamento e dimensões, tabelas de quantitativos e indicações descritivas dos serviços.
- Esquemáticos de comunicação visual horizontal e vertical**, com soluções, dimensões, posicionamento, tabelas de quantitativos e in-

- dicações descritivas dos serviços.
- i) **Plantas com as soluções de acessibilidade** para as diversas áreas.
 - j) **Planta dos sistemas de drenagem:** indicação de calhas, condutores e drenagem superficial e rede.

7.5.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Modelo geral do empreendimento
Desenhos de implantação
Perspectivas gerais e individuais
Implantação de arruamento e passeios e detalhes de execução
Implantação de paisagismo e detalhes de execução
Implantação de elementos de urbanismo e acessibilidade e detalhes de execução
Implantação de luminotécnica e detalhes de execução
Detalhamento de execução de impermeabilizações
Detalhamento de instalação e fixação de equipamentos mecânicos
Desenho de cortes, perfil e detalhamento dos elementos de urbanismo
Detalhamento executivo sistemas de drenagem

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Modelo geral do empreendimento:** volumes das edificações e características de todos os elementos de urbanismo, compatibilizado com os anteprojetos das diversas disciplinas complementares. Todos os desenhos e vistas que serão a documentação técnica do projeto executivo deverá ser proveniente dos modelos tridimensionais.
- b) **Desenhos de implantação:** Orientação com Norte verdadeiro e as geratrizes de implantação e locação, terreno, limites e característi-

- cas planialtimétricas compreendendo medidas e ângulos dos lados e curvas de nível, e localização de árvores, postes, hidrantes e outros elementos construídos, existentes. Detalhamento de áreas de corte e aterro, com a localização e indicação da inclinação de taludes e arrimos. Localização geral dos elementos principais.
- c) **Perspectivas gerais e individuais:** para contextualização e localização das edificações e elementos de urbanismo e outros sistemas.
- d) **Implantação de arruamento e passeios e detalhes de execução:** Localização de todos os elementos externos, como: acessos, pátios, canteiros, estacionamentos, portões, rampas. Para indicação dos materiais de construção, acabamento e dimensões, caimentos, geometria, sinalização e detalhes de execução.
- e) **Plantas de paisagismo e detalhes de execução:** com indicação dos materiais, indicação das espécies, acabamento e dimensões e principalmente com as tabelas de quantitativos e indicações descritivas dos serviços e detalhes de execução.
- f) **Implantação elementos de urbanismo e acessibilidade e detalhes de execução:** Localização de todos os elementos externos, como: acessos, pátios, canteiros, estacionamentos, portões, rampas com elementos de acessibilidade. Para indicação dos materiais de construção, acabamento e dimensões, caimentos, geometria, sinalização e detalhes de execução, principalmente com as soluções de acessibilidade horizontal e vertical e detalhes de execução.
- g) **Plantas com as indicações de luminotécnica e detalhes de instalação:** indicação dos equipamentos para os arruamentos, passeios e de destaque de paisagismo, com tabelas de quantitativos e indicações descritivas dos serviços e detalhes de instalação.
- h) **Detalhamento de execução de impermeabilizações;** para cada situação diferenciada.
- i) **Desenho de cortes, perfil e detalhamento dos elementos de urbanismo** com detalhamento das camadas de revestimento e elementos de design e arremates.
- j) **Detalhamento de instalação e fixação de equipamentos mecânicos.**
- k) **Detalhamento dos sistemas de drenagem:** detalhamento de fixações, calhas, condutores e drenagem superficial e rede

7.5.6. Modelo BIM

O Modelo BIM do projeto de Urbanismo deverá ser construído e integrado às demais disciplinas do projeto por meio do modelo federado e nos momentos de trabalho colaborativo entre as diversas disciplinas principalmente as disciplinas de infraestrutura, meio ambiente e redes.

Também deverá dar suporte para o desenvolvimento desses projetos e ter seu desenvolvimento em função do trabalho colaborativo com as equipes de gestão, fiscalização e de projeto.

Deverá ser apresentado diretamente da plataforma aos analistas e fiscalização e entregue em mídia associado às demais pastas digitais do projeto.

Deverá atender ao menos os seguintes requisitos:

- a) Todos os levantamentos passíveis de representação gráfica deverão ser georreferenciados pelo sistema de coordenadas definido em conjunto com a disciplina de terraplanagem, topografia de forma a auxiliar e fundamentar o plano de execução de projeto.
- b) Todos os elementos do modelo deverão ser georreferenciados pelo sistema de coordenadas definido em conjunto com a disciplina de terraplanagem, topografia e o plano de execução de projeto. Também por sistema de eixos cartesianos e níveis em coordenação com as disciplinas complementares.
- c) Todas as entidades com informação a ser agregada e com características próprias deverão ser modeladas de forma a serem identificadas separadamente, a fim de possibilitar a extração de quantitativos conforma a sua especificidade.
- d) Elementos construtivos a serem representados deverão seguir as diretrizes das disciplinas a eles inerentes conforme suas características acrescidas das informações.
- e) As nomenclaturas e áreas de todos os espaços deverão seguir as determinações do plano de modelagem da informação, sobretudo quanto à nomenclatura dos espaços, para que, posteriormente, sejam validados de forma automatizada pelo software de checagem

com também receber os parâmetros de numeração e classificação conforme NBR 15965.

- f) Os elementos do modelo deverão receber parâmetros de numeração e classificação conforme NBR 15965.
- g) Elementos que não possuem ferramentas específicas para suas modelagens podem ser gerados a partir de quaisquer outras ferramentas e ter sua classificação alterada posteriormente sempre buscando coerência com as etapas de planejamento, orçamentação da obra, sua identificação e classificação espacial.
- h) Os componentes padrão modelados por terceiros, por exemplo: produzidas por fabricantes, podem ser importados diretamente das bibliotecas vinculadas aos softwares de modelagem e ter suas configurações alteradas de acordo com as necessidades do usuário e conforme as diretrizes do plano de execução de projeto. Os componentes com inter-relacionamento com outras disciplinas também deverão ter sua propriedade definida no plano de execução de projeto.
- i) A modelagem de equipamentos eletromecânicos deverá atender aos estudos de análise energética e atender às diretrizes de eficiência estabelecidas e aceitas como adequadas ao empreendimento, tanto no atendimento à legislação de meio ambiente quanto às diretrizes estabelecidas na contratação.
- j) A análise de ciclo de vida dos materiais com o uso da tecnologia BIM é recomendada para atendimento às exigências estabelecidas nas contratações e deverão ser apresentados os métodos e processos empregados a serem seguidos no plano de execução de projeto.
- k) Modelagem do canteiro de obras, dimensionamento, instalações provisórias e movimentação de equipamentos com a demonstração dos impactos e os trabalhos de recuperação e compensação, conforme plano de execução de projeto.
- l) A demonstração dos impactos e as diretrizes de recuperação de áreas e as compensações ambientais deverão ser demonstradas nos modelos de forma a dar subsídios e sustentação às disciplinas técnicas de infraestrutura, edificações e planejamento.

7.5.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Urbanismo	2	<p>Os elementos de levantamento e de projeto deverão estar georreferenciados e localizados com precisão em relação à origem em função de estarem baseados em topografia.</p> <p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volumetria dos elementos passíveis de quantificação e integração de informações qualitativas; • Correlação com mapas; • Superfícies de projeto e de volumes sincronizadas com os corredores da modelagem; • Corredor tridimensional da terraplanagem consistente com as seções transversais. <p>O modelo deve permitir a estimativa de volumes de serviços de terraplanagem. As informações qualitativas e permitir links com as diretrizes ambientais.</p>
Projeto Básico	Urbanismo	3	<p>Todos os elementos gráficos do LOD 2 e ainda: As informações gráficas: Fases do projeto.</p> <p>E as seguintes informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificador exclusivo do componente de construção ou de demolição conforme padrão deste Manual e a indicação das ações de mitigação e compensação; • Interferências com outras disciplinas. Concomitância a topografia e os projetos de terraplanagem e urbanismo; • Tipos de componentes ou de materiais nas superfícies, nos perfis e nas seções tipo • Materiais (solos, corte, aterro, camada vegetal). • Dados referentes à data e responsáveis pelo levantamento topográfico, nuvem de pontos, ortofoto. • Dados referentes à data e responsáveis pela modelagem da terraplanagem. • Modelagem dos sistemas e elementos de urbanismos e paisagismos <p>O modelo deve permitir a extração precisa de volumes de serviços do empreendimento e suas relações com as ações de mitigação de impacto e compensações ambientais.</p>
Projeto Executivo	Urbanismo	4	<p>Todos os elementos gráficos do LOD 2 e ainda: A descrição do LOD 3 incluindo as seguintes informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Componentes necessários para a implantação e execução no campo. • Documentação de execução dos serviços (especificações, normas, e legislações aplicáveis). • Modelagem de todos os elementos de urbanismo e paisagismo. <p>O modelo deve permitir a extração precisa de volumes de serviços do empreendimento e suas relações com as ações de mitigação de impacto e compensações ambientais.</p>
As Built	Urbanismo	5	<p>A descrição do LOD 4 incluindo as informações construtivas e o acompanhamento das ações de mitigação de impacto e compensações ambientais;</p>

7.5.7. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- a) Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- b) Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

7.5.7.1. Levantamento Tradicional

No caso específico de Urbanismo, os quantitativos de materiais e serviços podem ser agrupados nas seguintes seções:

- a) Bases e revestimentos de pisos.
- b) Preparação de base e pinturas.
- c) Sistemas de impermeabilização.
- d) Equipamentos e Acessórios urbanos.
- e) Sistemas de Comunicação Visual.
- f) Paisagismo.
- g) Sistemas viário.
- h) Disposição final.
- i) Ensaio e inspeções.
- j) Manual de operação e conservação dos elementos de urbanismo.

7.5.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos e características técnicas deverá ser executada, preferencialmente, de forma direta dos modelos e ter exata correlação com as tabelas geradas para as pranchas de desenho.

Para tanto, é fundamental que os elementos estejam devidamente classificados e categorizados para os sistemas abordados conforme os parâmetros de planejamento, de orçamento e devidamente orientados pelo plano de execução de projeto. Deverá ser garantida a precisão, a consistência, a rastreabilidade e a agilidade de acessos às informações.

Todos os itens descritos nos tópicos de Especificações técnicas deverão ter seus correlatos na quantificação e nas unidades, da mesma forma que o levan-

tamento tradicional, sendo de responsabilidade dos projetistas garantir a interdependência de todos os documentos técnicos com o planejamento e orçamento da obra.

À CONTRATADA é facultada a modelagem de componentes que não os exigidos neste Manual. Contudo, os quantitativos que não puderem ser levantados de forma automática deverão ser apresentados em forma tradicional e, ainda, retornar ao modelo, via software de integração, para fins de planejamento e orçamentação nas simulações.

7.5.8. Referências

Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC. Brasília, 2016.

Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. [s.l.]: AsBEA, 2015.

ISO 14001 – Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso.

NBR 13434 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico.

NBR 14273 – Acessibilidade da pessoa portadora de deficiência no transporte aéreo comercial.

NBR 15486 – Segurança no tráfego.

NBR 16636 – Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos.

NBR 5101 – Iluminação pública.

NBR 5671 – Participação dos intervenientes em serviços e obras de engenharia e arquitetura.

NBR 6492 – Representação de projetos de arquitetura.

NBR 9050 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

NBR ISO 37120 – Desenvolvimento sustentável de comunidades — Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida.

- PARANÁ. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Caderno BIM: Coletânea de Cadernos Orientadores, Curitiba: SEIL/PR, 2018. V.4.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Infraestrutura. Instruções para elaboração de projetos Arquitetônicos de Edificação.
- SEAP - Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio. Manual de obras públicas -Edificações 2020.

7.6. Estruturas

O Projeto de Estruturas consiste no desenvolvimento de soluções técnicas para suporte estrutural das edificações, equipamentos e cargas que comporão o rol de necessidades do sítio aeroportuário. Todas as edificações aeroportuárias deverão ter seus projetos de estruturas.

O Projeto Estrutural deverá ser elaborado em conformidade com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, e demais normas estrangeiras citadas neste manual, e/ou de renome internacional pertinentes à tipologia estrutural adotada.

Na análise estrutural deve ser considerada a influência de todas as ações que possam produzir efeitos significativos à estrutura, levando-se em conta os estados limites últimos e de serviço.

É de responsabilidade do projetista conhecer todas as instalações e utilidades a serem implantadas, que sejam condicionantes na escolha e dimensionamento do esquema estrutural.

O projetista deve, ainda, conhecer a flexibilidade de utilização desejada no projeto arquitetônico, para que eventuais alterações de distribuição interna não venham a ser inviabilizadas por questões estruturais, conhecer as possibilidades futuras de ampliação de área e alteração de utilização da edificação, conhecer o prazo fixado para a execução da obra.

O projetista desenvolverá o projeto estrutural, após estudar as diversas opções de estruturas, analisar as vantagens e desvantagens de cada uma, sob o ponto de vista de viabilidade técnica, econômica e de execução.

Para desenvolvimento do projeto as seguintes condições devem ser consideradas:

- a) Conhecer o projeto da arquitetura, assessorando o seu autor, com os seguintes objetivos: fornecer os subsídios necessários para que as alternativas de partido arquitetônico não venham a ser inviabilizadas, quer técnica, quer econômica, quer estaticamente, por fatores estruturais; fornecer o posicionamento e dimensões das peças estruturais que vierem a servir de condicionante na definição do anteprojeto de arquitetura; inteirar-se do projeto como um todo, entendendo a análise aos desenhos e especificações, e retirando os subsídios para o cálculo definitivo das ações atuantes na edificação. O autor do projeto de arquitetura deverá ser alertado sobre eventuais acabamentos ou arremates incompatíveis com o tipo de estrutu-

- ra obtido, notadamente no que se refere aos deslocamentos.
- b) Conhecer as características do local da obra no tocante a: tipo e custo da mão-de-obra disponível; tipo e custo dos materiais disponíveis; disponibilidade de equipamentos; grau de conhecimento e uso de técnicas construtivas; agressividade do meio ambiente, tais como amplitude térmica local, direção e força do vento predominante; posturas legais relativas à aprovação de desenhos e memoriais; e condições relativas a microáreas, como vias de acesso, dimensões do canteiro, topografia e subsolo.
 - c) No caso do projeto estrutural envolver autores de diferentes áreas: cada autor deverá fornecer os esforços introduzidos pela sua estrutura para o autor da respectiva estrutura suporte; cada autor deverá fornecer seus detalhes executivos de apoio para o autor da respectiva estrutura suporte; o autor da estrutura de suporte deverá compatibilizar as deformações de sua estrutura com as permissíveis da estrutura que nela se irá apoiar. Como subsídio para o projeto de fundações, o projetista de estruturas deverá indicar a localização dos pontos de carga na fundação, convenientemente amarrados no terreno e a tabela vetorial com as cargas em cada ponto de apoio, subdividindo-a em permanentes e acidentais, indicando, quando for o caso, as várias hipóteses de carregamento.
 - d) Conhecer as instalações e utilidades a serem implantadas na edificação, que sejam condicionantes na escolha e dimensionamento do esquema estrutural.
 - e) Analisar sugestões do Contratante para utilização de materiais ou esquemas executivos.

A concepção estrutural deve ser orientada para escolher esquemas estruturais que conduzam a melhores resultados tanto do ponto de vista técnico quanto econômico e funcional, adequando-os às condições da obra.

O autor do projeto deverá considerar as ações previstas nas normas NBR 6120 e NBR 7197, no que for aplicável à obra ou elemento estrutural objeto do projeto, sendo obtidos os esforços solicitantes pela combinação mais desfavorável para o elemento ou seção estudada.

Casos específicos e particulares de carregamentos transitórios poderão ter seus coeficientes de ponderação alterados, desde que convenientemente justificados pelo autor do projeto e aprovados pelo Contratante.

Na combinação das ações, serão considerados os efeitos máximo e mínimo, sobre uma seção ou elemento estrutural, provenientes de ações acidentais, aplicadas sobre o próprio elemento em estudo ou sobre outros que, dada a continuidade da estrutura, a eles possam transmitir esses efeitos.

O autor do projeto deverá considerar o caso particular de ações de naturezas diferentes, em que a combinação mais desfavorável poderá ocorrer através da adoção de coeficientes de majoração distintos, para cada tipo de ação aplicada ao elemento estrutural.

Atenção especial será dada à aplicação de cargas ou coações devidas aos seguintes aspectos:

- a) Processo executivo previsto.
- b) Esforços transitórios externos.
- c) Transporte eventual de elementos estruturais.
- d) Impactos e carregamentos dinâmicos.
- e) Deformações próprias dos materiais.
- f) Efeitos de temperatura.
- g) Vento.
- h) Acúmulo de neve.
- i) Acúmulo de água de chuva.

O projetista deverá observar para que o projeto estabeleça condições que possibilitem o acesso à estrutura para efeito de inspeção e manutenção.

As ações de Carregamentos Móveis serão sempre entendidas como acidentais. Como valor mínimo, será assumido o valor nulo e, como máximo, o valor nominal, acrescido dos coeficientes de impacto aplicáveis. As solicitações máximas e mínimas serão obtidas nas combinações mais desfavoráveis das ações.

O projeto deverá prever a atuação de cargas móveis e seus efeitos em elementos não destinados especificamente a suportá-las na utilização normal da estrutura quando, em fase transitória de execução ou ampliação da obra, houver a possibilidade de trânsito de veículos, ou equipamentos pesados sobre esses elementos.

Em todos os casos previstos de utilização frequente de carregamentos móveis deverá ser considerada a possibilidade de fadiga das armaduras, compatível com a amplitude de variação de tensões e com o número de ciclos de oscilação dessas tensões.

Se uma ação de probabilidade de ocorrência desprezível elevar substancialmente os custos da estrutura, o Contratante deverá ser consultado sobre a sua consideração no projeto.

Com base nos subsídios oferecidos pelo projetista e nos riscos envolvidos, o Contratante deverá decidir sobre a sua consideração no projeto.

A consideração dos empuxos de terra sobre as estruturas far-se-á de acordo com as teorias correntes de Mecânica dos Solos, através da determinação criteriosa dos parâmetros geotécnicos do terreno.

Nos casos mais simples, quando se prescindir de determinação mais precisa, permite-se considerar o ângulo de atrito do material igual a 30 graus.

Em obras confinadas, como galerias e estruturas aporcadas, deve-se adotar o empuxo do solo em repouso ou ativo conforme a rigidez e deslocabilidade da estrutura, aplicando o coeficiente de majoração compatível com a combinação considerada.

Permite-se a consideração total do empuxo passivo, no caso em que a deformação da estrutura possa ser admitida superior ao deslocamento do terreno compatível com esse empuxo.

Se a estrutura não admitir esse deslocamento, o valor do empuxo considerado deverá ser justificado em cada caso particular.

Quaisquer alterações posteriores do projeto, durante o processo de fabricação e montagem, devem ser validadas junto ao projetista responsável pela disciplina.

7.6.1. Estruturas de Concreto

7.6.1.1. Introdução

O Projeto de Estruturas de Concreto é o conjunto de elementos gráficos, como memoriais, desenhos e especificações, que visa definir e disciplinar a elaboração de projetos de estruturas de concreto armado, protendido ou pré-moldado de edificações do sítio aeroportuário.

Para os projetos de estruturas de concreto, em estruturas correntes, os efeitos de variação de temperatura, sazonal ou diária, deverão ser minimizados através da previsão de juntas de dilatação na estrutura, computados também os efeitos da retração do concreto.

Nos casos em que o partido arquitetônico ou funcional da estrutura impeça uma distribuição conveniente de juntas, suficiente para torná-los desprezíveis, esses efeitos serão obrigatoriamente considerados no dimensionamento. Neste caso, serão aplicados gradientes térmicos correspondentes à variação em torno da média nas faces interna e externa do elemento estrutural, acrescidos dos efeitos de retração.

Em razão da diminuição, geralmente, desses esforços com a fissuração do elemento, exige-se no estado limite último um coeficiente de majoração mínimo, para os esforços finais, de 1,2 na combinação com as demais ações, no caso em que esse efeito for transitório e não preponderante, e 1,4 em caso contrário.

A verificação em estado de utilização, especialmente no que se refere à fissuração, deverá obedecer ao especificado na Norma NBR 6118, para o máximo esforço atuante, combinado com as demais ações.

Os esforços provocados pela protensão e demais cargas atuantes serão verificados tanto para as regiões próximas às ancoragens quanto para as seções críticas do vão.

Em regiões de mudança de direção das armaduras ativas ou em aberturas destinadas à inspeção e desforma, serão considerados os efeitos localizados da carga e da sequência de protensão, bem como os fluxos regularizadores de tensões, dispondo das armaduras necessárias para absorver os esforços de tração resultantes, evitar fissuração excessiva e garantir a resistência da peça.

Tratamento análogo será dado à transmissão da força de protensão entre elementos estruturais, prevendo as correspondentes armaduras de costura na junção desses elementos (exemplo: mesa-alma) e de tração, avaliados de acordo com os processos de cálculo correntes.

As solicitações secundárias, provocadas pela protensão, devido à hiperestaticidade do sistema estrutural, serão sempre consideradas, ressaltando, porém, os coeficientes de ponderação distintos para as cargas externas e para as de protensão.

Os projetos deverão considerar, sempre que forem desfavoráveis, os efeitos da fluência e retração do concreto. Quando esses efeitos forem favoráveis e considerados no projeto, será exigida a consideração da margem de erro dos parâmetros envolvidos no processo de avaliação desses efeitos favoráveis.

Quando à estrutura for imposta, uma coação interna ou externa, deverão ser consideradas as variações dessas coações, ao longo do tempo, devido aos efeitos de fluência e retração do concreto. Nos casos usuais, os parâmetros envolvidos

serão determinados de acordo com o especificado na Norma NBR 7197, no que lhes for aplicável.

As estruturas mistas deverão atender aos preceitos estabelecidos em cada subcategoria estrutural deste manual de acordo com as tipologias utilizadas em projeto.

A presente disciplina contempla os seguintes entregáveis:

Entregável
Memorial Descritivo
Especificação Técnica
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Representações Gráficas
Modelo BIM
Planilha de Serviços
Memorial de Quantificação

7.6.1.2. Memorial Descritivo

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Responsáveis técnicos: listar todos os responsáveis técnicos por essa fase do projeto, identificando os respectivos números das Anotações de Responsabilidade Técnica.
- Referências normativas: listagem das normas ou códigos específicos adotados.
- Documentos de referência: informações, documentos e plantas que foram levantados e utilizados para elaboração do projeto.
- Necessidades do cliente referentes à arquitetura da edificação, assim como as necessidades específicas de outras disciplinas (sistemas eletrônicos, telecomunicações, instalações hidrossanitárias, prevenção e combate a incêndio etc.).
- Alternativas de solução: devem ser apresentadas todas as alternativas de solução estrutural para atendimento as necessidades do cliente.
- Concepção final adotada, sendo a mais vantajosa para o empreendimento, considerando parâmetros técnicos, econômicos e ambientais.

- Remoções e/ou demolições, com identificação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações de intervenção, com as respectivas justificativas.
- Visão geral de todo o sistema, suas interfaces, partes componentes, princípios e justificativas quanto ao atendimento às normas e legislação.
- Descrição da concepção estrutural do projeto, contemplando as características e objetivos de uso, conforme projeto arquitetônico.
- Descrição dos critérios de durabilidade aplicados sobre a concepção estrutural e dimensionamentos das peças.
- Descrição das condições ambientais que correspondem às ações físicas e químicas a que se expõem o concreto e a armadura, produzindo efeitos não considerados entre os efeitos de cargas ou ações previstas no projeto da estrutura, e adotado no cálculo, conforme previsto na NBR 6118 em função do ambiente de entorno além da correspondência entre a classe de agressividade e o cobrimento das peças por tipologia.
- Resistência da estrutura de concreto na situação de incêndio, conforme a NBR 15200.
- Tabela de cargas incidentes em cada pavimento, inclusive carregamentos temporários, geralmente realizados durante a construção, cargas de alvenarias, revestimentos, vento, sismos e carga térmica adotada.
- Descrição dos materiais, valores estimados do módulo de elasticidade, resistência característica (fck), resistências para etapas construtivas, módulo de deformação tangente inicial mínimo e fator de água-cimento máxima.
- Critérios de modelo estrutural, descrição dos parâmetros de estabilidade global e modelos utilizados além dos deslocamentos admissíveis conforme NBR 6118.
- Orientações para a construção, com o objetivo de auxiliar na montagem das formas e escoramentos, descrevendo as tolerâncias de execução aceitas, bem como para proceder com o controle tecnológico do concreto executado, além dos critérios de cura.

7.6.1.3. Especificação Técnica

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Local de aplicação.
- b) Finalidade.
- c) Resistência características (fck) requerida.
- d) Cor e textura do concreto, quando aparente.
- e) Aparelhos de ancoragem.
- f) Tipo de injeção.
- g) Protensão.
- h) Tipo e tratamento das juntas de concretagem.
- i) Tipo de formas.
- j) Características das formas.
- k) Possibilidade e condições para o reaproveitamento de formas.
- l) Modulação dos painéis e peças de montagem para formas (tirantes, parafusos, pregos e outras).
- m) Proteções e cuidados executivos na aplicação de formas, aparelhos de apoio, juntas de dilatação.
- n) Características não usuais do concreto, exigidas por critérios de cálculo adotados no projeto estrutural, deverão ser acrescentadas em cada caso particular.
- o) Forma de execução e montagem de todas as peças.
- p) Tolerâncias executivas admissíveis.

7.6.1.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Descrição dos critérios, parâmetros, gráficos, fórmulas, ábacos e softwares utilizados.
- b) Tensões e cargas admissíveis.
- c) Descrição dos modelos estruturais e hipóteses de concepção.
- d) Hipóteses de carregamento (cargas atuantes e suas combinações).
- e) Cálculos estáticos e de composição de cargas e atuações.
- f) Características dos materiais utilizados (concreto, aço, madeira, blocos etc.).
- g) Cálculos de deformação para a verificação da necessidade de adoção de contra flechas.
- h) Todas as cargas consideradas, incluídos os efeitos dinâmicos, provenientes do processo executivo, transporte e montagem das peças pré-moldadas, sendo estas e as respectivas ligações dimensionadas para a combinação mais desfavorável em cada seção.

- i) Análise estrutural poderá ser efetuada através da Teoria da Elasticidade ou de método baseado no regime de ruptura e na Teoria da Plasticidade. Neste último caso, a análise deverá ser devidamente justificada. Efeitos particulares, ou de 2ª ordem, devidos a excentricidades de esforços e a características reológicas dos materiais, deverão merecer análise especial.
- j) O dimensionamento deverá prever o processo de cálculo mais adequado para a determinação da quantidade de armadura e da resistência do concreto, considerando a geometria do elemento de fundação, especialmente a relação base/altura.

7.6.1.5. Representações Gráficas

7.6.1.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes peças gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de locação dos pilares
Planta de pré-formas de todos os pavimentos
Planta de estimativa de cargas da superestrutura

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta de locação dos pilares:** desenho que apresenta os possíveis pilares da concepção estrutural e suas interferências com os elementos de arquitetura, tais como esquadrias e paredes;
- b) **Planta de pré-formas de todos os pavimentos:** desenho que apresenta o lançamento estrutural pré-dimensionado para compatibilização com as demais disciplinas de arquitetura, instalações elétricas e hidráulicas, demonstrando níveis de lajes, alturas de lajes e vigas.
- c) **Planta de estimativa de cargas da superestrutura:** planta com a potencial solução de estruturas definida para uma investigação do custo mais apurada por meio de índices de consumo das peças pré-dimensionadas. O projeto de estruturas deve fornecer os parâmetros de cargas a serem suportadas pelas fundações escolhidas nesta etapa. Toda a rede de serviços disponíveis na localidade devem ser

estudos para a correta estimativa de custos com transportes de maquinário se for o caso da solução adotada.

7.6.1.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes peças gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de locação e cargas dos pilares
Planta das formas de todos os pavimentos
Planta com corte longitudinal e transversal da estrutura
Planta de armaduras dos pilares, vigas e lajes de cada pavimento
Planta de elementos estruturais específicos
Planta das Estruturas pré-fabricadas
Plantas de remoções e/ou demolições (quando aplicável)

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Planta de locação e cargas dos pilares:** Apresenta as seções dos pilares ou paredes estruturais, locados em relação a dois eixos de referência do terreno, e todas as cargas que serão transmitidas aos elementos de fundação; também indicando as sobrecargas utilizadas no cálculo.
- Planta das formas de todos os pavimentos:** Desenho composto por uma planta da estrutura que sustenta o pavimento, isto é, o conjunto de pilares vigas e lajes. Todas as formas devem estar compatibilizadas com os eixos e níveis do projeto arquitetônico e com as demais disciplinas. Deve conter todas as cotas necessárias à execução da estrutura, numeração de todos os elementos estruturais, indicação da seção transversal das vigas e pilares. Quando houver mudança de seção transversal do pilar em determinado pavimento, deverão ser indicadas as duas seções junto ao nome do pilar, a que morre e a que continua. Deve indicar aberturas e rebaixos de lajes, se as vigas forem invertidas; valor e localização da contra flecha em vigas e lajes, unidades de medidas utilizadas nos desenhos, classe do concreto (C-20, C-25 etc.). No caso de lajes pré-fabricadas, treli-

çadas ou nervuradas, deverá ser indicado o sentido da armação das nervuras ou vigotas, sua altura, largura, e a distância entre eixos. Deverá ser indicada a espessura da capa de concreto, características do elemento de enchimento e, para as lajes treliçadas, a especificação da armação treliçada. No caso de lajes cogumelo ou plana, deverá ser indicada a posição e as dimensões dos capitéis, consumo de materiais (volume de concreto e área de forma e quadro de ferros) e resistência característica à compressão do concreto (fck). Observar convenção de pilares indicando os pilares que nascem, continuam e morrem nos pavimentos.

- Planta com corte longitudinal e transversal da estrutura:** Desenho que demonstre os cortes longitudinais e transversais da estrutura, em profundidade tal que demonstre perfeitamente a altura e interligação dos elementos estruturais, no mínimo, nas duas direções principais da planta baixa e em regiões específicas (escadas, caixas d'água). Os cortes podem contemplar todos os pavimentos da estrutura na mesma prancha, ou serem apresentados separadamente por pavimento, junto à respectiva planta de forma.
- Planta de armaduras dos pilares, vigas e lajes de cada pavimento:** Planta com os detalhamentos de armadura dos pilares, vigas e lajes de todos os pavimentos; indicação do cobrimento da armadura; consumo de materiais (quadro de ferros) e resistência característica à compressão do concreto (fck). o detalhamento das peças estruturais deverá apresentar as seguintes indicações: seção longitudinal de todas as peças, mostrando a posição, a quantidade, o diâmetro e o comprimento de todas as armaduras longitudinais, em escala adequada; seções transversais de todas as peças, mostrando a disposição das armaduras longitudinais e transversais (estribos) e as distâncias entre as camadas das armaduras longitudinais, em escala 1:20 ou 1:25; detalhe em escala adequada das armaduras para as lajes cogumelo ou planas conforme o caso inclusive para os capitéis; quando o detalhe das armaduras exigir comprimento das barras superiores ao existente no mercado (12 metros), deverão ser detalhados os tipos de emendas; no caso de aberturas e furos em elementos estruturais, deverão ser apresentados os detalhes das armaduras de reforço; nas lajes nervuradas deve ser indicado, juntamente com as armaduras, o posicionamento dos moldes e das zonas maciças, quando estas forem necessárias. As armaduras das vigas devem ser representadas num desenho explodido, ou seja, a armadura nega-

tiva é sacada para a parte superior do desenho, e a armadura positiva, para a parte inferior. A armadura lateral também deverá ser representada na parte inferior, já os estribos são representados no lado direito do desenho, numa escala maior, em geral 1:25. Nesse desenho, pode-se detalhar posicionamentos da armadura longitudinal, bem como da armadura lateral. No desenho de armadura de lajes, o destaque está na armadura, enquanto a geometria vem em segundo plano. Assim, o desenho dos ferros é feito com linha grossa contínua para as armaduras positivas e com linha grossa tracejada para as armaduras negativas. A base do desenho de armadura deve ser obtida do desenho de forma, com as seguintes alterações: a base é toda desenhada em traço fino; eliminam-se todas as cotas; eliminam-se os títulos dos pilares e vigas, bem como suas respectivas dimensões; eliminam-se as alturas das lajes e contra flechas, permanecendo apenas os títulos das lajes. O detalhe da armadura deve conter as seguintes indicações: número da posição; Quantidade de barras; Diâmetro da barra; Espaçamento das barras, quando necessário; Comprimento total da barra; Cada prancha de armação dos elementos estruturais deverá conter o Quadro com o Resumo de Aço respectivo, contendo no mínimo: tipo de aço (CA50, CA60); posição (numeração da ferragem); diâmetro da armadura (em mm); quantidade de barras de mesma posição; comprimento unitário da barra (em cm); comprimento total das barras de mesma posição, em cm (comprimento unitário da barra x quantidade de barras de mesma posição).

- e) **Planta de elementos estruturais específicos:** Planta com formas e detalhamentos de armaduras de escadas, reservatórios, contenções, muros de arrimo etc.
- f) **Planta de estruturas pré-fabricadas:** Deve conter informações necessárias para análise, compreensão e detalhamento dos desenhos de projeto, fabricação e montagem da estrutura.
- g) **Plantas de remoções e/ou demolições (quando aplicável):** Planta com a indicação de demolições, retiradas ou supressões de estruturas existentes em imóveis a serem reformados ou reaproveitados para a nova edificação.

7.6.1.5.3. Projeto Executivo

Entregável
Detalhamentos de montagens
Detalhamentos de interligação e tratamento de estruturas mistas
Detalhamentos de furos e passagens
Plano de execução de escoramentos
Plano de concretagem
Plano de transporte de peças
Plano ou programa de protensão

O Projeto Executivo deve apresentar os seguintes detalhamentos:

- a) **Detalhamentos de montagens:** plantas com as sequências e metodologias de montagem das formas, armaduras ou peças pré-moldadas e protendidas, bem como os equipamentos de protensão; pesos e dimensões das peças da estrutura; posicionamento dos pontos de içamento; indicação dos equipamentos de transporte e montagem. Os desenhos de detalhes devem indicar as informações necessárias à execução e disposição de componentes. Os desenhos de montagem devem fornecer diagramas de montagem que referenciam a posição relativa de cada um dos componentes do conjunto.
- b) **Detalhamentos de interligação e tratamento de estruturas mistas:** plantas com detalhamentos de interligação e o devido tratamento da interface entre estruturas de concreto, metálicas e de madeira;
- c) **Detalhamentos de furos e passagens:** planta com o detalhamento e compatibilização das demais disciplinas com as peças estruturais quando forem necessárias interferências entre as peças e os sistemas de água, esgoto e energia;
- d) **Plano de execução de escoramentos:** nos casos em que a ordem de retirada dos escoramentos seja capaz de introduzir solicitações importantes para a estabilidade da edificação não consideradas em projeto, o projeto estrutural deverá vir acompanhado de um plano ou planta de execução dos escoramentos com a devida ordem de montagem e desmontagem.
- e) **Plano de concretagem:** planta que estabelece a ordem de con-

cretagem das peças de forma para que as interrupções de concretagem garantam as características de segurança e estética da estrutura.

- f) **Plano de transporte de peças:** no caso de utilização de vigas pré-moldadas, deve ser apresentado o processo de transporte, com os detalhes da movimentação horizontal, tanto longitudinal e transversal, quanto vertical. O dimensionamento da infraestrutura levará em

conta a sequência de colocação dos elementos pré-moldados e as suas disposições, temporária e definitiva, sobre os pilares.

- g) **Plano ou programa de protensão:** deve acompanhar o memorial de cálculo, com as indicações relativas às operações de protensão das peças, incluindo as pressões previstas, alongamentos teóricos etc., com base nas características do aço utilizado na confecção dos cabos.

7.6.1.6. Modelo BIM

7.6.1.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Estruturas de Concreto	2	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados tendo como referência a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma e orientação.</p> <p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> Representação dos elementos/ componentes do projeto (tais como: vigas, lajes, pilares, paredes-pilares etc. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Informações de pré-dimensionamento, com definição de materiais, tipologias, dimensões e taxas de armadura, resistência do concreto e tipo etc; Parâmetros gerais de orçamentação e planejamento. <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo; Extração de documentação legal (aprovação e acompanhamento); Avaliação prévia de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento).
Projeto Básico	Estruturas de Concreto	3	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados com precisão em relação a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma, orientação e interfaces com outros sistemas.</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Representação de todo os elementos/ componentes do projeto através de geometria com dimensões específicas definidas (representação tridimensional fiel), com determinação precisa das respectivas peças; Representação e detalhamento das armaduras principais e secundárias; Detalhamento das interfaces e conexões entre elementos da mesma disciplina ou de disciplinas distintas;

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Projeto Básico	Estruturas de Concreto	3	<ul style="list-style-type: none"> • Tabelas de quantitativos precisas, que incluem as características técnicas dimensionais, localização e orientação de todos os elementos, conforme os parâmetros de planejamento e orçamentação para a obra. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de dimensionamento, com especificações completas, incluindo definição de materiais, tipologias, informações técnicas quantidades e tipos de aço, formas, numerações e identificações, codificações e classificações, fck do concreto etc; • Parâmetros específicos de orçamentação e planejamento. <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elementos 3D associados às informações paramétricas que formam a edificação virtual, representando os elementos/ componentes da disciplina; • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo, conforme composição do orçamento; • Extração de documentação e desenhos técnicos com informações suficientes para execução da obra com todo detalhamento necessário; • Verificação de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento) em conformidade com os parâmetros de orçamentação.
Projeto Executivo	Estruturas de Concreto	4	<p>Inclui toda a descrição do LOD 3 acrescentando as seguintes:</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Todas as armaduras que compõem o elemento incluindo as armaduras de pós-tensão ou pré-tensão se for o caso; • Dobras e conexões das armaduras; • Armaduras de reforço para aberturas, janelas de passagem e furos onde existirem; • Detalhamentos específicos, em formato tridimensional sempre que possível, para fabricação, montagem e/ou instalação de elementos ou componentes das peças projetadas. • Qualquer reforço adicional da estrutura em furos, aberturas e interfaces com outras tipologias estruturais; <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Documentação de execução dos serviços (instruções, especificações, normas etc); • Referências de fabricantes.
As Built	Estruturas de Concreto	5	<p>A descrição do LOD 4 incluindo as informações construtivas da obra conforme foi executada e demais informações tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Especificação de marca, modelo, fabricante em peças pré-moldadas, data de concretagem ou de montagem, relatórios de testes e comissionamento, entre outros; • Informações pertinentes e necessárias para a manutenção preventiva e corretiva das instalações, bem como para o seu controle e operação.

7.6.1.7. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- a) Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- b) Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

7.6.1.7.1. Levantamento Tradicional

No caso específico das estruturas de concreto, os quantitativos de materiais e serviços podem ser agrupados conforme a seguinte estrutura:

- a) Concreto Armado: pilares; vigas; lajes; formas; armadura; concreto; muros de arrimo; tirantes; paredes-diafragmas; paredes-guias; calhas; caixas d'água; escadas; reforço de estrutura.
- b) Concreto Protendido: peças protendidas; formas; armadura frouxa; armadura de protensão; bainhas; ancoragens; concreto; operação de protensão; operação de injeção; concreto pré-moldado; blocos; pilares; vigas; lajes; chumbadores; transporte; gabiões; aparelhos de apoio; juntas de dilatação.

Para cada peça estrutural (pilares, vigas e lajes) deverá haver a divisão de suas partes constituintes (formas, armação e concreto).

7.6.1.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos e características técnicas deverá ser executada preferencialmente de forma direta do modelo do Projeto de Estruturas de Concreto, e ter exata correlação com as tabelas geradas para as pranchas de desenho. Para tanto é fundamental que os elementos estejam devidamente classificados e categorizados para os sistemas de arquitetura conforme os parâmetros de planejamento, de orçamento, e devidamente orientados pelo plano de execução de projeto. Deverá ser garantida a precisão, a consistência, a rastreabilidade e a agilidade de acessos as informações.

Todos os itens descritos nas Especificações Técnicas do Projeto deverão ter seus correlatos na quantificação e nas unidades da mesma forma que o levanta-

tamento tradicional, sendo de responsabilidade dos projetistas garantir a interdependência de todos os documentos técnicos com o planejamento e orçamento da obra.

À CONTRATADA é facultada a modelagem de componentes que não os exigidos neste Manual. Contudo, os quantitativos que não puderem ser levantados de forma automática deverão ser apresentados em forma tradicional e, ainda, retornar ao modelo, via software de integração, para fins de planejamento e orçamentação nas simulações.

7.6.1.8. Referências

Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC. Brasília, 2016.

Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. [s.l.]: AsBEA, 2015

NBR 10067 - Princípios Gerais de Representação em Desenho Técnico.

NBR 14931 - Execução de Estruturas de Concreto.

NBR 15200 - Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio.

NBR 15575-2 - Edificações habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais.

NBR 6118 - Cálculo e Execução de Obras de Concreto Armado Procedimento.

NBR 6120 - Cargas para Cálculo de Estruturas de Edificações – Procedimento.

NBR 6123 - Forças devidas ao vento em Edificações – Procedimento.

NBR 7197 - Cálculo e Execução de Obras em Concreto Protendido.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Caderno BIM: Coletânea de Cadernos Orientadores, Curitiba: SEIL/PR, 2018. V.4.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2.

SEAP - Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio. Manual de obras públicas -Edificações 2020.

7.6.2. Estruturas Metálicas

7.6.2.1. Introdução

O Projeto de Estruturas Metálicas é o conjunto de elementos gráficos, como memoriais, desenhos e especificações, que visa definir e disciplinar a fabricação e montagem da parte da edificação considerada resistente às ações e condições atuantes.

As obras executadas, total ou parcialmente, em estrutura de aço devem obedecer a projeto elaborado de acordo com a norma NBR 8800 ou outra de uso consagrado, previamente aprovada pelo Contratante, baseada nos Estados Limites ou nas Tensões Admissíveis

O projeto deverá ser desenvolvido por profissional legalmente habilitado, com experiência em projeto e construção de estruturas metálicas, que serão fabricadas e montadas por empresas capacitadas, sob a supervisão do autor do projeto.

As ações previstas para o dimensionamento das estruturas de aço para edifícios, estarão sujeitas às recomendações e exigências mínimas das normas NBR 6120, NBR 6123, NBR 8681 e NBR 6118.

Os projetos arquitetônico e de instalações deverão ser minuciosamente consultados, de modo que todas as demandas para suporte de revestimentos, equipamentos e demais sejam atendidas.

Os esforços solicitantes serão obtidos pelos critérios estabelecidos pela NBR 8800. Casos específicos de carregamentos poderão ter seus coeficientes de ponderação alterados, desde que justificados pelo projetista e aprovados pelo Contratante.

As estruturas de aço deverão ser projetadas para um certo período de vida útil, considerando os efeitos da corrosão produzida pelo meio ambiente. As estruturas deverão ser protegidas por pinturas especiais ou por sobre-espessuras, especialmente dimensionadas.

Se não especificado diferente em projeto de arquitetura, as estruturas devem atender ao previsto na NBR 15575 (Norma de desempenho).

Especial atenção deverá ser dada aos detalhes construtivos, de modo a evitar pontos de acúmulo de líquidos e poeira, que facilitam o processo de corrosão. No caso de estruturas enterradas, deverá ser verificada a necessidade de prover a estrutura de proteção catódica.

As estruturas de aço deverão ter uma resistência mínima ao fogo de acordo com as recomendações estabelecidas pelo Corpo de Bombeiros da localidade em que a obra se encontra localizada, bem como o que consta na NBR 14432.

A ação do fogo nas estruturas altera as propriedades físicas e mecânicas dos materiais que a compõem. O retardamento dessas alterações pode ser obtido pela utilização de perfis de maiores dimensões, ou então revestindo esses elementos com manta protetora, de forma a garantir uma resistência ao fogo durante um período mínimo estabelecido pelo Corpo de Bombeiros e a NBR 14432.

Os parâmetros utilizados para classificação da estrutura quanto ao TRRF a ser atendido, e os artifícios atenuadores (proteção passiva) ou dimensionamento da estrutura em situação de incêndio realizado, devem ser apresentados em memorial de cálculo.

Para os aços estruturais, devem ser utilizados os tipos de materiais aprovados para uso na NBR 8800, ou pela norma adotada no caso específico, em sua última edição (ver item 6, Normas e Práticas Complementares).

A espessura mínima permitida é de 3 mm, exceto para calços e chapas de enchimento. Chapas mais finas podem ser utilizadas na composição de perfis dobrados, caso em que o dimensionamento seguirá as recomendações da NBR 14762, ou outra previamente acordada com o Contratante.

Os materiais deverão ser especificados no projeto em função das suas características mecânicas mínimas exigidas.

Quando for necessário o emprego de elementos estruturais de aço fundido ou forjado, deverão ser obedecidas as recomendações constantes nas especificações próprias a esses tipos de aço, conforme NBR 8800 ou norma específica.

Estes elementos, cujas especificações são relacionadas nas Normas NBR 8800, NBR 7242 e ASTM A668, são geralmente utilizados como tirantes ou chumbadores. Elementos fabricados em aço temperado não devem ser soldados nem aquecidos com a finalidade de facilitar a montagem.

Os conectores de cisalhamento do tipo pino com cabeça, usados nas estruturas mistas de aço-concreto, devem ter forma adequada para que possam ser soldados aos perfis por meio de solda automática, seguindo as recomendações da AWS D1.1.

As propriedades mecânicas dos aços destinados à composição de conectores são relacionadas na NBR 8800, bem como a resistência de cada conector em função do seu diâmetro e da resistência do concreto.

Deverá ser verificada a necessidade de adotar contraflechas em vigas ou treliças, de forma a respeitar os limites de deformação indicados nas normas.

As conexões deverão ser projetadas e dimensionadas para assegurar o comportamento estrutural admitido no projeto, de forma a absorver os esforços mínimos previstos nas normas adotadas. Nas conexões parafusadas, deverá ser respeitada a quantidade mínima de dois parafusos.

Os eixos que passam pelo centro de gravidade dos elementos que compõem a conexão deverão ser concorrentes num ponto. No caso de excentricidade, a conexão deverá ser capaz de absorver os acréscimos de tensão provenientes da flexão.

As estruturas mistas deverão atender aos preceitos estabelecidos em cada subcategoria estrutural deste manual de acordo com as tipologias utilizadas em projeto.

A presente disciplina contempla os seguintes entregáveis:

Entregável
Memorial Descritivo
Especificação Técnica
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Modelo BIM
Representações Gráficas
Planilha de Serviços
Memorial de Quantificação

7.6.2.2. Memorial Descritivo

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Responsáveis técnicos: listar todos os responsáveis técnicos por essa fase do projeto, identificando os respectivos números das Anotações de Responsabilidade Técnica.
- Referências normativas: listagem das normas ou códigos específicos adotados no projeto desenvolvido.

- Documentos de referência: informações, documentos e plantas da edificação (planta baixa, cortes etc., referentes ao projeto de arquitetura e/ou demais disciplinas/instalações) que foram levantados e utilizados para elaboração do projeto.
- Necessidades do cliente referentes à arquitetura da edificação, assim como as necessidades específicas de outras disciplinas projetadas para a edificação (sistemas eletrônicos e de telecomunicações, instalações hidrossanitárias, prevenção e combate a incêndio, instalações mecânicas e de utilidades etc.).
- Alternativas de solução: devem ser apresentadas todas as alternativas de solução estrutural para atendimento as necessidades do cliente.
- Concepção final adotada, devendo ser adotada a solução mais vantajosa para a edificação, considerando parâmetros técnicos, econômicos e ambientais.
- Remoções e/ou demolições: se cabível, o projeto deve fornecer identificação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados, com as respectivas justificativas.
- Visão geral: descrição geral de todo o sistema, suas interfaces, das partes que o compõem e dos princípios em que se baseou, apresentando, ainda, justificativa que evidencie o atendimento às exigências estabelecidas pelas respectivas normas técnicas e pela instrução para elaboração de projetos. Apresentar a solução adotada evidenciando a sua compatibilidade, principalmente, com o projeto arquitetônico e a compatibilização com os demais projetos especializados e sua exequibilidade.
- Concepção: descrição da concepção estrutural do projeto contempla as características e objetivos de uso fornecidos pelo contratante e constante no projeto arquitetônico.
- Exigências de Durabilidade: descrição dos critérios de durabilidade aplicados sobre a concepção estrutural e dimensionamentos das peças.
- Classes de agressividade: descrição das condições ambientais que correspondem às ações físicas e químicas a que se expõem o concreto e a armadura, produzindo efeitos não considerados entre os efeitos de cargas ou ações previstas no projeto da estrutura;
- Resistência da Estrutura metálica em situação de Incêndio: descrição da ação de incêndio que pode ser representada por um intervalo de tempo de exposição ao incêndio padrão.

- m) Carregamentos adotados: consiste na tabela de todas as cargas incidentes em cada pavimento, da(s) Torre(s), inclusive carregamentos temporários, geralmente realizados durante a construção, cargas de alvenarias, revestimentos, vento, sismos e carga térmica adotada.
- n) Descrição dos Materiais: valores do módulo de elasticidade, resistência característica (f_{ck}), resistências para etapas construtivas, tipo e resistências ao escoamento e à ruptura.
- o) Critérios de modelo estrutural: descrição dos parâmetros de estabilidade global e modelos utilizados além dos deslocamentos admissíveis conforme NBR 8800.
- p) Orientações para a construção: orientação para o executor com o objetivo de auxiliar na montagem das formas e escoramentos, descrevendo as tolerâncias de execução aceitas. Orientação para proceder com o controle tecnológico do concreto executado além dos critérios de cura.
- q) Orientações aos usuários: orientações quanto à manutenção e inspeção das estruturas de concreto, bem como critérios para posteriores reformas, itens que deverão compor o manual de uso e operação da edificação após sua construção.

7.6.2.3. Especificação Técnica

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Aço Estrutural: local de aplicação; finalidade; tipo; classificação (características geométricas); características mecânicas; características de proteção; características de acabamento.
- b) Dispositivos de Ligação (parafusos, porcas, arruelas e chumbadores): local de aplicação; finalidade; tipo; classificação; características de proteção; características de acabamento; características mecânicas; características geométricas.
- c) Eletrodos local de aplicação; finalidade; tipo; classificação; características de proteção; características de acabamento; umidade; características mecânicas; características geométricas.
- d) Conectores: local de aplicação; finalidade; tipo; características de proteção; características de acabamento; características mecânicas; características geométricas.
- e) Cola: local de aplicação; finalidade; tipo; características físicas; características mecânicas.
- f) Elementos de Proteção Anticorrosiva: local de aplicação; finalidade;

tipo; tratamento de superfícies; galvanização; pintura de oficina; pintura de acabamento.

- g) Elementos de Proteção Contra Fogo: local de aplicação; finalidade; tipo de material; preparação da superfície.
- h) Montagem da Estrutura: sequência de montagem; dimensões e pesos das peças da estrutura; posicionamento dos olhais de içamento; equipamentos de montagem.

7.6.2.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Descrição dos critérios, parâmetros, gráficos, fórmulas, ábacos e softwares utilizados.
- b) Tensões e cargas admissíveis.
- c) Descrição dos modelos estruturais e hipóteses de concepção.
- d) Hipóteses de carregamento adotados (cargas atuantes e suas combinações).
- e) Cálculos estáticos e de composição de cargas e atuações.
- f) Critérios e cálculos para situação de incêndio.
- g) Especificação e características dos materiais utilizados.
- h) Cálculos de deformações na estrutura para a verificação da necessidade de adoção de contra flechas.
- i) Todas as cargas consideradas, incluídos os efeitos dinâmicos, provenientes do processo executivo, transporte e montagem das peças, sendo estas e as respectivas ligações dimensionadas para a combinação mais desfavorável em cada seção.
- j) Deslocamentos admissíveis e previstos em projeto.
- k) Elementos ou conexões sujeitas a fadiga deverão ser dimensionados para resistir a um número suficiente de ciclos, compatível com a vida útil da estrutura.
- l) Os chumbadores deverão ter resistência suficiente para absorver todos os esforços de tração e cisalhamento que atuam nas bases das colunas, incluindo a tração originada de momentos de engastamento.
- m) Os chumbadores de expansão deverão ser utilizados apenas em estruturas secundárias, de conformidade com as especificações de confiabilidade comprovada.

7.6.2.5. Representações Gráficas

7.6.2.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes peças gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de locação dos pilares
Planta de pré-lançamento de todos os pavimentos
Planta de estimativa de cargas da superestrutura

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Planta de locação dos pilares:** Apresenta os possíveis pilares da concepção estrutural e suas interferências com os elementos de arquitetura, tais como esquadrias e paredes.
- Planta de pré-lançamento de todos os pavimentos:** Apresenta o lançamento estrutural pré-dimensionado para compatibilização com as demais disciplinas de arquitetura, instalações elétricas e hidráulicas, demonstrando níveis de lajes, alturas de lajes e vigas.
- Planta de estimativa de cargas da superestrutura:** Potencial solução de estruturas definida para uma investigação do custo mais apurada por meio de índices de consumo das peças pré-dimensionadas. O projeto de estruturas deve fornecer os parâmetros de cargas a serem suportadas pelas fundações escolhidas nesta etapa. Toda a rede de serviços disponíveis na localidade devem ser estudados para a correta estimativa de custos com transportes de maquinário se for o caso da solução adotada.

7.6.2.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes peças gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de locação e cargas dos pilares
Planta montagem de todos os pavimentos

Planta com corte longitudinal e transversal da estrutura

Planta de elementos estruturais específicos

Plantas de remoções e/ou demolições (quando aplicável)

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Planta de locação e cargas dos pilares:** Apresenta as seções dos pilares locados em relação a dois eixos de referência do terreno e todas as cargas que serão transmitidas aos elementos de fundação.
- Planta montagem de todos os pavimentos:** Apresenta as estruturas do sistema, incluindo dimensões principais, locações, ligações, níveis e contra flechas; as plantas de montagem devem estar harmonizadas com os projetos de Arquitetura, Estrutura de Concreto, Fundações e demais instalações; o projeto deve estar compatibilizado com os eixos e níveis do Projeto Arquitetônico e com os demais projetos; o projeto deve possuir nomenclatura, dimensionamento e detalhamento de ligação de todas as peças estruturais; nos detalhamentos devem ser indicadas as respectivas unidades de medida, a especificação e os quantitativos dos materiais utilizados; informações necessárias para o Projeto de Fundação e/ou de Estrutura de apoio.
- Planta com corte longitudinal e transversal da estrutura:** Demonstra os cortes longitudinais e transversais da estrutura em profundidade tal que demonstre perfeitamente a altura e interligação dos elementos estruturais.
- Planta de elementos estruturais específicos:** Contém detalhamento de elementos estruturais específicos (escadas, reservatórios, coberturas, passadiços etc.), bem como elementos de adorno em estruturas mistas.
- Plantas de remoções e/ou demolições (quando aplicável):** Indicação de demolições, retiradas ou supressões de estruturas existentes em imóveis a serem reformados ou reaproveitados para a nova edificação.

7.6.2.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável

Detalhamentos de montagens e fabricação

Detalhamentos de interligação e tratamento de estruturas mistas

Detalhamentos de furos e passagens

Plano de transporte de peças

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Detalhamentos de montagens e fabricação:** Conjunto de plantas com a sequência e metodologia de montagem; com informações de pesos e dimensões das peças da estrutura; com o posicionamento dos pontos de içamento; apresentando os equipamentos de transporte e montagem; bem como, detalhamentos necessários à fabricação; as escalas adotadas, para representação de estruturas metálicas, devem ser definidas em função dos tipos de desenhos e de acordo com cada caso. Dessa forma, recomenda-se o emprego das escalas dos desenhos de conjunto: 1:50, 1:100, dos desenhos de detalhe: 1:1, 1:5, 1:10, 1:20, 1:25; os desenhos de montagem devem possuir escala conveniente, de acordo com a complexidade do arranjo; os desenhos de conjunto devem indicar quais as normas utilizadas,

apresentar as classes de resistência das peças e materiais a serem empregados, as especificações das emendas, uniões e ligações, e de outros elementos integrantes, necessários para fabricação e montagem da estrutura; os desenhos de detalhes devem indicar as informações necessárias à execução e disposição de componentes; os desenhos de montagem devem fornecer diagramas de montagem que referenciam a posição relativa de cada um dos componentes do conjunto; a representação gráfica dos projetos de estruturas metálicas deve conter informações necessárias para análise, compreensão e detalhamento dos desenhos de projeto, fabricação e montagem da estrutura.

- b) **Detalhamentos de interligação e tratamento de estruturas mistas:** Detalhamentos de interligação e o tratamento da interface entre estruturas de concreto e de madeira.
- c) **Detalhamentos de furos e passagens:** Detalhamentos de furos, dimensões e compatibilização das demais disciplinas com as peças estruturais.
- d) **Plano de transporte de peças:** Detalhes da movimentação horizontal, tanto longitudinal e transversal, quanto vertical. O dimensionamento da infraestrutura levará em conta a sequência de colocação dos elementos estruturais e as suas disposições na edificação, temporária e definitiva.

7.6.2.6. Modelo BIM

7.6.2.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Estruturas Metálicas	2	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados tendo como referência a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma e orientação.</p> <p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> Representação dos elementos/ componentes do projeto (tais como: vigas, lajes, pilares etc.

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Estruturas Metálicas	2	<p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de pré-dimensionamento, com definição de materiais, tipologias e dimensões etc; • Parâmetros gerais de orçamentação e planejamento. <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo; • Extração de documentação legal (aprovação e acompanhamento); • Avaliação prévia de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento).
Projeto Básico	Estruturas Metálicas	3	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados com precisão em relação a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma, orientação e interfaces com outros sistemas.</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representação de todos os elementos/ componentes do projeto através de geometria com dimensões específicas definidas (representação tridimensional fiel), com determinação precisa das respectivas peças; • Elevações reais, localização e tipologia de conexões das peças; • Principais elementos de conexões típicas aplicadas a todos as conexões de aço estrutural, como placas de base, reforço placas, hastes de ancoragem etc.; • Quaisquer membros de aço diversos com tamanho correto, forma, orientação e material; • Qualquer reforço de estrutura de aço, como teia, reforçadores, penetrações etc. • Detalhamento das interfaces e conexões entre elementos da mesma disciplina ou de disciplinas distintas; • Tabelas de quantitativos precisas, que incluem as características técnicas dimensionais, localização e orientação de todos os elementos, conforme os parâmetros de planejamento e orçamentação para a obra. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de dimensionamento, com especificações completas, incluindo definição de materiais, tipologias, informações técnicas quantidades e tipos de aço, ligações, numerações e identificações, codificações e classificações etc; • Parâmetros específicos de orçamentação e planejamento. <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elementos 3D associados às informações paramétricas que formam a edificação virtual, representando os elementos/ componentes da disciplina; • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo, conforme composição do orçamento; • Extração de documentação e desenhos técnicos com informações suficientes para execução da obra com todo detalhamento necessário; • Verificação de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas;

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Projeto Básico	Estruturas Metálicas	3	<ul style="list-style-type: none"> · Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento) em conformidade com os parâmetros de orçamentação.
Projeto Executivo	Estruturas Metálicas	4	<p>Inclui toda a descrição do LOD 3 acrescentando as seguintes:</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Soldas; · Arruelas, porcas etc; · Todos os elementos de montagem; · Aberturas e janelas de passagens · Detalhamentos específicos, em formato tridimensional sempre que possível, para fabricação, montagem e/ou instalação de elementos ou componentes das peças projetadas. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Documentação de execução dos serviços (instruções, especificações, normas etc); · Referências de fabricantes.
As Built	Estruturas Metálicas	5	<p>A descrição do LOD 4 incluindo as informações construtivas da obra conforme foi executada e demais informações tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Especificação de marca, modelo, fabricante das peças, data de montagem, relatórios de testes e comissionamento, entre outros; · Informações pertinentes e necessárias para a manutenção preventiva e corretiva das instalações, bem como para o seu controle e operação.

7.6.2.7. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- a) Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- b) Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

7.6.2.7.1. Levantamento Tradicional

No caso específico das estruturas metálicas, os quantitativos de materiais e serviços podem ser agrupados conforme a seguinte organização: estrutura metálica completa; peças principais; perfis laminados; perfis soldados; perfis leves constituídos de chapas dobradas; trilhos; tubos; barra redonda; chapas de uso geral e chapas de piso; grelha; montagem; dispositivos de ligação; parafusos; solda; chumbadores; rebites; conectores; pinos; acessórios, esticadores e presilhas; olhais; cabos de aço; manilhas; sapatilhas; tratamento anticorrosivo; pintura de acabamento; revestimento contra fogo.

7.6.2.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos e características técnicas deverá ser executada preferencialmente de forma direta do modelo do Projeto de Estruturas Metálicas, e ter exata correlação com as tabelas geradas para as pranchas de desenho. Para tanto é fundamental que os elementos estejam devidamente classificados e categorizados para os sistemas de arquitetura conforme os parâmetros de planejamento, de orçamento, e devidamente orientados pelo plano de execução de projeto. Deverá ser garantida a precisão, a consistência, a rastreabilidade e a agilidade de acessos as informações.

Todos os itens descritos nas Especificações Técnicas do Projeto deverão ter seus correlatos na quantificação e nas unidades da mesma forma que o levantamento tradicional, sendo de responsabilidade dos projetistas garantir a interdependência de todos os documentos técnicos com o planejamento e orçamento da obra.

À CONTRATADA é facultada a modelagem de componentes que não os exigidos neste Manual. Contudo, os quantitativos que não puderem ser levantados

de forma automática deverão ser apresentados em forma tradicional e, ainda, retornar ao modelo, via software de integração, para fins de planejamento e orçamentação nas simulações.

7.6.2.8. Referências

ANSI - American National Standards Institute.

ANSI/AWS A 2.4 - Symbols for welding and nondestructive testing.

ANSI/AWS A 5.1 - Specification for covered carbon steel arc welding eletrodes.

ANSI/AWS A 5.17 - Specification for carbon steel electrodes and fluxes for submerged arc welding.

ANSI/AWS A 5.18 - Specification for carbon steel filler metals for gas shielded arc welding.

ANSI/AWS A 5.23 - Specification for low alloy steel eletrodes and fluxes for submerged arc welding.

ANSI/AWS A 5.28 - Specification for low alloy steel filler metals for gas submerged arc welding.

ANSI/AWS A 5.5 - Specification for low alloy steel covered arc welding electrodes.

ANSI/AWS D 1.1 - Structural Welding Code.

ASTM - American Society for Testing and Materials.

ASTM A 307 - Low carbon steel externally and internally threaded standard fasteners – Specification.

ASTM A 36 - Structural steel.

AWS - American Welding Society.

Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC. Brasília, 2016.

Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. [s.l.]: AsBEA, 2015.

NBR 10067 - Princípios gerais de representação em desenho técnico.

NBR 14323 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio.

NBR 14432 - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento.

NBR 14762 dimensionamento de estruturas de aço perfis formados a frio.

NBR 15575-2 - Edificações habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais.

NBR 16775 - Estruturas de aço, estruturas mistas de aço e concreto, coberturas e fechamentos de aço — Gestão dos processos de projeto, fabricação e montagem — Requisito.

NBR 5000 - Chapas grossas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica – Especificação.

NBR 5004 - Chapas finas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica – Especificação.

NBR 5008 - Chapas grossas de aço de baixa e alta resistência mecânica, resistentes à corrosão atmosférica para uso estrutural – Especificação.

NBR 5920/NBR 5921 - Chapas finas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica, resistentes à Corrosão Atmosférica para Uso Estrutural (a frio/ a quente) – Especificação.

NBR 6118 - Projeto e execução de obras de concreto armado – Procedimento.

NBR 6120 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações – Procedimento.

NBR 6123 - Forças devidas ao Vento em Edificações – Procedimento.

NBR 6313 - Peça fundida de aço carbono para uso geral – Especificação.

NBR 6648 - Chapas grossas de aço carbono para uso estrutural – Especificação.

NBR 6649/NBR 6650 - Chapas finas a quente de aço carbono para uso estrutural – Especificação.

NBR 7007 - Aço para perfis laminados para uso estrutural – Especificação.

NBR 7242 - Peças fundidas de aço de alta resistência para fins estruturais – Especificação.

NBR 8261 - Perfil tubular de aço carbono, formado a frio, com e sem costura, de seção circular, quadrada ou retangular para uso estrutural – Especificação.

NBR 8681 - Ações e segurança nas estruturas.

NBR 8800 - Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios – Procedimento

PARANÁ. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Caderno BIM: Coletânea de Cadernos Orientadores, Curitiba: SEIL/PR, 2018. V.4.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2.

SEAP - Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio. Manual de obras públicas -Edificações 2020.

7.6.3. Estruturas de Madeira

7.6.3.1. Introdução

O Projeto de Estruturas de Madeira é o conjunto de elementos gráficos, como memoriais, desenhos e especificações, que visa definir e disciplinar a fabricação e montagem da parte da edificação considerada resistente às ações e coações atuantes.

Tal projeto deverá ser desenvolvido visando obter economia e durabilidade, além de atender aos requisitos de segurança, funcionalidade e facilidade de manutenção.

O projeto deverá considerar a economia da estrutura de madeira como um todo e não apenas de um só dos seus componentes.

O projeto deverá evitar condições propícias ao desenvolvimento de fungos, favorecido pela presença conjunta de umidade, temperatura e aeração. E, para a eliminação desses fatores desfavoráveis, a estrutura será projetada observando as seguintes condições: drenagem satisfatória; isolamento da madeira de fontes

de umidade; ventilação e controle de condensação de vapor em espaços fechados; e impedimentos de entrada e retenção de águas de chuva.

Deverá também ser evitada a utilização de estrutura de madeira em condições de contato direto com a água e variações de seu nível.

Em particular, deverão ser tomados cuidados especiais no caso de peças em contato com o solo e com o de lençol freático de nível variável.

O projeto estrutural deverá ser desenvolvido com a finalidade de assegurar a máxima durabilidade e reduzir os custos de manutenção.

Deverá prever o tratamento de proteção dos componentes da estrutura, tendo em vista as condições ambientais de utilização, especialmente no que se refere a ambientes com umidade favorável ao desenvolvimento de fungos.

O tipo de tratamento deverá considerar a vida útil prevista para a edificação, bem como atender às exigências impostas pelo projeto arquitetônico, do ponto de vista estético e visual.

Na impossibilidade da execução de disposições preventivas para o desenvolvimento de fungos e consequente redução de durabilidade e resistência mecânica, o projeto deverá prever o tratamento da madeira ou a utilização de espécies mais duráveis e resistentes.

O projeto deverá estipular inspeções periódicas na estrutura, a fim de detectar eventuais infiltrações de umidade ou água de condensação, possibilitando ações de proteção.

Para o atendimento do requisito de economia da estrutura, o sistema estrutural deverá ser escolhido através da análise dos seguintes itens:

- a) Estrutura como um todo.
- b) Tipo de utilização da estrutura.
- c) Configuração requerida pela função.
- d) Escolha do perfil da seção mais adequado e econômico.
- e) Modulação das estruturas.
- f) Número mínimo de tipos de peças.
- g) Máxima padronização e simplicidade de detalhes adotados.
- h) Máximo aproveitamento das características da peça quanto às solicitações.

Deverão ser evitados detalhes especiais e, sempre que possível, o projeto deverá adotar detalhes típicos ou detalhes-padrão.

As estruturas mistas deverão atender aos preceitos estabelecidos em cada subcategoria estrutural deste manual de acordo com as tipologias utilizadas em projeto.

A presente disciplina contempla os seguintes entregáveis:

Entregável
Memorial Descritivo
Especificação Técnica
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Modelo BIM
Representações Gráficas
Planilha de Serviços
Memorial de Quantificação

7.6.3.2. Memorial Descritivo

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Responsáveis técnicos: listar todos os responsáveis técnicos por essa fase do projeto, identificando os respectivos números das Anotações de Responsabilidade Técnica.
- b) Referências normativas: normas ou códigos específicos adotados no projeto.
- c) Documentos de referência: informações, documentos e plantas que foram levantados e utilizados para elaboração do projeto.
- d) Necessidades do cliente referentes à arquitetura da edificação, assim como as necessidades específicas de outras disciplinas.
- e) Alternativas de solução para atendimento às necessidades do cliente.
- f) Concepção final adotada, considerando parâmetros técnicos, econômicos e ambientais.
- g) Descrição geral de todo o sistema, suas interfaces, partes componentes e justificativa do pleno atendimento às exigências estabelecidas pelas respectivas normas técnicas e pela instrução para elaboração de projetos.
- h) Remoções e/ou demolições, com identificação das áreas, redes, ins-

- talações e/ou edificações afetadas, com as respectivas justificativas.
- i) Descrição da concepção estrutural do projeto, contemplando as características e objetivos de uso constantes no projeto arquitetônico.
 - j) Descrição dos critérios de durabilidade aplicados sobre a concepção estrutural e dimensionamentos das peças.
 - k) Descrição das condições ambientais que correspondem às ações físicas e químicas a que se expõem a madeira, produzindo efeitos não considerados entre os efeitos de cargas ou ações previstas no projeto da estrutura.
 - l) Resistência da estrutura de madeira em situação de incêndio.
 - m) Tabela de cargas incidentes em cada pavimento, inclusive carregamentos temporários, geralmente realizados durante a construção, cargas de alvenarias, revestimentos, vento, sismos e carga térmica adotada;

7.6.3.3. Especificação Técnica

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Madeira: local de aplicação; finalidade; tipo ou espécie; categoria; umidade; características mecânicas; características geométricas; acabamento.
- b) Dispositivos de ligação de pinos e tarugos: local de aplicação; finalidade; tipo ou espécie; categoria; umidade; características mecânicas; características geométricas; acabamento.
- c) Dispositivos de ligação de pregos: local de aplicação; finalidade; classe.
- d) Dispositivos de Ligação Pinos e Parafusos: local de aplicação; finalidade; tipo de aço; características mecânicas; características geométricas; características de proteção.
- e) Dispositivos de Ligação de Conectores ou Anéis Metálicos: local de aplicação; finalidade; tipo de aço; características mecânicas; características geométricas; características de proteção.
- f) Dispositivos de Ligação tipo Colas: local de aplicação; finalidade; tipo; características mecânicas; características físicas.
- g) Dispositivos Auxiliares (Grampos, Braçadeiras, Cantoneiras, Talas e Outros): local de aplicação; finalidade; função; tipo; características mecânicas; características geométricas; características de proteção.
- h) Materiais de Proteção: local de aplicação; finalidade; características; forma de aplicação.

7.6.3.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Descrição dos critérios, parâmetros, gráficos, fórmulas, ábacos e softwares utilizados.
- b) Tensões e cargas admissíveis.
- c) Descrição dos modelos estruturais e hipóteses de concepção.
- d) Hipóteses de carregamento (cargas atuantes e suas combinações).
- e) Cálculos estáticos e de composição de cargas e atuações.
- f) Especificação e características dos materiais utilizados.
- g) Cálculos de deformações na estrutura para a verificação da necessidade de adoção de contra flechas.
- h) Todas as cargas consideradas, incluídos os efeitos dinâmicos, provenientes do processo executivo, transporte e montagem das peças, sendo estas e as respectivas ligações dimensionadas para a combinação mais desfavorável em cada seção.
- i) Hipóteses de carregamentos adotados.
- j) Deslocamentos admissíveis e previstos em projeto.
- k) Os valores das tensões admissíveis a serem considerados e os critérios de dimensionamento relativos a cada tipo de solicitação são os previstos na NBR 7190.
- l) No caso de peças permanentemente submersas, deverão ser consideradas as reduções das tensões admissíveis indicadas na NBR 7190.
- m) Para os elementos constituídos de madeira laminada e colada, ou por madeira compensada, os valores das tensões admissíveis poderão sofrer acréscimos, desde que comprovados por laboratórios idôneos, e aceitos pelo Contratante.

7.6.3.5. Representações Gráficas

7.6.3.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes peças gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de locação e cargas dos pilares
Planta montagem de todos os pavimentos

 Planta de estimativa de cargas da superestrutura

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Planta de locação dos pilares:** desenho que apresenta os possíveis pilares da concepção estrutural e suas interferências com os elementos de arquitetura, tais como esquadrias e paredes.
- Planta de pré-lançamento de todos os pavimentos:** desenho que apresenta o lançamento estrutural pré-dimensionado para compatibilização com as demais disciplinas de arquitetura, instalações elétricas e hidráulicas, demonstrando níveis de lajes, alturas de lajes e vigas.
- Planta de estimativa de cargas da superestrutura:** planta com a potencial solução de estruturas definida para uma investigação do custo mais apurada por meio de índices de consumo das peças pré-dimensionadas. O projeto de estruturas deve fornecer os parâmetros de cargas a serem suportadas pelas fundações escolhidas nesta etapa. Toda a rede de serviços disponíveis na localidade devem ser estudados para a correta estimativa de custos com transportes de maquinário se for o caso da solução adotada.

7.6.3.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes peças gráficas deverão ser apresentadas:

 Entregável

Planta de locação e cargas dos pilares

Planta montagem de todos os pavimentos

Planta com corte longitudinal e transversal da estrutura

Planta de elementos estruturais específicos

Plantas de remoções e/ou demolições (quando aplicável)

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Planta de locação e cargas dos pilares:** desenho que apresenta as seções dos pilares locados em relação a dois eixos de referência do terreno e todas as cargas que serão transmitidas aos elementos de

fundação.

- Planta montagem de todos os pavimentos:** plantas de todas as estruturas do sistema, incluindo dimensões principais, locações, ligações, níveis e contraflechas; as plantas de montagem devem estar harmonizadas com os projetos de Arquitetura, Estrutura de Concreto, Fundações e demais instalações; o projeto deve estar compatibilizado com os eixos e níveis do Projeto Arquitetônico e com os demais projetos; o projeto deve possuir nomenclatura, dimensionamento e detalhamento de ligação de todas as peças estruturais; nos detalhamentos devem ser indicadas as respectivas unidades de medida, a especificação e os quantitativos dos materiais utilizados; informações necessárias para o Projeto de Fundação e/ou de Estrutura de apoio.
- Planta com corte longitudinal e transversal da estrutura:** desenho que demonstre os cortes longitudinais e transversais da estrutura em profundidade tal que demonstre perfeitamente a altura e interligação dos elementos estruturais.
- Planta de elementos estruturais específicos:** desenhos contendo detalhamento de elementos estruturais específicos (escadas, estruturas de coberturas, passadiços etc.), bem como elementos de adorno em estruturas mistas.
- Plantas de remoções e/ou demolições (quando aplicável):** planta com a indicação de demolições, retiradas ou supressões de estruturas existentes em imóveis a serem reformados ou reaproveitados para a nova edificação.

7.6.3.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

 Entregável

Planta de locação dos pilares

Planta de pré-lançamento de todos os pavimentos

Planta de estimativa de cargas da superestrutura

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

Planta com corte longitudinal e transversal da estrutura

Planta de elementos estruturais específicos

Plantas de remoções e/ou demolições (quando aplicável)

Nessa fase, no mínimo, as seguintes peças gráficas deverão ser apresentadas:

- a) **Detalhamentos de montagens e fabricação:** detalhes que apresentem Sequência e metodologia de montagem, apresentando os pesos e dimensões das peças, o posicionamento ou indicação dos pontos de içamento; os equipamentos de transporte e montagem; apresentar os detalhamentos de montagem e esquemas de corte e fabricação das peças de madeira; As escadas adotadas, para representação de estruturas de madeira, devem ser definidas em função dos tipos de desenhos e de acordo com cada caso. Dessa forma, recomenda-se o emprego das escalas dos desenhos de conjunto: 1:50, 1:100 e dos desenhos de detalhe: 1:1, 1:5, 1:10, 1:20, 1:25; os desenhos de montagem: escala conveniente, de acordo com a complexidade

do arranjo. Os desenhos de conjunto devem indicar quais as normas utilizadas, apresentar as classes de resistência das peças e materiais a serem empregados, as especificações das emendas, uniões e ligações, e de outros elementos integrantes, necessários para fabricação e montagem da estrutura. Os desenhos de detalhes devem indicar as informações necessárias à execução e disposição de componentes. Os desenhos de montagem devem fornecer diagramas de montagem que referenciam a posição relativa de cada um dos componentes do conjunto.

- b) **Detalhamentos de interligação e tratamento de estruturas mistas:** plantas com detalhamentos de interligação e o tratamento da interface entre estruturas de concreto e metálicas; detalhamento de aplicação da proteção contra cupins e fungos.
- c) **Detalhamentos de furos e passagens:** planta com os detalhamentos de furos, reforços em aço, dimensões e compatibilização das demais disciplinas com as peças estruturais;
- d) **Plano de transporte de peças:** deve ser apresentado o processo de transporte, com os detalhes da movimentação horizontal, tanto longitudinal e transversal, quanto vertical.

7.6.3.6. Modelo BIM

7.6.3.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Estruturas de Madeira	2	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados tendo como referência a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma e orientação.</p> <p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representação dos elementos/ componentes do projeto (tais como: vigas, lajes, pilares etc. • Tamanho da treliça, profundidade e material com inclinação e geometria; • Espaçamento e elevações finais; • Locais de suporte; • Quaisquer membros de madeira ou aço diversos com tamanho correto, forma, orientação e material; • Qualquer reforço de estrutura de aço;

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Estruturas de Madeira	2	<p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de pré-dimensionamento, com definição de materiais, tipologias e dimensões etc; • Parâmetros gerais de orçamentação e planejamento. <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo; • Extração de documentação legal (aprovação e acompanhamento); • Avaliação prévia de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento).
Projeto Básico	Estruturas de Madeira	3	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados com precisão em relação a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma, orientação e interfaces com outros sistemas.</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representação de todo os elementos/ componentes do projeto através de geometria com dimensões específicas definidas (representação tridimensional fiel), com determinação precisa das respectivas peças; • Perfil de treliça final real com pontos de painel precisos; • Ponte e suportes laterais das peças; • Revestimento de proteção contra fogo; • Qualquer estrutura diversa pertencente à treliça e sua montagem; • Detalhes de montagem para instalação; • Sugestão dos locais para parafusos grandes; • Detalhamento das interfaces e conexões entre elementos da mesma disciplina ou de disciplinas distintas; • Tabelas de quantitativos precisas, que incluem as características técnicas dimensionais, localização e orientação de todos os elementos, conforme os parâmetros de planejamento e orçamentação para a obra. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de dimensionamento, com especificações completas, incluindo definição de materiais, tipologias, informações técnicas quantidades e tipos de madeira e aço, ligações, numerações e identificações, codificações e classificações etc; • Parâmetros específicos de orçamentação e planejamento. <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elementos 3D associados às informações paramétricas que formam a edificação virtual, representando os elementos/ componentes da disciplina; • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo, conforme composição do orçamento; • Extração de documentação e desenhos técnicos com informações suficientes para execução da obra com todo detalhamento necessário; • Verificação de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento) em conformidade com os parâmetros de orçamentação.

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Projeto Executivo	Estruturas de Madeira	4	Inclui toda a descrição do LOD 3 acrescentando as seguintes: Informações gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Fixadores; • Selantes; • Placas de treliça e material de conexão; • Pregos e fechos; • Placas treliçadas e de reforço; • Padrões de encaixe e juntas; • Aberturas e janelas de passagens; • Detalhamentos específicos, em formato tridimensional sempre que possível, para fabricação, montagem e/ou instalação de elementos ou componentes das peças projetadas. Informações não gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Documentação de execução dos serviços (instruções, especificações, normas etc); • Referências de fabricantes.
			As Built

7.6.3.7. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

7.6.3.7.1. Levantamento Tradicional

No caso específico das estruturas de madeira, os quantitativos de materiais e serviços podem ser agrupados conforme a seguinte organização: estrutura de madeira completa; peças principais; pranchões; pranchas; vigas; vigotas; caibros; tábuas; sarrafos; ripas; dispositivos de ligação; pregos; pinos; parafusos com porca e arruela; conectores; tarugos ou chavetas; cola; grampos; braçadeiras; tratamento; pintura de acabamento.

7.6.3.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos e características técnicas deverá ser executada, preferencialmente, de forma direta do modelo do projeto de estruturas de madeira, e ter exata correlação com as tabelas geradas para as pranchas de desenho.

Para tanto, é fundamental que os elementos estejam devidamente classificados e categorizados para os sistemas de arquitetura conforme os parâmetros de planejamento, de orçamento, e devidamente orientados pelo plano de execução de projeto.

Deverá ser garantida a precisão, a consistência, a rastreabilidade e a agilidade de acessos as informações.

Todos os itens descritos nas especificações técnicas deverão ter seus correlatos na quantificação e nas unidades da mesma forma que o levantamento tradicional, sendo de responsabilidade dos projetistas garantir a interdependência de todos os documentos técnicos com o planejamento e orçamento da obra.

À CONTRATADA é facultada a modelagem de componentes que não os exigidos neste Manual. Contudo, os quantitativos que não puderem ser levantados de forma automática deverão ser apresentados em forma tradicional e, ainda, retornar ao modelo, via software de integração, para fins de planejamento e orçamentação nas simulações.

7.6.4. Referências

Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC. Brasília, 2016.

Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. [s.l.]: AsBEA, 2015

NBR 10067 - Princípios Gerais de Representação em Desenho Técnico.

NBR 15575-2 - Edificações habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais.

NBR 6120 - Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edifício – Procedimento.

NBR 6123 - Forças Devidas ao Vento em Edificações – Procedimento.

NBR 6230 - Ensaios Físicos e Mecânicos da Madeira - Método de Ensaio.

NBR 7190 - Cálculo e Execução de Estrutura de Madeira.

NBR 7203 - Madeira Serrada e Beneficiada.

Normas e Códigos Estrangeiros: “American Institute of Timber Construction (aitc). Timber Construction Manual.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Caderno BIM: Coletânea de Cadernos Orientadores, Curitiba: SEIL/PR, 2018. V.4.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2.

SEAP - Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio. Manual de obras públicas -Edificações 2020.

7.7. Fundações

7.7.1. Introdução

O projeto de fundações pode ser definido como o conjunto de elementos gráficos, memoriais, desenhos e especificações, que visa definir e disciplinar todas as fundações, ou o sistema estrutural que transmite ao terreno as cargas da estrutura das edificações do sítio aeroportuário.

Para fins de projeto de fundações, os resultados das investigações geológico-geotécnicas deverão ser analisados com o intuito de definir as características de resistência de cada uma das camadas de solo intervenientes na solução de fundação adotada.

Deverá ser solicitada a execução de investigações geotécnicas adicionais conforme prescreve a NBR 8036 sempre que, em qualquer etapa de elaboração do projeto, forem constatadas divergências ou incoerências entre os dados disponíveis, de tal forma que as dúvidas fiquem completamente esclarecidas.

Os estudos para o projeto das fundações deverão apoiar-se no levantamento de dados e informações pertinentes ao sistema, tais como:

- a) planta de locação das sondagens;
- b) resultados das investigações geotécnicas, incluindo desenhos apresentando em seções o perfil geológico-geotécnico típico da região;
- c) topografia da área;
- d) levantamento de edificações vizinhas;
- e) projeto da estrutura com as cargas atuantes previstas para a fundação; e
- f) disponibilidade de equipamentos na região.

Com base nas informações e dados obtidos, dever-se-á proceder à elaboração de estudos geológico-geotécnicos, a fim de determinar os parâmetros e critérios de projeto, através de uma perfeita caracterização das camadas de solo que receberão as cargas da fundação.

Para calcular os esforços nas fundações, além dos fornecidos pelo projeto da estrutura, dever-se-á levar em conta as variações de pressões decorrentes da execução eventual de aterros, reaterros, escavações e variações do nível d'água, bem como os diferentes carregamentos durante as fases de execução dos serviços e obras.

Em qualquer caso, os efeitos favoráveis à estabilidade decorrentes de empuxos de terra ou de água somente deverão ser considerados quando for possível garantir a sua atuação contínua e permanente.

Será vedada qualquer redução de cargas em decorrência de efeito de subpressão.

Quando considerada a combinação de carga que engloba o efeito da ação do vento e os diversos tipos de carregamento previstos pelas Normas Brasileiras, poder-se-á, na combinação mais desfavorável, majorar em 30% os valores admissíveis das taxas no terreno e das cargas nas estacas e tubulões. Entretanto, esses valores admissíveis não poderão ser ultrapassados quando consideradas apenas as cargas permanentes e acidentais.

As escavações necessárias à execução das fundações, bem como as que se destinam a obras permanentes, deverão ser analisadas quanto à estabilidade dos seus taludes. Será dispensável o estudo de estabilidade para escavações com alturas inferiores a 1,50 metros, desde que o nível d'água do terreno se encontre abaixo desta profundidade.

A solução adotada para as fundações deverá dar especial atenção para o nível d'água do terreno, devidamente compatibilizada com um eventual pavimento ou subsolo da edificação.

Em função das cargas aplicadas, tipo de estaca ou tubulão, comprimento, número de estacas ou tubulões, por apoio e características geotécnicas do solo de fundação, deverão ser determinados os recalques totais, diferenciais e distorções angulares, e comparados com os admissíveis fornecidos pelo projeto da estrutura.

Os recalques deverão ser estimados por uma das teorias da Mecânica dos Solos, de utilização consagrada e perfeitamente aplicável à área de implantação da edificação.

A presente disciplina contempla os seguintes entregáveis:

Entregável
Memorial Descritivo
Especificação Técnica
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Representações Gráficas
Modelo BIM

 Planilha de Serviços

 Memorial de Quantificação

7.7.2. Memorial Descritivo

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Responsáveis técnicos: listar todos os responsáveis técnicos por essa fase do projeto, identificando os respectivos números das Anotações de Responsabilidade Técnica.
- b) Referências normativas: listagem das normas ou códigos específicos adotados no projeto.
- c) Documentos de referência: informações, documentos e plantas que foram levantados e utilizados para elaboração do projeto de fundações e contenções.
- d) Informações Gerais: características gerais da obra tais como área construída, número de pavimentos, área em projeção, área do terreno e tipologia da estrutura.
- e) Remoções e/ou demolições, com identificação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados, com as respectivas justificativas.
- f) Considerações relativas à escolha do tipo de fundação, justificando com base nas investigações geotécnicas e cargas das edificações.
- g) Informações relevantes extraídas dos Estudos Geotécnicos e a disponibilidade local dos equipamentos a serem utilizados na obra durante a execução.
- h) Considerações sobre o dimensionamento e comportamento das fundações ao longo do tempo e eventuais riscos de danos em edificações vizinhas.
- i) Hipóteses de carregamento e suas respectivas combinações.
- j) Resistência característica do concreto considerado, quando for o caso.
- k) Alternativas de solução, levando-se em consideração a disponibilidade de equipamentos locais para execução das fundações.
- l) Concepção final adotada, mais vantajosa para a edificação, considerando parâmetros técnicos, econômicos e ambientais.
- m) Descrição geral do sistema de fundações e contenções, suas interfaces com o projeto estrutural, partes componentes, justificativa que

evidencie o atendimento às exigências estabelecidas pelas respectivas normas técnicas e pela instrução para elaboração de projetos.

- n) Apresentar a solução adotada evidenciando a sua compatibilidade com o projeto arquitetônico, topográfico e de estruturas.
- o) Apresentar as interferências com outras disciplinas: devem ser listados os requisitos a serem atendidos pelos projetos das demais disciplinas envolvidas no projeto da edificação, tais como o projeto de arquitetura, de tubulações enterradas e infraestruturas de alimentação elétrica e hidráulica, entre outros.

7.7.3. Especificação Técnica

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Tipologia da fundação e seu método executivo.
- b) Metodologia proposta de escavação e execução considerando as medidas de segurança para escavações e contenções.
- c) Método de rebaixamento do lençol freático.
- d) Tensões admissíveis nas cotas de assentamento.
- e) Características de compactação de eventuais aterros e reaterros.
- f) Tipo de escavação para execução dos blocos de coroamento.
- g) Dimensões das estacas e suas cargas de trabalho.
- h) Equipamentos, acessórios e ferramentas a serem utilizados por tipo de escavação.
- i) Sistemas auxiliares necessários para a cravação das estacas.
- j) Sequência de operações de execução do estaqueamento e tubulões.
- k) Características físico-químicas dos elementos auxiliares para perfuração (caso das estacas escavadas).
- l) Períodos de execução e intervalos de tempo máximos entre operações sucessivas (escavação, limpeza e concretagem).
- m) Tolerâncias quanto à locação, verticalidade e outras, durante a execução ou escavação da estaca, frequência da amostragem dos materiais componentes das estacas, e tipos de ensaios.
- n) Condições de execução e quantidade das provas de carga, em função do volume de serviço, negas e critérios para sua determinação (estacas cravadas).
- o) Critérios de acompanhamento e de liberação para concretagem dos elementos estruturais da fundação pelo engenheiro responsável pela execução desta etapa.
- p) Resistência do concreto (fck) e controle tecnológico do concreto

- empregado.
- q) Procedimentos de execução das estacas e critérios de aceitação.
 - r) Indicação do critério de slump test conforme norma pertinente.
 - s) Metodologia de escavação dos tubulões (céu aberto ou ar comprimido).
 - t) Características do revestimento ou camisa e respectivos cuidados executivos.
 - u) Tolerâncias quanto à locação, verticalidade e outras, durante a execução.
 - v) Taxas admissíveis na base dos tubulões e na cota de assentamento.
 - w) Frequência da amostragem dos materiais componentes do tubulão e tipos de ensaios.
 - x) Condições de execução e quantidade de provas de carga, em função do volume de serviço.
 - y) Condições de acesso do maquinário à obra.
 - z) Critérios de controle ambiental de execução dos serviços, critérios de aceitação dos materiais e execução dos serviços e os critérios de medição e pagamento.

7.7.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Descrição dos critérios, parâmetros, gráficos, fórmulas, ábacos e softwares utilizados.
- b) Tensões e cargas admissíveis.
- c) Cálculo estimativo dos recalques totais, diferenciais e distorções angulares e comparação com os valores admissíveis.
- d) Considerações sobre o comportamento das fundações ao longo do tempo e eventuais riscos de danos em edificações vizinhas.
- e) Descrição dos modelos estruturais e hipóteses de concepção.
- f) Hipóteses de carregamento (cargas atuantes e suas combinações).
- g) Cálculos estáticos e de composição de cargas e atuações.
- h) Especificação e características dos materiais utilizados (concreto, aço, madeira etc.).
- i) No caso de solos colapsíveis, deverão ser considerados os recalques originados de modificações que possam ocorrer no terreno por efeito de saturação.
- j) O dimensionamento deverá prever o processo de cálculo mais adequado para a determinação da quantidade de armadura e da resis-

tência do concreto, considerando a geometria do elemento de fundação, especialmente a relação base/altura.

7.7.5. Representações Gráficas

7.7.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de locação das sondagens
Planta com as possíveis soluções de fundação e contenções
Planta de cargas proveniente da superestrutura
Plantas de locação e pré-formas das fundações

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta de locação das sondagens:** planta, em escala adequada, apresentando as a investigação geotécnica prévia e o perfil geral do solo.
- b) **Planta com as possíveis soluções de fundação e contenções:** planta de implantação com as possíveis soluções a serem adotadas, com indicação das características principais das fundações levando-se em consideração o perfil geotécnico do solo. Esta planta deve estar em consonância com o levantamento planialtimétrico, as sondagens em áreas próximas e o anteprojeto de arquitetura.
- c) **Planta de cargas proveniente da superestrutura:** planta da superestrutura apresentando a distribuição inicial dos pilares e todas as cargas provenientes destes que serão transmitidas para as fundações.
- d) **Plantas de locação e pré-formas das fundações:** planta apresentando a provável locação das fundações, blocos, sapatas ou tubulões, cotadas em relação ao eixo referencial da estrutura, condizente com os pilares provenientes da superestrutura.

7.7.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes peças gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Plantas de locação dos pilares e respectivas cargas
Planta de locação das estacas, blocos de fundação, tubulões ou sapatas
Planta de formas e armação dos blocos ou sapatas
Planta de formas e armação das vigas de fundação, travamento e de rigidez
Plantas de remoções e/ou demolições (quando aplicável)

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Plantas de locação dos pilares e respectivas cargas:** planta apresentando a locação dos pilares bem como as cargas concentradas e momentos provenientes da superestrutura.
- Planta de locação das estacas, blocos de fundação, tubulões ou sapatas:** planta apresentando a locação das fundações, blocos, sapatas ou tubulões, com as distâncias entre eixos das peças, a partir de um ponto de referência bem definido, além de cotas necessárias para o correto posicionamento dos elementos estruturais. Preferencialmente deverá ser utilizado um sistema de eixos ortogonais a partir dos quais serão cotados os pilares e demais elementos da fundação. No caso de existirem elementos rotacionados em relação aos eixos ortogonais, esses deverão ter cotas adicionais, permitindo sua perfeita locação na obra. Deverão ser indicadas as cargas atuantes em cada pilar e a identificação dos pilares com sua respectiva seção transversal, seguindo a mesma numeração do projeto da superestrutura.
- Plantas de formas das fundações e armação dos blocos ou sapatas:** planta com as dimensões dos blocos de estacas ou sapatas e os respectivos detalhamentos de armação. Nas plantas deverão constar as dimensões dos elementos de fundação, em planta e em corte, detalhamento da armadura, cotas de assentamento em relação ao sistema de referência, bem como o consumo de materiais (volume de concreto, área de forma e quadro de ferros) e resistência

característica à compressão do concreto.

- Planta de formas e armação das vigas de fundação, travamento e de rigidez:** planta de detalhamento da forma e armação de vigas de fundações de alvenarias térreas, vigas de travamento e rigidez dos elementos de fundação, bem como o consumo de materiais (volume de concreto, área de forma e quadro de ferros) e resistência característica à compressão do concreto.
- Plantas de remoções e/ou demolições (quando aplicável):** planta documentando a edificação ou infraestruturas existentes que tiveram que ser removidas e/ou demolidas para a nova construção.

7.7.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes peças gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de detalhamento de montagem
Planta de detalhamentos específicos dos arranques
Planta de detalhes construtivos

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Planta de detalhamento de montagem:** Planta com as seções longitudinais e transversais, mostrando a quantidade, o diâmetro, a posição, os espaçamentos e os comprimentos de todas as armaduras longitudinais e transversais, bem como os detalhes construtivos de cada peça e a respectiva ordem de execução e montagem.
- Planta de detalhamentos específicos dos arranques:** Planta com as armaduras de arranque dos pilares, além de detalhados os locais de interligação das fundações com os blocos de coroamento. Caso se faça necessário o detalhe de armaduras em mais de uma prancha, cada uma das pranchas deverá possuir um quadro com resumo de consumo de materiais (aço, concreto e forma), coerente com o dimensionamento realizado na fase anterior, projeto básico.
- Planta de detalhes construtivos:** Planta contendo detalhes construtivos da escavação por tipo de fundação ou contenção, detalhes construtivos necessários ao corte e dobra da armação, detalhamen-

to de utilização do maquinário de execução da tipologia da fundação, bem como todos os detalhes que interfiram com outros sistemas prediais (instalações hidrossanitárias e instalações elétricas), que deverão ser elaborados em conjunto, de forma que estejam perfeitamente harmonizados entre si.

7.7.6. Modelo BIM

7.7.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Fundações	2	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados tendo como referência a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma e orientação.</p> <p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representação dos elementos/ componentes do projeto (tais como: vigas baldrame, sapatas, radiers, estacas, cortinas de conteção etc). <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de pré-dimensionamento, com definição de materiais, tipologias, dimensões e taxas de armadura, resistência do concreto e tipologia etc; • Parâmetros gerais de orçamentação e planejamento. <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo; • Extração de documentação legal (aprovação e acompanhamento); • Avaliação prévia de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento).
Projeto Básico	Estruturas de Fundações	3	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados com precisão em relação a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma, orientação e interfaces com outros sistemas.</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representação de todo os elementos/ componentes do projeto através de geometria com dimensões específicas definidas (representação tridimensional fiel), com determinação precisa das respectivas peças; • Representação e detalhamento das armaduras principais e secundárias;

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Projeto Básico	Estruturas de Fundações	3	<ul style="list-style-type: none"> • Detalhamento das interfaces e conexões entre elementos da mesma disciplina ou de disciplinas distintas; • Tabelas de quantitativos precisas, que incluam as características técnicas dimensionais, localização e orientação de todos os elementos, conforme os parâmetros de planejamento e orçamentação para a obra. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de dimensionamento, com especificações completas, incluindo definição de materiais, tipologias, informações técnicas quantidades e tipos de aço, formas quando for o caso, numerações e identificações, codificações e classificações, fck do concreto etc; • Parâmetros específicos de orçamentação e planejamento. <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elementos 3D associados às informações paramétricas que formam a edificação virtual, representando os elementos/componentes da disciplina; • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo, conforme composição do orçamento; • Extração de documentação e desenhos técnicos com informações suficientes para execução da obra com todo detalhamento necessário; • Verificação de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento) em conformidade com os parâmetros de orçamentação.
Projeto Executivo	Estruturas de Fundações	4	<p>Inclui toda a descrição do LOD 3 acrescentando as seguintes:</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Todas as armaduras que compõem o elemento incluindo as armaduras de pós-tensão ou pré-tensão quando aplicável; • Dobras e conexões das armaduras; • Detalhamentos específicos, em formato tridimensional sempre que possível, para fabricação, montagem e/ou instalação de componentes das peças projetadas. • Qualquer reforço adicional da estrutura em furos, aberturas e interfaces com outras tipologias estruturais; <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Documentação de execução dos serviços (instruções, especificações, normas etc); • Referências de fabricantes.
As Built	Estruturas de Fundações	5	<p>A descrição do LOD 4 incluindo as informações construtivas da obra conforme foi executada e demais informações tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Especificação de marca, modelo, fabricante em peças pré-moldadas, data de concretagem ou de montagem, relatórios de testes e comissionamento, entre outros; • Informações pertinentes e necessárias para a manutenção preventiva e corretiva das instalações, bem como para o seu controle e operação.

7.7.7. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- a) Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- b) Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

7.7.7.1. Levantamento Tradicional

No caso específico das Fundações, os quantitativos de materiais e serviços podem ser agrupados conforme a seguinte organização: mobilização de equipamentos; movimentação de terra das escavações e reaterros; escoramentos; fundações diretas; fundações profundas; formas; armações; concretagem; provas de cargas em fundações.

O levantamento de quantitativos deverá ser realizado utilizando-se a árvore de serviços para a execução das estruturas de fundações informando as respectivas plantas utilizadas para a extração do quantitativo de todas as peças, o critério de quantificação utilizado com unidades coerentes aos serviços e principais bases de orçamentos de obras.

7.7.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos e características técnicas deverá ser executada preferencialmente de forma direta do modelo do Projeto de Fundações, e ter exata correlação com as tabelas geradas para as pranchas de desenho. Para tanto é fundamental que os elementos estejam devidamente classificados e categorizados para os sistemas de arquitetura conforme os parâmetros de planejamento, de orçamento, e devidamente orientados pelo plano de execução de projeto. Deverá ser garantida a precisão, a consistência, a rastreabilidade e a agilidade de acessos as informações.

Todos os itens descritos nas Especificações Técnicas do Projeto deverão ter seus correlatos na quantificação e nas unidades da mesma forma que o levantamento tradicional, sendo de responsabilidade dos projetistas garantir a interdependência de todos os documentos técnicos com o planejamento e orçamento da obra.

À CONTRATADA é facultada a modelagem de componentes que não os exigidos neste Manual. Contudo, os quantitativos que não puderem ser levantados de forma automática deverão ser apresentados em forma tradicional e, ainda, retornar ao modelo, via software de integração, para fins de planejamento e orçamentação nas simulações.

7.7.8. Referências

Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC. Brasília, 2016.

Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. [s.l.]: AsBEA, 2015.

NBR 14931 - Execução de Estruturas de Concreto.

NBR 5629 - Estruturas Ancoradas no Terreno - Ancoragens Injetadas no Terreno – Procedimento.

NBR 6121 - Prova de Carga a Compressão em Estacas Verticais – Procedimento.

NBR 6122 - Projeto e Execução de Fundações – Procedimento.

NBR 6484 - Sondagens de simples reconhecimentos com SPT - Método de ensaio.

NBR 6489 - Prova de Carga Direta sobre o Terreno de Fundações – Procedimento.

NBR 6502 - Rochas e Solos – Terminologia.

NBR 8036 - Programação de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos para Fundações de Edifícios

PARANÁ. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Caderno BIM: Coletânea de Cadernos Orientadores, Curitiba: SEIL/PR, 2018. V.4.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2.

SEAP - Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio. Manual de obras públicas -Edificações 2020.

7.8. Terraplenagem

7.8.1. Introdução

O Projeto de Terraplanagem consiste no desenvolvimento de solução otimizada de movimento de terra para a conformação do terreno de forma a atender aos requisitos definidos nos projetos geométrico horizontal e vertical do sistema de pistas e pátios do aeroporto. Inclui também toda a terraplanagem das vias de serviço e vigilância e demais áreas do lado terra para a implantação das edificações que farão parte do aeroporto.

Em função da dinâmica de modelagem BIM, os projetos Geométrico Vertical e o de Terraplanagem são elaborados simultaneamente, de forma que o projetista possa testar diversas possibilidades de solução para buscar o equilíbrio de volumes entre cortes e aterros, a redução do volume de empréstimo, a redução das distâncias de transporte.

Fazem parte do projeto de Terraplanagem as soluções para o tratamento e adensamento de solos compressíveis (solos moles), para a estabilidade dos taludes, para os muros de arrimo, para aterros com terra armada, e para a cobertura vegetal da faixa de pista.

O projeto deverá ser modelado digitalmente, de onde serão extraídas todas as informações para a apresentação do anteprojeto, projeto básico e projeto executivo.

A presente disciplina contempla os seguintes entregáveis:

Entregável
Memorial Descritivo
Especificação Técnica
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Modelo BIM
Representações Gráficas
Planilha de Serviços
Memorial de Quantificação

7.8.2. Memorial Descritivo

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Locais de intervenção: Descrição detalhada dos locais de intervenção por fase de obra, incluindo as dimensões das áreas de corte e aterro, o plano de execução da obra, considerando a operação do aeroporto. Indicar os caminhos de serviço.
- Caracterização ambiental: Este item poderá ser uma referência ao Relatório Ambiental de toda a obra, mas deverá descrever o tipo de supressão vegetal para enquadramento no orçamento e quais as exigências ambientais para todo o serviço de terraplanagem, inclusive, contemplando se haverá ou não necessidade de resgate de fauna durante a supressão de vegetação, bem como o atendimento aos requisitos para reduzir ou eliminar atrativos de fauna.
- Caracterização da camada vegetal existente: Caracterização detalhada da camada vegetal que será removida para a execução dos serviços de terraplanagem. Indicar o tipo de vegetação, a espessura média da camada, com base nas investigações geotécnicas (colocar resumo das sondagens), o destino do material que será removido.
- Terreno Natural: Caracterização detalhada do Terreno Natural que irá sofrer as intervenções de terraplanagem. Apresentar resumo dos ensaios e sondagens, descrever os horizontes de solos com as respectivas espessuras, classificação e qualidade, indicar a existência de solos moles. Comprovar que os materiais provenientes dos cortes podem ser utilizados nos aterros.
- Jazidas de materiais: Caracterização detalhada das Jazidas de Materiais para aterro. Deverá constar resumo dos ensaios e sondagens, espessuras mínimas e máximas de exploração, volume disponível, localização georreferenciada, dados do proprietário, Distância Média de Transporte até o centro de massa, e licenças ambientais e do DNPM.
- Caixas de empréstimo: Justificar a necessidade de se utilizar caixas de empréstimos, indicar os locais, os perfis de sondagem (apresentar o resumo das sondagens), detalhar a qualidade do material, as alturas e larguras a serem exploradas.
- Bota-fora e Bota-espera: Indicar os locais e a capacidade volumétrica para receber os materiais e as licenças ambientais autorizando o uso do bota-fora.
- Cobertura Vegetal: Descrição com justificativa para a escolha dos tipos de plantio e espécies de cobertura vegetal a serem aplicados

nas faixas de pista, taludes e nas demais áreas dos offsets de terraplanagem; indicar os locais de aplicação e os respectivos tipos e espécies; descrição da necessidade de preparo e correção do solo; da composição de adubos e fertilizantes; do processo de plantio, acompanhamento até a completa germinação (irrigação, retirada de pragas).

- i) Descrição detalhada de todos os elementos e componentes construtivos e materiais, considerados no desenvolvimento das soluções técnicas do Projeto de Terraplanagem.
- j) Interferências com outras disciplinas: Listar todas as interferências com os projetos de pavimentação, por exemplo grau de compactação nas camadas do subleito, capacidade de suporte do aterro; drenagem, como os espaços predispostos para a implantação de valas e canaletas; e sinalização luminosa e vertical e de auxílios à navegação aérea; como a superfície de projeto para instalar o PAPI, caixas e dutos. Mostrar que foram tratadas e resolvidas.

7.8.3. Especificação Técnica

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Identificação do serviço por código conforme padrão deste Manual.
- b) Separação dos serviços de aterros por grau de compactação (corpo de aterro e camadas finais).
- c) Separação dos serviços de escavação por categoria de materiais (1ª, 2ª e 3ª categorias).
- d) Separação dos serviços de escavação das áreas de corte e de áreas de jazidas.
- e) Separação dos serviços de transporte por DMT e tipo de via.
- f) Definição dos graus de compactação das camadas do corpo de aterro e das camadas finais.
- g) Definição dos locais, a qualidade e resistência do solo a ser utilizado nos corpos de aterro.
- h) Definição da forma de execução dos serviços de escavação, se com uso de escavadeira hidráulica, ou tratores de esteira, ou moto-scrapers.
- i) Definição da forma de execução dos serviços de aterro, se com uso de rolos lisos, de pneus ou pés de carneiro.
- j) Indicação, caso existam, de restrições de horário ou de condição cli-

mática para a execução dos serviços.

- k) Definição das unidades para quantificação e de medição dos serviços.
- l) Definição dos controles tecnológicos e topográficos, os critérios de aceitação e de medição dos serviços ou referenciá-los às especificações de serviços de órgãos consagrados (DNIT, DIRINFRA, ABNT), ajustando-as às necessidades do projeto.
- m) Especificação individual dos serviços de terraplanagem, considerando detalhes de execução, controle, aceitação e medição do serviço.

7.8.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Registro de todas as considerações, premissas técnicas, métodos de dimensionamento, detalhamento das fórmulas de cálculo e de dimensionamento de todos os elementos que compõe o projeto de Terraplanagem.
- b) Cálculo dos Volumes de Terraplanagem: Detalhar o cálculo dos volumes de cortes, aterros. Os volumes deverão ser extraídos diretamente dos modelos por diferença de superfícies. A diferença da superfície de projeto, considerando o topo do subleito (sem as camadas de pavimento) contra a superfície do terreno após a remoção da camada vegetal. Complementarmente, deverá ser extraído do modelo e apresentado a tabela de volumes obtida por relatório de seções transversais. Apresentar os Volumes totais e os volumes por fases, conforme o plano de execução da obra indicado no Memorial Descritivo.
- c) Diagrama de Massas: Apresentar o diagrama de massas referente aos volumes totais de terraplanagem em relação ao eixo da PPD.
- d) Distâncias de Transporte: Detalhar o cálculo de todas as distâncias de transporte para os serviços de terraplanagem, DMT para os aterros com aproveitamento do corte; DMT para os aterros com material de jazida, DMT para o Bota-fora ou Bota-espera etc., incluindo imagem de satélite com o trajeto a ser feito pelos caminhões nos caminhos de serviço do canteiro de obras, nas vias urbanas e ou rodovias. Para trajetos fora do canteiro de obras, as distâncias deverão ser obtidas com auxílio de programas apropriados que possuam algoritmos de roteamento para determinar a melhor rota e, conseqüentemente, a distância a ser percorrida.

- e) Estabilidade dos taludes: Descrever os métodos e detalhar as inclinações dos taludes de corte e de aterro que garantam a estabilidade dos taludes após a conformação final da terraplanagem. Detalhar os cálculos de dimensionamento de estruturas de contenção, como muros de arrimo, muros de gabião, terra armada, se necessários.
- f) Solução para tratamento de solos moles: Na ocorrência de solos compressíveis e de baixa resistência ao cisalhamento na área a ser terraplanada, o relatório deverá apresentar a solução ou soluções para o tratamento das camadas de solos moles de forma a evitar recalques nos corpos de aterro.
- g) Notas de Serviço com cotas do topo do subleito (recomenda-se apresentar na forma de anexo): Planilha contendo as informações referentes à estaca, offset, coordenadas UTM Norte e Este, e cota do ponto no nível do subleito do pavimento.
- h) Notas de Serviço com cotas da superfície final (recomenda-se apresentar na forma de anexo): Planilha contendo as informações referentes à estaca, offset, coordenadas UTM Norte e Este, e cota do ponto no nível do topo do pavimento.

7.8.5. Representações Gráficas

7.8.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta Geral
Seções Transversais

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta Geral:** Áreas a serem terraplanadas, com a superfície de volumes de terraplanagem extraída do Modelo Digital, marcada com hachura as elevações positivas e negativas, indicando os cortes e aterros, e apresentando o quadro de área e volumes com a respectiva legenda de cores. O quadro e a hachura não são elementos de

desenho, devem ser objetos extraídos do modelo digital, que permitam a atualização dinâmica. Deve constar as curvas de nível do projeto final, com a respectiva legenda.

- b) **Seções Transversais:** Plantas com as Seções transversais extraída do Modelo Digital de Terraplanagem a cada 50 metros, pelo menos; em escala horizontal adequada e com a escala vertical ampliada em 5x ou 10x. Deverão constar nas Seções Transversais os perfis das superfícies do terreno natural; da superfície de projeto final – pavimento acabado; os cortes dos pavimentos; as áreas de limpeza da camada vegetal apenas entre os offsets; todas as linhas e as áreas e as camadas de pavimento devidamente identificadas por cores e código de hachura; legenda; tabelas de quantitativos de corte, aterro e de materiais de pavimentação. Indicar as cotas da superfície do terreno natural, da superfície do projeto final, do fundo das valas ou canaletas e as distâncias até os offsets.

7.8.6. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta Geral
Planos Cotados
Seções Transversais
Planta de Cobertura Vegetal
Planta de Estruturas de Contenção
Planta de Fundação do Aterro
Planta de Detalhes (se cabível)

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta Geral:** Áreas a serem terraplanadas, com a superfície de volumes de terraplanagem extraída do Modelo Digital, marcada com hachura as elevações positivas e negativas, indicando os cortes e aterros, e apresentando o quadro de área e volumes com a respec-

- tiva legenda de cores. O quadro e a hachura não são elementos de desenho, devem ser objetos extraídos do modelo digital, que permitam a atualização dinâmica. Deve constar as curvas de nível do projeto final, com a respectiva legenda.
- b) **Planos Cotados:** Plantas extraídas do Modelo Digital de Terraplanagem indicando o as cotas finais de terraplanagem, a cada 10m, dependendo da escala, podendo ser de até 5m dependendo do nível de precisão requerido, da região que se quer detalhar e à critério da SAC, ao longo do estaqueamento e localizados nos seguintes pontos ou alinhamentos: eixo das pistas, bordas das pistas, bordas dos acostamentos, limites das faixas de pista, offset de corte ou aterro, nos cantos das placas do pavimento rígido. Deverão ser apresentados em detalhes separados, o plano cotado de interseções, incluindo as cotas em pontos radiais do alinhamento. Deverão constar também, rótulos indicando as declividades principais. As cotas e os rótulos devem ser objetos extraídas da superfície final de projeto – pavimento acabado e que permitam a atualização dinâmica.
- c) **Seções Transversais:** Plantas com as Seções transversais extraídas do Modelo Digital de Terraplanagem a cada 10 ou 20 metros, , podendo ser de até 5m dependendo do nível de precisão requerido, da região que se quer detalhar e a critério da SAC, incluindo as estações referentes aos pontos geométricos, tais como Pontos de Curva e Pontos de Tangência Horizontal e Vertical, Ponto mais alto, Ponto mais baixo; em escala horizontal adequada e com a escala vertical ampliada em 5x ou 10x. Deverão constar nas Seções Transversais os perfis das superfícies do terreno natural; da superfície de projeto final – pavimento acabado; os cortes dos pavimentos; as áreas de limpeza da camada vegetal apenas entre os offsets; todas as linhas e as áreas e as camadas de pavimento devidamente identificadas por cores e código de hachura; legenda; tabelas de quantitativos de corte, aterro e de materiais de pavimentação. Incluir as valas ou canaletas extraídas do modelo digital do projeto de drenagem. Indicar as cotas da superfície do terreno natural, da superfície do projeto final, do fundo das valas ou canaletas e as distâncias até os offsets.
- d) **Planta de Cobertura Vegetal:** Planta com a indicação dos locais de aplicação e os respectivos tipos e espécies de cobertura vegetal; deverá conter legendas e tabelas com os quantitativos de áreas de cobertura vegetal, separados por tipo de plantio (placas, hidrossemeadura etc.).

- e) **Planta de Estruturas de Contenção:** Planta com os detalhes, dimensões e cotas dos elementos que compõe os muros de arrimo, gabiões, terra armada etc.
- f) **Planta de Fundação do Aterro:** Planta complementar contendo o plano geral e detalhes da solução de estabilização do solo de fundação do aterro, quando o terreno natural for formado por solos moles.
- g) **Plantas de Detalhes:** Dependendo do escopo do projeto básico, plantas adicionais com outros detalhes específicos de terraplanagem, além dos destacados acima, poderão ser entregues para melhor exemplificar algum ponto descrito no trabalho.

7.8.6.1. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Seções Transversais
Planta de Estruturas de Contenção
Planta de Fundação do Aterro
Planta de Detalhes (se cabível)

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Seções Transversais:** Plantas com as Seções transversais extraídas do Modelo Digital de Terraplanagem de pontos específicos quando necessários.
- b) **Planta de Estruturas de Contenção:** Detalhamentos executivos que se fizerem necessários.
- c) **Planta de Fundação do Aterro:** Detalhamentos da execução da solução de estabilização do solo de fundação do aterro, quando o terreno natural for formado por solos moles.
- d) **Plantas de Detalhes:** Dependendo do escopo do projeto básico, plantas adicionais com outros detalhes específicos de terraplanagem, além dos destacados acima, poderão ser entregues para melhor exemplificar algum ponto descrito no trabalho.

7.8.7. Modelo BIM

O Modelo BIM do projeto de Terraplanagem é construído concomitantemente com o Modelo Digital do projeto de Pavimentação, formando apenas um Modelo único para essas duas disciplinas. Ele deverá ser apresentado diretamente da plataforma aos analistas e fiscalização e entregue em mídia associado às demais pastas digitais do projeto.

Deverá atender, no mínimo, aos seguintes requisitos:

- a) Marcos topográficos georreferenciados pelo sistema de coordenadas SIRGAS 2000. Todo o modelo digital deve estar georreferenciado nestes marcos topográficos.
- b) Eixos da PPD, Pistas de rolamento (taxiways), Pátios, Vias de serviço.
- c) Perfis Longitudinais dos eixos e tabelas com os dados dos PIV para conferência com os requisitos de declividades longitudinais previstos no RBAC 154.
- d) Superfície do terreno natural, obtida por levantamento topográfico, ortofoto ou nuvem de pontos, contendo informações de campo.
- e) Superfície do terreno limpo dentro dos limites dos offsets do projeto, considerando a espessura definida no Memorial Descritivo.
- f) Assemblies ou montagens utilizadas na construção dos modelos em conformidade com o projeto de pavimentação e as declividades transversais descritas no RBAC 154. Todas as montagens deverão conter as informações das camadas ou faixas de forma que possam

ser identificadas no Modelo Digital diretamente.

- g) Corredores com a modelagem dos pavimentos, faixa de pista, Blast Pad, RESA, interseções, vias de serviço, de vigilância, acessos e áreas do lado terra etc.
- h) Superfície final de projeto – subleito do pavimento.
- i) Gradings ou Nivelamentos dos taludes de corte e aterro no início e fim dos corredores.
- j) Superfície final de projeto – pavimento acabado. Esta superfície deverá conter a superfície final do modelo projetado e, fora dos limites de offset, a superfície do terreno natural, indicando uma perfeita associação do projeto com o terreno. Apenas esta superfície deverá estar visível no modelo.
- k) Tabela contendo as informações de áreas e volumes de corte e aterro da superfície de volumes de terraplanagem montada considerando a superfície base: terreno após limpeza; e superfície de comparação: projeto – topo do subleito.
- l) O Modelo Digital de Terraplanagem e Pavimentação deverá conter apenas os elementos necessários à sua construção, definição e as informações dos materiais e quantidades. Detalhes que serão extraídos para compor as peças gráficas deverão constar de outros arquivos digitais referenciados automaticamente ao modelo BIM, como por exemplo, os desenhos das Seções Transversais.

7.8.7.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Terraplanagem	2	<p>Os elementos de projeto estão georeferenciados e localizados com precisão em relação à origem em função de estarem baseados em topografia.</p> <p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seções Transversais • Áreas a serem terraplanadas <p>O modelo deve permitir a estimativa de volumes de serviços de terraplanagem.</p>

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Projeto Básico	Terraplanagem	3	Todos os elementos gráficos do LOD 2 e ainda: As informações gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Estruturas de contenção • Cobertura Vegetal • Plano(s) Cotados • Fundação do aterro • Fases do projeto.
			E as seguintes informações não gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Identificador exclusivo do componente de construção ou de demolição conforme padrão deste Manual • Interferências com outras disciplinas. • Tipos de componentes ou de materiais nas superfícies, nos perfis e nas seções tipo • Materiais (solos, corte, aterro, camada vegetal). • Dados referentes à data e responsáveis pelo levantamento topográfico, nuvem de pontos, ortofoto. • Dados referentes à data e responsáveis pela modelagem da terraplanagem. <p>O modelo deve permitir a extração precisa de volumes de serviços de terraplanagem.</p>
			A descrição do LOD 3 incluindo as seguintes informações não gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Componentes necessários para a implantação e execução no campo. • Documentação de execução dos serviços (especificações, normas etc).
Projeto Executivo	Terraplanagem	4	A descrição do LOD 3 incluindo as seguintes informações não gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Componentes necessários para a implantação e execução no campo. • Documentação de execução dos serviços (especificações, normas etc).
As Built	Terraplanagem	5	A descrição do LOD 4 incluindo as informações construtivas.

7.8.8. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

7.8.8.1. Levantamento Tradicional

Em função da complexidade dos cálculos, os quantitativos referentes aos volumes e as áreas de todos os serviços de terraplanagem somente poderão ser obtidos de forma automática, diretamente do modelo BIM, conforme o item a seguir.

7.8.8.2. Levantamento Automatizado

Os serviços de terraplanagem deverão ser quantificados considerando o volume a ser transportado, devendo ser aplicados fatores de empolamento.

Os volumes deverão ser separados em função dos seguintes requisitos:

- Aterro: Grau de compactação do aterro (camadas do corpo do aterro

- e camadas finais)
- b) Escavação: por categoria de materiais (1ª, 2ª e 3ª categorias);
- c) Escavação: por áreas de corte ou áreas de jazidas;
- d) Transporte: volumes por DMT e tipo de via;
- e) Divisão dos quantitativos dos serviços de terraplanagem por fases, conforme o planejamento da obra.

A extração dos volumes de serviços de terraplanagem do modelo digital pode ser realizada de duas formas.

A forma recomendada para a obtenção dos volumes totais é por meio de uma superfície volumétrica criada a partir da comparação de duas superfícies: superfície base (terreno natural após a limpeza da camada vegetal) e superfície de comparação (projeto de terraplanagem no nível do subleito).

Este método triangula uma nova superfície com base nos pontos das duas superfícies e, a partir desta superfície, se obtém os volumes dos serviços de corte e aterro. Fornece medições de volume precisas entre as duas definições de superfície, assim como permite identificar as áreas de corte e de aterro.

A segunda forma é por meio da criação de materiais referentes ao corte e ao aterro e o cálculo dos volumes é realizado pelo método clássico com apoio das seções transversais do projeto. No entanto, esse método é menos discretizado que o primeiro e os quantitativos podem sofrer pequenas alterações.

As extrações dos quantitativos de serviços devem constar de tabelas automáticas no modelo digital, compatibilizados com os serviços e unidades, definidos nas especificações técnicas do projeto.

Para fins de orçamento, volumes de escavação serão medidos topograficamente, ou seja, na condição in natura, quantificação a ser apresentada no Memorial Descritivo e/ou de Quantificação. Os volumes de aterro também serão medidos também topograficamente. Nos dois serviços (escavação e aterro) não deverão ser considerados fatores de homogeneização (relação entre o volume de material do corte de e o volume do aterro compactado) para a composição do orçamento. Porém, no modelo digital, os fatores de homogeneização de escavação e de aterro devem ser aplicados.

O fator de empolamento é o que correlaciona a massa específica no estado natural do solo (no corte) e a massa específica na condição solta para transporte. Este fator pode ser utilizado para compor o orçamento dos serviços de transporte quando medidos por volume ($m^3.km$). Entretanto, para maior precisão, reco-

menda-se que os serviços de transporte sejam medidos por peso ($ton.km$) o que elimina a necessidade de se utilizar fatores de empolamento.

7.8.9. Referências

ABNT NBR 11682: Estabilidade de encostas.

ABNT NBR 19286: Muros em solos mecanicamente estabilizados – Especificação.

ABNT NBR 10905: Solo - Ensaio de palheta in situ - Método de ensaio

ABNT NBR 16853: Solo — Ensaio de adensamento unidimensional

ABNT NBR 6457: Amostras de solo — Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização.

ABNT NBR 7182: Solo - Ensaio de compactação.

ABNT NBR 7185: Solo - Determinação da massa específica aparente, in situ, com emprego do frasco de areia.

ABNT NBR 9604: Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas — Procedimento.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 154 emenda 06. Projeto de Aeródromos.

COMANDO DA AERONÁUTICA. Portaria nº 957/GC3 de 9 de julho de 2015, [Brasília], 2015.

COMANDO DA AERONÁUTICA. Portaria nº 1168/GC3 de 07 de agosto de 2018 [Brasília], 2018.

DIRENG ETG006: Índice de Suporte Califórnia de solos utilizando amostras não trabalhadas (ASTM D1883: Standard Test Method for California Bearing Ratio - CBR of Laboratory-Compacted Soils)

DNER-IE 005 - Solos - Adensamento

DNER-ME 051- Solos - análise granulométrica; ou DNER-ME 080/94 - Solos - análise granulométrica por peneiramento.

- DNER-ME 080- Solos - análise granulométrica por peneiramento.
- DNER-ME 082- Solos - determinação do limite de plasticidade.
- DNER-ME 087- Solos - determinação dos fatores de contração.
- DNER-ME 122- Solos - determinação do limite de liquidez - método de referência e método expedito.
- DNIT 134-ME: Pavimentação - Solos - Determinação do módulo de resiliência.
- DNIT 164-ME: Solos - Compactação utilizando amostras não trabalhadas.
- ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. "Airports", Volume I do Anexo 14 da Convenção de Aviação Civil Internacional de Chicago. Montreal, Canadá.
- ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. "Aerodrome Design Manual – Part 1 Runways". Doc. 9157. Montreal, Canadá.
- ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. "Aerodrome Design Manual – Part 2 Taxiways, Aprons and Holding Bays". Doc. 9157. Montreal, Canadá.
- Airport Planning Manuals ou Airplane Characteristics for Airport Planning Manual publicado pelos fabricantes de aeronaves.

7.9. Pavimentação

7.9.1. Introdução

O projeto de pavimentação consiste na definição dos materiais e das espessuras das camadas das estruturas dos pavimentos da infraestrutura aeroportuária, de modo a terem capacidade de suporte suficiente para atender as solicitações decorrentes do tráfego previsto ao longo da vida de projeto. Complementarmente, o projeto deverá detalhar as áreas ou camadas de pavimentos que serão demolidos, fresados, reforçados.

O dimensionamento dos pavimentos asfálticos ou em concreto cimento é realizado por métodos de cálculo consagrados e que utilizam programas de computador específicos para os cálculos. Os resultados de materiais e espessuras das camadas do pavimento obtidos no dimensionamento serão utilizados para criar os modelos digitais do projeto, em termos de assemblies, montagens ou submontagens.

O modelo digital de Pavimentação deverá estar incorporado no modelo Digital de Terraplanagem. Por isso existe uma interferência direta no desenvolvimento do projeto de Terraplanagem e, conseqüentemente no projeto de Drenagem. A integração entre os projetistas no desenvolvimento destes projetos deve ser contínua e colaborativa, e os resultados das interferências devem ser registradas na documentação do projeto.

A partir do modelo digital de Pavimentação serão extraídas todas as informações para a apresentação dos estudos preliminares, anteprojeto e projetos básico e executivo. A presente disciplina contempla os seguintes entregáveis:

Entregável
Memorial Descritivo
Especificação Técnica
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Modelo BIM
Representações Gráficas
Planilha de Serviços
Memorial de Quantificação

7.9.2. Memorial Descritivo

O Memorial descritivo do Projeto de Pavimentação deverá detalhar a situação dos pavimentos existentes, as soluções adotadas para os pavimentos existentes e para os pavimentos novos, as considerações, o terreno de fundação, dentre outras informações conforme a listagem a seguir:

- a) Avaliação dos pavimentos existentes: Descrição e avaliação da situação atual do pavimento, com registro de defeitos; avaliação do PCI por seções típicas em conformidade com norma ASTM D5340 -12; resultados resumidos de ensaios dos materiais de pavimentação extraídos do levantamento da condição dos pavimentos; resultados de retroanálises das bacias obtidas pelo FWD ou HWD; da condição do atrito e da irregularidade; indicando as soluções detalhadas para cada tipo de defeito encontrado. Detalhar o PCN atual dos Pavimentos existentes.
- b) Caracterização do subleito: Detalhamento do terreno de fundação do pavimento com resumo dos ensaios extraídos do Relatório Geotécnico. Definição dos valores de capacidade de suporte (CBR ou Módulo de Resiliência) para o projeto.
- c) Mix de aeronaves: Descrever o mix de aeronaves previsto para operar no aeroporto, com as informações de tipo de aeronave e frequência de operações, extraído do Projeto Geométrico, e complementar com as informações do Peso de Decolagem (compatível com o comprimento de pista), tipo de trem de pouso, pressão de pneus, ACN (compatível com a capacidade do subleito e com o peso de decolagem).
- d) Materiais de pavimentação: Indicar os materiais a serem utilizados nas camadas do pavimento, incluindo os solos locais, de jazida, agregados locais ou produzidos, materiais estabilizados, concreto asfáltico e concreto cimento, materiais reciclados, dentre outros. Devem constar as informações de local de exploração da jazida ou de aquisição, Distância Média de Transporte, identificação dos proprietários das jazidas ou o nome do comércio que produz e vende o material, a qualidade do material (resumo de ensaios extraídos do relatório geotécnico, incluindo o ensaio do CBR); camada em que será utilizada. Adicionalmente, deverá ser apresentada uma análise de custo-benefício em relação à aquisição de misturas asfálticas ou de concreto cimento no comércio local em contraposição de se fabricar na obra, onde precisa considerar as instalações industriais.
- e) Soluções de Pavimentação: Descrição completa da(s) solução(ões) adotada(s), reforço, recapeamento ou novos pavimentos, indicando

os locais de intervenção e os locais onde serão feitas fresagens e demolições. Definição e justificativa da vida útil de projeto considerada em cada solução e do PCN pretendido.

- f) Identificar as áreas de demolição, fresagem ou remoção de pavimentos, calçadas, meios-fios existentes.
- g) Controle final de qualidade: Detalhar o tipo e a quantidade dos ensaios a serem executados ao fim da obra para comprovar que o PCN dos pavimentos foi alcançado (CBR, FWD ou HWD); e para comprovar que a condição de atrito da(s) PPD e a condição de irregularidade longitudinal se enquadraram dentro dos limites previstos pela Regulamentação da ANAC (medição de atrito, macrotextura e IRI).
- h) Interferências com outras disciplinas: Listar todas as interferências com os projetos de terraplanagem, por exemplo grau de compactação nas camadas do subleito, capacidade de suporte do aterro sob o pavimento; projetos de drenagem, como as declividades e coeficientes de deflúvio das áreas pavimentadas. Mostrar que foram tratadas e resolvidas.

7.9.3. Especificação Técnica

Cada um dos serviços de pavimentação deverá possuir uma especificação técnica descrevendo os detalhes de execução, controle, aceitação e medição do serviço e, considerar as seguintes premissas:

- a) Identificação do serviço por código conforme padrão deste Manual.
- b) Separação dos serviços de pavimentação por tipos de camadas e materiais, assim como requisitos de compactação.
- c) Definir os graus de compactação de todas as camadas que irão compor a estrutura do pavimento, assim como da regularização do subleito.
- d) Definir os locais, a qualidade e resistência dos materiais a serem utilizados nas camadas de reforço do subleito, de sub-base e base.
- e) Definir os tipos de ligantes e os requisitos da mistura asfáltica; os tipos de emulsões asfálticas; a resistência do concreto cimento e os requisitos de juntas para os pavimentos rígidos, incluindo as transições entre os pavimentos rígido e asfáltico.
- f) Definir os critérios de micro e macro texturas da camada de revestimento para as pistas de pouso e decolagem, de forma a atender os requisitos de atrito da ANAC.
- g) Definir a forma de execução dos serviços de pavimentação, incluindo

- do equipamentos de controle geométricos eletrônicos.
- h) Indicar caso exista, restrições de horário devidos às operações de pouso e decolagem ou de condição climática para a execução dos serviços.
- i) Definir as unidades para quantificação e de medição dos serviços.
- j) Definir os controles tecnológicos e topográficos, os critérios de aceitação e de medição dos serviços ou referenciá-los às especificações de serviços de órgãos consagrados (DNIT, DIRINFRA, ABNT), ajustando-as às necessidades do projeto.

7.9.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Para o dimensionamento das estruturas de pavimentos, deverão constar os seguintes itens:

- a) Identificar as estruturas dos pavimentos que serão dimensionadas (Pavimento da PPD, das Pistas de Rolamento, dos Pátios, vias de serviço) descrevendo o tipo do pavimento (pavimentos asfálticos ou de concreto cimento) e se trata de pavimento novo, reforço ou restauração.
- b) Descrever o método selecionado para o dimensionamento de cada uma das estruturas dos pavimentos listados no item anterior. Deve conter o nome e versão do Programa ou do Método de Dimensionamento; o autor do programa ou do método; indicar os critérios de dimensionamento e as referências bibliográficas utilizadas.
- c) Resumir do Memorial Descritivo as informações do mix de aeronaves ou tráfego de veículos que as estruturas deverão atender.
- d) Resumir do Memorial Descritivo as características do subleito dos pavimentos e os valores de capacidade de suporte que serão utilizados.
- e) Resumir do Memorial Descritivo as características dos materiais de pavimentação que serão utilizados nas estruturas dos pavimentos.
- f) Detalhar os cálculos para a determinação das espessuras, apresentar os relatórios de dimensionamento, as telas do programa com todas as informações utilizadas no dimensionamento.
- g) Descrever as exigências de compactação do subleito em função das aeronaves do mix e do tipo de solo do subleito.
- h) Detalhar o encontro entre pavimentos novos com os existentes.
- i) Apresentar a seção tipo da estrutura final considerada no projeto.

Ainda, para o dimensionamento das juntas do pavimento rígido, deve-se considerar:

- a) Detalhar todas as juntas de contração, construção e transição dos encontros entre os pavimentos asfálticos e os pavimentos rígidos. Informar a referência bibliográfica que definiu os tipos de juntas.
- b) Definir o sentido de construção e, a partir dele, descrever os critérios utilizados para a definição dos espaçamentos das juntas de contração e de construção. Apresentar a verificação com os espaçamentos máximos permitidos pelo método de dimensionamento.
- c) Definir o comprimento, diâmetro e espaçamento das barras de ligação e de transferência de carga, conforme os critérios adotados pelo método de dimensionamento.
- d) Descrever como serão dispostas as barras de ligação e de transferência de carga nas juntas de contração e de construção, conforme os critérios adotados pelo método de dimensionamento.

E, para o cálculo do PCN, deverão constar ao menos os seguintes itens:

- a) Descrever as estruturas dos pavimentos que serão avaliadas no cálculo do PCN, indicando os materiais, as espessuras das camadas e a capacidade de suporte do subleito, em termos de CBR.
- b) Descrever o método selecionado para o Cálculo do PCN. Deve conter o nome e versão do Programa ou do Método de Cálculo; o autor do programa ou do método; indicar as referências bibliográficas utilizadas.
- c) Detalhar todos os critérios e informações utilizadas para determinar os valores do PCN: Tipo do pavimento, Resistência do subleito, Pressão de pneus admissível e Método de Avaliação. Apresentar a referência da ANAC enquadrando os valores selecionados.
- d) Detalhar os cálculos para a determinação dos valores numéricos de PCN, apresentar os relatórios de dimensionamento, as espessuras equivalentes, e as telas do programa com todas as informações utilizadas no cálculo.
- e) Descrever a verificação do PCN obtido dos cálculos com os valores de PCN pretendidos e descritos no Memorial Descritivo. Comprovar que o PCN irá atender a aeronave de projeto.
- f) Apresentar um resumo com os valores de PCN de todos os pavimentos analisados.
- g) Ilustrar graficamente os valores de PCN sobre um croqui da geome-

tria horizontal do aeroporto.

Os requisitos abaixo possuem acentuada relevância para compor a versão final do Memorial de Cálculo e Dimensionamento, correspondente à fase de projeto executivo:

- h) Notas de Serviço de Pavimentação: Planilha contendo as informações referentes à estaca, offset, coordenadas UTM Norte e Este, cota do ponto no nível do topo das camadas do pavimento e a espessura da camada. Os pontos deverão ser apresentados a cada 5m de espaçamento longitudinal e transversal.
- i) Notas de Serviço de Fresagem: Planilha contendo as informações referentes à estaca, offset, coordenadas UTM Norte e Este, e a altura da espessura de fresagem. Os pontos deverão ser apresentados a cada 5m de espaçamento longitudinal e transversal.
- j) Projeto da mistura asfáltica: Detalhar todas as informações do projeto da mistura, dentre elas: o método utilizado, os ensaios realizados, a definição da granulometria, os requisitos de adesividade, os teores volumétricos, a densidade, as temperaturas de usinagem, de mistura e de aplicação, a calibração da usina para o traço.
- k) Projeto do traço de concreto: Detalhar todas as informações dos traços de concreto a serem utilizados na obra, dentre elas: o método utilizado, os ensaios realizados, a definição da granulometria, os teores de cimento, a resistência à compressão e à flexão aos 28 dias, a densidade, o slump, e a calibração da usina para o traço.
- l) Projeto de materiais estabilizados: Detalhar todas as informações do projeto para a estabilização dos materiais (BGS, BGTC, CCR, solo cimento, solo cal), dentre elas: o método utilizado, os ensaios realizados, a definição da granulometria, o material estabilizante, os teores volumétricos, as densidades, a calibração das usinas para o traço.

7.9.5. Representações Gráficas

7.9.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta geral das áreas a serem pavimentadas
Planta geral das áreas a serem demolidas ou fresadas
Seções tipo de pavimentação
Plantas específicas

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta geral das áreas a serem pavimentadas:** Uma ou mais plantas contendo as áreas que serão pavimentadas, indicando em tabela contendo legenda e por código de cor, os tipos de estruturas, os quantitativos de áreas e volumes de materiais de pavimentação.
- b) **Planta geral das áreas a serem demolidas ou fresadas:** Uma ou mais plantas contendo as áreas que serão demolidas ou fresadas, indicando em tabela contendo legenda e por código de cor os quantitativos de áreas e volumes de demolição ou fresagem.
- c) **Seções tipo de pavimentação:** Apresentar as seções tipos de pavimentação. Pelo menos uma seção tipo deverá ser representada para cada estrutura projetada. Deverá haver na planta, a indicação nas pistas ou no pátio de onde o corte para gerar a seção transversal foi extraída. Na seção, deverá conter apenas as estruturas de pavimento, podendo a escala vertical ser ampliada para melhor visualização das informações sobre os materiais, espessuras, declividades, larguras ou offsets, locais de imprimação ou pintura de ligação.
- d) **Plantas específicas:** Dependendo do escopo do anteprojeto, plantas adicionais com detalhes da pavimentação poderão ser entregues para melhor exemplificar algum ponto descrito no trabalho.

7.9.5.2. Projeto Básico

As peças gráficas devem ser extraídas do modelo digital e, também, detalhadas em desenhos específicos, de forma a permitir um perfeito entendimento do projeto, indicando os locais que serão pavimentados, quais são as estruturas, suas espessuras e materiais, os locais de demolição e fresagem, dentre outros.

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta geral das áreas a serem pavimentadas
Planta geral das áreas a serem demolidas ou fresadas
Seções tipo de pavimentação
Detalhes do pavimento de concreto
Plano de fresagem
Detalhes de rampas de transição

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Planta geral das áreas a serem pavimentadas:** Extrair do modelo digital uma ou mais plantas contendo as áreas que serão pavimentadas, indicando em tabela contendo legenda e por código de cor, os tipos de estruturas, os quantitativos de áreas e volumes de materiais de pavimentação.
- Planta geral das áreas a serem demolidas ou fresadas:** Extrair do modelo digital uma ou mais plantas contendo as áreas que serão demolidas ou fresadas, indicando em tabela contendo legenda e por código de cor os quantitativos de áreas e volumes de demolição ou fresagem.
- Seções tipo de pavimentação:** Extrair do modelo seções transversais em pontos específicos do projeto que representem as seções tipos de pavimentação. Pelo menos uma seção tipo deverá ser representada para cada estrutura projetada. Deverá haver na planta, a indicação nas pistas ou no pátio de onde o corte para gerar a seção transversal foi extraída. Na seção, deverá conter apenas as estruturas de pavimento, podendo a escala vertical ser ampliada para melhor visualização das informações sobre os materiais, espessuras, declividades, larguras ou offsets, locais de imprimação ou pintura de ligação. Estas informações devem ser extraídas do modelo digital automaticamente. Apresentar os detalhes dos encontros entre os pavimentos novos com os existentes.
- Detalhes do pavimento de concreto:** Planta(s) com escala adequada detalhando o mapeamento das juntas do pavimento de concreto. As juntas deverão conter simbologias ou cores diferentes representando o seu tipo (contração ou construção, com barras de ligação ou barras de transferência de carga). Todas as barras deverão

constar no desenho em escala real, no posicionamento correto, com a identificação nas propriedades do elemento de barra de ligação ou de transferência de carga. Devem constar, ainda, os detalhes de todas as juntas, dos cortes para colocação do selante, do posicionamento, dos tipos de aço, diâmetros e comprimentos das barras e tabelas de quantitativos. Os quantitativos devem conter o comprimento total de todas as juntas (por tipo), a quantidade de barras de ligação, de barras de transferência de carga, volumes de concreto do pavimento (incluindo o concreto das juntas de borda espessada). Apresentar o detalhe do encontro entre o pavimento de concreto com o pavimento asfáltico.

- Plano de fresagem:** Planta apresentando uma superfície de volume hachurada com escala gráfica de espessuras de fresagem contendo o plano cotado indicando no eixo e em alinhamentos paralelos ao eixo em pelo menos 5m as informações das espessuras de fresagem. Deverá conter legenda da superfície de volume com as informações da cor, espessuras mínima e máxima, área e volume de fresagem.
- Detalhes de rampas de transição:** quando forem necessários, principalmente em projetos de recapeamento de pistas de pouso e decolagem, detalhar e especificar as rampas temporárias longitudinais e transversais entre o pavimento novo e o pavimento antigo, em conformidade com a legislação vigente.

7.9.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de formas do pavimento rígido

O entregável acima deverá atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Planta de formas do pavimento rígido:** Necessária, quando não se utiliza pavimentadora de concreto. Planta contendo os detalhes das formas a serem utilizadas na construção do pátio em pavimento rígido, contendo os detalhes dos furos para a colocação das barras de transferência de carga ou das barras de ligação, conforme o projeto de juntas. Detalhes da fixação no terreno.

7.9.6. Modelo BIM

O Modelo Digital do projeto de Pavimentação está integrado no Modelo Digital do projeto de Terraplanagem, formando apenas um Modelo único para essas duas disciplinas. Ele deverá ser apresentado diretamente da plataforma aos analistas e fiscalização e entregue em mídia associado às demais pastas digitais do projeto.

Deverá conter ao menos os seguintes requisitos:

- a) Assemblies ou montagens utilizadas na construção dos modelos em conformidade com o projeto de pavimentação e as declivida-

des transversais descritas no RBAC 154. Todas as montagens deverão conter as informações das camadas do pavimento de forma que possam ser identificadas no Modelo Digital diretamente (integrado ao projeto de terraplanagem).

- b) O Modelo Digital de Terraplanagem e Pavimentação deverá conter apenas os elementos necessários à sua construção e definição. Informações que serão extraídas para as peças gráficas deverão constar de outros arquivos referenciados automaticamente ao modelo, como por exemplo, os desenhos das Seções Transversais.

7.9.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Pavimentação	2	<p>Os elementos de projeto estão georeferenciados e localizados com precisão em relação à origem em função de estarem baseados em topografia.</p> <p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Áreas a serem pavimentadas; • Áreas a serem demolidas ou fresadas; • Seções tipo de pavimentação. <p>O modelo deve permitir a estimativa de quantitativos de serviços de pavimentação.</p>
Projeto Básico	Pavimentação	3	<p>Todos os elementos gráficos do LOD 2 e ainda:</p> <p>As informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detalhes do Pavimento de concreto; • Plano de Fresagem; • Detalhes de rampas de transição. <p>E as seguintes informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificador exclusivo do componente de construção ou de demolição conforme padrão deste Manual • Interferências com outras disciplinas. • Tipos de componentes ou de materiais nas que compõem os pavimentos, nos perfis e nas seções tipo • Materiais (reforço do subleito, sub-base, base, revestimento). • Dados referentes à data e responsáveis pelo levantamento topográfico, nuvem de pontos, ortofoto. • Dados referentes à data e responsáveis pela modelagem da pavimentação. <p>O modelo deve permitir a extração precisa de quantitativos de serviços de pavimentação, bem como a coordenação em 4D.</p>

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Projeto Executivo	Pavimentação	4	<p>A descrição do LOD 3 incluindo as seguintes informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planta de formas do pavimento rígido <p>E as seguintes informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Componentes necessários para a implantação e execução no campo. • Documentação de execução dos serviços (traços das misturas asfálticas, traços do concreto cimento, notas de serviço etc).
As Built	Pavimentação	5	A descrição do LOD 4 incluindo as informações construtivas.

7.9.7. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

Os serviços de pavimentação deverão ser quantificados de forma geométrica e topográfica, na condição de camada compactada, nas dimensões previstas no projeto, não devendo ser aplicados fatores de empolamento ou de perda. Os quantitativos deverão ser separados em função dos seguintes critérios:

- Por tipo de material que compõe a camada, por exemplo: Sub-base em solo estabilizado granulometricamente; sub-base em solo melhorado com cimento; base em BGS; base em BGTC etc.
- Por tipos de materiais a serem demolidos ou removidos (concreto simples; concreto armado; pavimento asfáltico etc.); e por dimensões ou espessuras (espessura das placas de concreto; fresagem de pavimentos asfálticos até 5cm etc.).
- Divisão dos quantitativos dos serviços de pavimentação por fases, conforme o planejamento da obra.

7.9.7.1. Levantamento Tradicional

Os quantitativos de pavimentação são obtidos a partir das áreas a serem pavimentadas e, para a obtenção dos volumes, multiplicando-se as áreas pelas espessuras das camadas.

Os quantitativos dos demais serviços podem ser obtidos a partir do desenho ou por cálculo direto. A quantidade de juntas do pavimento rígido deve ser obtida, por exemplo, pela soma dos comprimentos de cada tipo de junta em separado; o peso do aço das placas armadas pela área de aço separadas por tipo; e o peso de barras de transferência de carga ou barras de ligação pela soma do número de barras separadas por tipo de aço, diâmetro e comprimento de barra.

7.9.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos de serviços de pavimentação do modelo digital é feita por meio da criação de materiais referentes às camadas da estrutura do pavimento e o cálculo dos volumes é realizado pelo método clássico com apoio das seções transversais do projeto. As extrações dos quantitativos de serviços devem constar de tabelas automáticas no modelo digital.

Os quantitativos dos demais serviços são obtidos como no levantamento tradicional.

7.9.8. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, Instrução Suplementar 153-205-001. Orientações para a execução do ensaio volumétrico tipo mancha de areia e para a elaboração de relatórios de medição de condições operacionais.

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, Manual de Sistema de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários – SGPA.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, Orientações para o cálculo de PCN de pavimentos aeroportuários por meio do programa COMFAA, Prado L. A.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 154. Projeto de Aeródromos.
- Airport Planning Manuals ou Airplane Characteristics for Airport Planning Manual publicado pelos fabricantes de aeronaves.
- ASTM D5340-12, Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5320-6F – Airport Pavement Design and Evaluation.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5335-5C - Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength – PCN.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5370-10F – Standards for Specifying Construction of Airports.
- ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. “Airports”, Volume I do Anexo 14 da Convenção de Aviação Civil Internacional de Chicago. Montreal, Canadá.

7.10. Instalações Elétricas

7.10.1. Instalações Elétricas de Média e Baixa Tensão

7.10.1.1. Introdução

Um projeto de Instalações Elétricas pode ser definido como um conjunto de elementos gráficos, como memoriais, desenhos e especificações, que visa definir e disciplinar todas as instalações necessárias para atendimento dos pontos de utilização de energia elétrica em uma edificação.

As instalações elétricas de baixa tensão devem ser especificadas, projetadas e construídas de acordo com as prescrições das ABNT NBR 5410 e 5419, quanto aos seus aspectos técnicos e de segurança. Já as instalações elétricas de média tensão deverão estar de acordo com as prescrições da ABNT NBR 14039, quanto aos seus aspectos técnicos e de segurança. As instalações referentes a entrada, medição de energia e subestações devem ainda estar em conformidade com as normas da distribuidora de energia local.

Neste ponto, é importante destacar que, para as instalações elétricas nos locais indicados na tabela A.1 do anexo A, da norma ABNT NBR 13570 – Instalações elétricas em locais de afluência de público – procedimento, ou outros locais com capacidade de no mínimo 50 pessoas, as prescrições desta norma complementam, modificam ou substituem as prescrições de caráter geral contidas na ABNT NBR 5410. Portanto, para o que não for especificado nesta norma, aplicam-se as prescrições da NBR 5410. Porém, em estações e terminais de sistema de transporte, em parques de diversões, e em circulações e áreas comuns em centros comerciais e *shopping centers*, a aplicação desta norma é obrigatória, independente da capacidade de pessoas.

A norma ABNT NBR 13570 fixa os requisitos específicos exigíveis às instalações elétricas em locais de afluência de público, a fim de garantir o seu funcionamento adequado, a segurança de pessoas e de animais domésticos e a conservação dos bens, sendo aplicável às instalações novas e às reformas em instalações existentes.

Durante todas as fases de dimensionamento do projeto, o projetista ainda deverá se atentar aos requisitos e disposições da nova norma ABNT NBR 16819 – Instalações elétricas de baixa tensão — eficiência energética. Esta norma especifica os requisitos para o projeto, execução e verificação de todos os tipos de instalações elétricas de baixa tensão, incluindo a geração local e o armazenamento de energia para otimizar o uso global eficiente de eletricidade, e fornece di-

retrizes para o projeto de instalações elétricas no contexto de uma abordagem de gestão de eficiência energética, a fim de obter o melhor serviço equivalente funcionalmente permanente para o menor consumo de energia elétrica e para a disponibilidade de energia mais aceitável e o equilíbrio econômico. Importante ainda ressaltar que esta norma é aplicável às instalações novas e às reformas em instalações existentes.

Para os sistemas envolvidos no projeto, devem ainda ser observados os requisitos das normas específicas listadas na seção de Referências, além das demais normas vigentes aplicáveis.

Visando obter, inicialmente, informações orientativas a respeito das condições de fornecimento de energia à edificação em sua fase definitiva e na etapa de ligação de obra, os projetistas devem procurar uma agência de atendimento da distribuidora de energia local.

As primeiras providências a serem tomadas pelos projetistas são: verificação da posição e do tipo de rede de distribuição existente no local próximo à edificação; definição do tipo de atendimento e assinatura de contrato; apresentação do projeto elétrico de entrada e medição de energia elétrica, em conformidade com a norma da distribuidora, além das demais normas ABNT aplicáveis; após a aprovação do projeto, quando as instalações estiverem concluídas, o cliente poderá solicitar a vistoria do padrão e a ligação da unidade consumidora.

Como observação importante para a elaboração deste projeto, as cargas de concessionários (lojas) deverão ser alimentadas por quadros com fonte de alimentação NORMAL (não devem ser atendidos por geradores ou nobreaks).

Para desenvolvimento de um projeto de instalações elétricas, no mínimo os seguintes conceitos e sistemas devem ser considerados:

- a) Entrada e Medição de Energia: instalações contendo equipamentos de seccionamento, medição, proteção e transformação, de acordo com as normas da empresa de fornecimento de energia local.
- b) Instalações elétricas em média tensão (MT):
 - Redes de Distribuição em MT:* circuitos de média tensão provenientes da entrada e medição de energia e que alimentam as subestações do empreendimento.
 - Subestações transformadoras:* instalações contendo transformadores de tensão, além dos equipamentos de seccionamento e proteção, responsáveis pela transformação do nível de tensão de suprimento para os níveis exigidos pelas cargas a serem aten-

- didadas no projeto.
- c) Sistema de correção de fator de potência: sistema composto por bancos de capacitores que têm como principal função a compensação reativa capacitiva, com o objetivo de corrigir a redução do fator de potência causada pelo alto consumo de energia reativa indutiva pelas cargas conectadas na instalação (tais como motores, transformadores, lâmpadas de descarga etc.).
- d) Sistema de geração própria: composto por todos os componentes e equipamentos de geração de energia para consumo próprio, por meio, por exemplo, da instalação de usinas fotovoltaicas.
- e) Sistema de geração de emergência: sistema composto por grupos geradores ou por bateria de acumuladores, caso haja necessidade de suprimento próprio de energia. Na escolha do tipo e características das fontes de suprimento em emergência, considerar o tipo de serviços a serem atendidos, o tempo de interrupção admissível, e o período mínimo durante o qual devem funcionar as fontes, em caso de falha da alimentação normal. Para dimensionamento dessas fontes, todas as cargas da edificação deverão ser classificadas em conformidade com sua importância e tempo de interrupção admissível, em cargas não essenciais, cargas essenciais e cargas críticas. Estas últimas são as que não admitem interrupção alguma (*no break*) ou que admitem interrupção por período muito breve (*short-break*). A seleção das cargas para dimensionamento desse sistema deve ser criteriosa, considerando somente as cargas essenciais e críticas, para não onerar excessivamente o custo da instalação.
- f) Instalações elétricas em baixa tensão (BT) - Quadros de distribuição: devem ser dimensionados para atender a agrupamentos de cargas que possuem o mesmo nível de tensão, e com as mesmas características. Logo, os quadros se distinguem entre si pelas seguintes características: nível de tensão (220/127V, 380/220V etc.); quadros de energia normal, ou de energia de emergência; e quadros de energia estabilizada. Se distinguem, ainda, pela sua finalidade conforme a seguinte classificação:

Quadros Gerais de Baixa Tensão – QGBT: quadros que recebem os circuitos de baixa tensão provenientes das saídas dos transformadores das subestações, e/ou de fontes de emergência, e que abrigam as proteções dos circuitos alimentadores que alimentam todos os demais quadros elétricos e pontos de força da

edificação.

Quadros intermediários: quadros que são energizados diretamente por um circuito alimentador proveniente de um QGBT ou estabilizador/nobreak, para quadros intermediários de energia estabilizada, e que alimentam outros quadros de distribuição da edificação. Dependendo da concepção adotada ou da edificação, podem não ser necessários.

Quadros terminais: são atendidos por circuitos alimentadores provenientes de um QGBT ou de um quadro intermediário, e que são destinados a energizar diretamente as cargas de tomadas, pontos de força e iluminação por meio de seus circuitos terminais. Os quadros podem ser projetados de acordo com o tipo de carga que alimentam por meio dos seus circuitos terminais, da seguinte forma:

Quadros de iluminação: são destinados a alimentar apenas cargas de iluminação.

Quadros de iluminação e tomadas: são destinados a alimentar cargas de iluminação e tomadas.

Quadros de força: são destinados a alimentar cargas motrizes, tais como, motobombas, elevadores, ar-condicionado, ventilação, e outros semelhantes.

Quadros terminais de energia estabilizada: são destinados a alimentar principalmente cargas do sistema de informática, entre outras cargas sensíveis.

- g) Instalações elétricas em baixa tensão (BT) - Circuitos alimentadores de BT: são os circuitos de saída dos quadros gerais de baixa tensão para atendimento aos pontos de força e quadros de distribuição da edificação. Podem ser implementados via cabos isolados ou através de barramento blindado, sendo este último muito recomendado em edificações que sofrem constantes alterações de leiaute (e, conseqüentemente, de posicionamento de cargas), e/ou com alto número de quadros de distribuição para serem energizados, possibilitando assim maior flexibilidade de alteração das instalações, facilidade e redução de custos de manutenção, e redução do emaranhado de cabos ao longo das edificações. Essa definição por sistema com cabos elétricos ou barramentos blindados deve passar pelo estudo da relação custo-benefício. Dependendo das cargas (pontos de força ou quadros de distribuição) a que se destinam, estes circuitos devem ser sempre separados de acordo com o nível de

tensão (220/127V, 380/220V etc.), se são para atendimento às cargas essenciais ou normais, e/ou se destinam ao atendimento aos sistemas de distribuição de energia estabilizada. Qualquer divergência dessas características já justifica a necessidade de criação de um novo circuito.

- h) Instalações elétricas em baixa tensão (BT) - Equipamentos:
- Estabilizador de tensão:** equipamento que possibilita alimentação elétrica com tensão e frequência dentro de faixas de tolerância especificadas, porém de forma não ininterrupta.
- Sistema ininterrupto de energia (UPS ou Nobreak):** equipamento que possibilita uma alimentação elétrica, com tensão e frequência dentro de faixas de tolerância especificadas, em regime permanente e transitório, com distorção e interrupção de alimentação dentro dos limites especificados, para a carga geralmente denominada por "nobreak".
- Outros equipamentos específicos.**
- i) Instalações elétricas em baixa tensão (BT) - Circuitos terminais: são os circuitos de saída dos quadros terminais destinados ao atendimento direto aos pontos finais de utilização (iluminação, tomadas, pontos de força etc.).
- j) Sistemas de iluminação: os sistemas de iluminação devem ser preferencialmente dimensionados pelo projeto de arquitetura da edificação, através da realização de cálculos e/ou simulações luminotécnicas em conformidade com as normas ABNT NBR 5461, 5101 e 10898. O projeto de instalações elétricas deverá dimensionar os circuitos elétricos necessários para atendimento a estas cargas. Os circuitos de iluminação devem ser exclusivos para este sistema. Para que seja possível o dimensionamento correto dos circuitos para cada tipo de sistema, as cargas do sistema de iluminação deverão ser, portanto, classificadas da seguinte forma:
- Iluminação geral de interiores:** tem como objetivo proporcionar nível de iluminância uniforme e adequado ao tipo de ocupação do local e das tarefas visuais previstas.
- Iluminação geral externa:** tem como objetivo atender às áreas externas tais como pátios, vias de acesso, jardins, entre outros. O tipo de iluminação, deverá ser harmonizado com o projeto urbano, de paisagismo e de comunicação visual.
- Iluminação específica:** é a iluminação suplementar de pequenas áreas atendidas pela iluminação geral, ou iluminação própria de

áreas não servidas pela iluminação geral. Como exemplo, podem ser mencionados a iluminação das áreas de trabalho, fachadas, ou a iluminação decorativa.

Iluminação de emergência: trata-se dos sistemas de iluminação de emergência para manter um nível mínimo de iluminância, nos casos de falta de suprimento de energia elétrica no sistema geral, para indicação de saídas, escadas e corredores. Este sistema deve ser composto por luminárias de emergência específicas, e pode ser complementado por luminárias conectadas aos circuitos de emergência (que são atendidos pelas fontes de emergência, como os geradores).

Iluminação de vigia: o sistema de iluminação de vigia tem como objetivo fornecer um nível de iluminância suficiente para a circulação de pessoal de vigilância, podendo ou não ser separado do sistema de iluminação geral. É composto por luminárias conectadas aos circuitos de emergência.

Sinalização e luz de obstáculo: são os sinalizadores de obstáculos aéreos. A presença de obstáculos que necessitam ser iluminados, deve ser indicada por luzes de sinalização de baixa, média e alta intensidades ou por combinação de tais luzes. Podem ser considerados como obstáculos: torres, mastros, postes, linhas elétricas elevadas, cabos suspensos ou outros objetos cuja configuração seja pouco visível à distância para que sejam localizados pelo piloto de uma aeronave. Também são obstáculos as linhas elétricas elevadas, cabos suspensos ou outros objetos de configuração semelhante, que atravessem rios, hidrovias, vales ou estradas e principalmente objetos que se elevem a 150 metros ou mais de altura, nos quais incluem-se as turbinas eólicas.

Iluminação para aplicações específicas: trata-se de todos os demais sistemas de iluminação destinados a aplicações específicas, tais como quadras poliesportivas, campos de futebol, pátios de aeronaves em aeroportos, entre outras aplicações que devem obedecer aos níveis de iluminação de normas específicas.

k) Sistema de tomadas:

Tomadas de uso geral: são dimensionadas para alimentação elétrica de equipamentos de baixa potência em geral, de forma não simultânea, com corrente nominal inferior a 10 A. Os circuitos

poderão ser dimensionados para atendimento a várias unidades de tomadas de uso geral, porém, deverão ser independentes dos circuitos de iluminação, a fim de possibilitar uma alternativa de uso da energia elétrica, em caso de manutenção no sistema de iluminação ou nas tomadas.

Tomadas de uso específico: são dimensionadas para alimentação elétrica de equipamentos específicos com corrente nominal superior a 10 A. Os circuitos que atendem a essas tomadas deverão ser exclusivos.

- l) Sistema de força: abrange a alimentação, comando e supervisão de cargas motrizes, tais como, motobombas, elevadores, ar-condicionado, ventilação, e outros semelhantes. A alimentação dos sistemas de força deverá originar-se no quadro principal de distribuição geral. Próximo ao centro de cargas deverão ser previstos quadros de força independentes dos quadros de iluminação.

Pontos de força: pontos de alimentação elétrica de motores entre outras cargas do sistema de força.

- m) Sistema de informática e demais cargas sensíveis: conjunto de cargas que necessitam de alimentação elétrica exclusiva em tensão estabilizada, derivada de quadros elétricos específicos do sistema de energia estabilizada, e circuitos parciais dimensionados para atenderem grupos de microcomputadores ou outros dispositivos. A alimentação elétrica em tensão estabilizada, poderá ser obtida através das configurações básicas que deverão ser definidas em função do nível exigido de confiabilidade e continuidade das informações, definindo-se:

Configuração 1: UPS para servidores, *data center* e rede de microcomputadores.

Configuração 2: UPS para servidores e *data center*; estabilizadores para rede de microcomputadores.

Configuração 3: estabilizadores para servidores e rede de microcomputadores.

- n) Sistema de aterramento e equipotencialização: é composto pela malha de aterramento das subestações (conforme norma ABNT NBR 15751) e de todo o empreendimento, assim como das equipotencializações principal e locais conforme normas (ABNT NBR 5410, 5419 e 14039).

A presente disciplina contempla os seguintes entregáveis:

Entregável

Memorial Descritivo

Especificação Técnica

Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Representações Gráficas

Modelo BIM

Planilha de Serviços

Memorial de Quantificação

7.10.1.2. Memorial Descritivo

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Responsáveis técnicos: listar todos os responsáveis técnicos por essa fase do projeto, identificando os respectivos números das Anotações de Responsabilidade Técnica emitidas junto ao CREA local.
- b) Referências normativas: listagem das normas ou códigos específicos adotados no projeto desenvolvido.
- c) Documentos de referência: informações, documentos e plantas da edificação (planta baixa, cortes etc., referentes ao projeto de arquitetura e/ou demais disciplinas/instalações) que foram levantados e utilizados para elaboração do projeto.
- d) Informações da empresa de distribuição de energia local: devem ser registradas todas as informações fornecidas para a elaboração do projeto de entrada de energia da edificação.
- e) Programa de necessidades: devem ser apresentadas as necessidades do cliente referente aos pontos de utilização de energia elétrica, assim como as necessidades específicas de alimentação de energia de cada sistema e instalação projetados para a edificação (sistemas eletrônicos e de telecomunicações, instalações hidrossanitárias, prevenção e combate a incêndio, instalações mecânicas e de utilidades etc.).
- f) Alternativas de solução: devem ser apresentadas todas as alternativas de solução para atendimento as necessidades do cliente.
- g) Concepção final adotada: concepção final aprovada, devendo ser adotada a solução mais vantajosa para a edificação, considerando parâmetros técnicos, econômicos e ambientais.
- h) Visão geral: descrição geral de todo o sistema, suas interfaces, das partes que o compõem e dos princípios em que se baseou, apresentando, ainda, justificativa que evidencie o atendimento às exigências estabelecidas pelas respectivas normas técnicas e pela instrução para elaboração de projetos. Apresentar a solução adotada evidenciando a sua compatibilidade com o projeto arquitetônico e com os demais projetos especializados e sua exequibilidade.
- i) Remoções e/ou demolições: se cabível, o projeto deve fornecer identificação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados, com as respectivas justificativas.
- j) Entrada e Medição de Energia.
- k) Instalações elétricas em média tensão (MT): linhas de Distribuição em MT; Subestações transformadoras.
- l) Sistema de correção de fator de potência.
- m) Sistema de geração própria.
- n) Sistema de geração de emergência.
- o) Instalações elétricas em baixa tensão (BT): quadros de distribuição, tais como, quadros Gerais de Baixa Tensão (QGBT), quadros intermediários e quadros terminais (quadros de luz, quadros de luz e tomadas, quadros de força, quadros terminais de energia estabilizada); circuitos alimentadores de BT; equipamentos, como estabilizador de tensão, sistema ininterrupto de energia (UPS ou *Nobreak*), além de outros equipamentos específicos; Circuitos terminais.
- p) Sistemas de iluminação: iluminação geral de interiores, iluminação geral externa, iluminação específica, iluminação de emergência, iluminação de vigia, sinalização e luz de obstáculo, iluminação para aplicações específicas.
- q) Sistema de tomadas: tomadas de uso geral e tomadas de uso específico.
- r) Sistema de força: Pontos de força.
- s) Sistema de informática e demais cargas sensíveis: descrever a configuração adotada para alimentação de energia destes sistemas, em função do nível exigido de confiabilidade e continuidade das informações.
- t) Sistema de aterramento e equipotencialização.
- u) Interferências com outras disciplinas: devem ser listados os requisitos a serem atendidos pelos projetos das demais disciplinas de pro-

jeto da edificação, tais como o projeto de arquitetura, fundações e estrutura, entre outros.

7.10.1.3. Especificação Técnica

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Entrada e Medição de Energia e Subestações: muflas (de uso interno e externo); cabos; para-raios; chaves seccionadoras; chaves fusíveis; disjuntor geral; relés; fusíveis; transformador de potência; transformador de corrente; cubículos blindados; transformador; painéis de comando, supervisão e controle; painéis de medição; isoladores; condutos e acessórios, como eletrodutos (aço, metálico flexível, PVC rígido), eletrocalhas, leitos, canaletas e perfilados, outros condutos (bandejas, prateleiras, suportes etc.); equipamentos de proteção para as subestações, como tapete ou estrado isolante, par de luvas isolantes, para o nível de tensão de fornecimento, caixa de EPI; extintores de incêndio; acessórios.
- b) Redes de Distribuição em Média Tensão: postes; estruturas para rede aérea, como estrutura primária, estrutura secundária, e afastador; espaçadores; chave faca; chave fusível; elo fusível; condutores; condutor mensageiro; emendas de cabo; estai; aterramento (para neutro, chaves e equipamentos, iluminação pública, para-raios, cercas etc.); amarrações e ancoragens; conexões para rede aérea, como aterramento, chaves faca, chaves fusíveis, estai, iluminação pública, jumper de MT e BT, para-raios, transformador, estrutura para aterramento provisório; equipamentos, como transformadores, chaves seccionadoras, disjuntores, religadores; quadros e painéis; cubículos; conexões para rede subterrânea, como muflas, barramento isolado, plugue de isolamento – PIB, plugue de aterramento – PAT, terminais desconectáveis (reto - TDR, cotovelo – TDC), módulo básico T, capa de proteção, conector plugue, plugue terminal (fêmea e macho), plugue transição (fêmea e macho) adaptador de cabos, dispositivo de aterramento – DAT, terminal de compressão; eletrodutos e acessórios, como de aço, PVC rígido, PEAD (redes subterrâneas); acessórios.
- c) Redes de Baixa Tensão: equipamentos; conjuntos de proteção, comando e manobra, tais como quadro geral de baixa tensão, quadros intermediários, quadro de força, quadros de iluminação e tomadas, quadros terminais de energia estabilizada, quadros de comando, disjuntores, dispositivos diferenciais residuais, dispositivos de proteção contra surtos, fusíveis, chaves seccionadoras, chaves contadoras e chaves reversoras; cabos e fios (condutores); barramentos blindados; trilhos eletrificados; condutos, como eletrodutos (aço, metálico flexível, PVC rígido, PVC flexível, PEAD), eletrocalhas, leitos, canaletas e perfilados e outros condutos (bandejas, prateleiras, suportes etc.); caixas de passagem; conexões, como conectores e terminais de compressão; iluminação e Tomadas (tomadas, painéis de força, tomadas de força, interruptores, espelhos, fixadores, luminárias e projetores, luminárias de emergência, lâmpadas, postes e braços de iluminação, reatores, transformadores, temporizadores, relés foto-elétricos, soquetes, e acessórios).
- d) Aterramento e Equipotencialização, incluindo ensaios preliminares, hastes para aterramento, cordoalha ou cabo de cobre nu, barramentos de equipotencialização (BEP e BEL), conexões, como soldas exotérmicas, condutores de compressão e terminais de compressão para cabos, caixas de inspeção para aterramento, tampas em ferro fundido para caixas de inspeção.
- e) Sistema de Geração de Emergência: geradores; painel de comando; quadro de transferência manual/automática (QTA/QTM).
- f) Sistema de Distribuição de Energia Estabilizada: estabilizador de tensão; sistema ininterrupto de energia (UPS ou *nobreak*); outros equipamentos específicos.
- g) Sistema de Geração Própria.
- h) Sistema de Correção de Fator de Potência.
- i) Serviços Diversos: demolições e/ou remoções, com informação quantitativa de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos (separando o tipo de demolição, manual ou mecânica), removidos ou fresados; escavações (para instalação de dutos, caixas, cabos enterrados etc.); reaterros (manual e/ou compactado); concreto (concretagem de bancos de dutos, bases de postes etc.); brita; areia; espaçadores para banco de dutos; grades de ventilação e drenagem; recomposições de pisos e de asfalto; bases de concreto para quadros e equipamentos em pedestal; caixas de passagem, poços, minipoços, câmaras subterrâneas (em alvenaria, em concreto armado, em concreto pré-moldado) e escada marinho; tampas em concreto, tampas em ferro fundido para calçadas e passagens de pedestre, e tampas em ferro fundido para pistas de rolamento.

- j) Certificação e comissionamento do sistema: especificar quais operações e procedimentos de testes e ensaios devem ser realizados para garantir que o sistema opere de acordo com projeto e em atendimento aos requisitos das Normas Técnicas e de Segurança. Especificar também os treinamentos de operação e manutenção *in loco* que deverão ser realizados com a equipe de operação e manutenção da edificação.
- k) Manual de Operação e Conservação do Sistema: deverá conter a especificação dos itens que devem constar no manual que deverá ser entregue pela empresa construtora da edificação, relacionados a operação e manutenção do sistema, com instruções completas de todas as operações, comandos e ferramentas necessárias, as inspeções periódicas conforme normas aplicáveis, manutenção preventiva e corretiva de todos os componentes do sistema, registro de todos os ensaios e testes realizados, manuais dos fabricantes, além de toda documentação que deverá ser anexada (plantas do projeto as built, entre outros documentos).

7.10.1.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Circuitos de média e baixa tensão e respectivas proteções.
- b) Barramentos blindados.
- c) Correntes de curto-circuito para toda a instalação.
- d) Estudos de coordenação e seletividade.
- e) Entrada de energia e subestações: estudos de parametrização dos relés de proteção e coordenograma; chaves seccionadoras; disjuntores; transformadores de potencial; transformadores de corrente; transformadores de tensão.
- f) Quadros e painéis elétricos.
- g) Sistema de Energia Estabilizada.
- h) Sistema de Geração de Emergência.
- i) Sistema de Correção de Fator de Potência.
- j) Sistema de Geração Própria.
- k) Conduitos e caixas de passagem.
- l) Malhas de aterramento.

7.10.1.5. Representações Gráficas

7.10.1.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Plantas da entrada e medição de energia e das subestações
Plantas do sistema de distribuição em MT
Plantas do sistema de geração própria
Plantas do sistema de geração de emergência
Plantas do sistema de correção de fator de potência
Plantas do sistema principal de distribuição em BT
Plantas do sistema principal de distribuição de energia estabilizada
Plantas dos circuitos terminais – pontos de força e tomadas
Plantas dos circuitos terminais – iluminação
Plantas do sistema de aterramento e equipotencialização

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Plantas da entrada e medição de energia e das subestações:** plantas em escala adequada, contendo a representação gráfica dos seguintes elementos pré-dimensionados: representação da conexão com a rede local de distribuição de energia da concessionária; painéis e componentes do sistema de medição; componentes do sistema de proteção (painéis de supervisão e controle, cubículos blindados etc.); transformadores e demais componentes; projeção dos circuitos de entrada e de interligação entre os componentes internos, e dos conduitos.
- b) **Plantas do sistema de distribuição em MT:** plantas em escala adequada, contendo a projeção de toda a rede de média tensão a partir da entrada de energia até as subestações.
- c) **Plantas do sistema de geração própria:** plantas em escala adequada, contendo a representação gráfica de todos os elementos do sistema, assim como a sua conexão ao sistema elétrico do empreendimento, conforme pré-dimensionamentos realizados.
- d) **Plantas do sistema de geração de emergência:** plantas em esca-

la 1:50, contendo a representação gráfica dos seguintes elementos pré-dimensionados: grupos geradores e quadro QTA/QTM; projeção dos circuitos de interligação dos quadros QTA/QTM com os grupos geradores, saídas das subestações e com os quadros gerais de baixa tensão e dos condutos.

- e) **Plantas do sistema de correção de fator de potência:** plantas em escala adequada, contendo a representação gráfica dos bancos de capacitores, painéis de proteção e comando, circuitos, assim como a sua conexão ao sistema elétrico do empreendimento, conforme pré-dimensionamentos realizados.
- f) **Plantas do sistema principal de distribuição em BT:** plantas da implantação e por pavimento, em escala 1:50, contendo a representação gráfica dos seguintes elementos pré-dimensionados: quadros elétricos gerais, intermediários e terminais; projeção dos circuitos alimentadores via barramentos blindados; projeção dos circuitos alimentadores por cabos; projeção dos condutos.
- g) **Plantas do sistema principal de distribuição de energia estabilizada:** plantas da implantação e por pavimento, em escala 1:50, contendo a representação gráfica dos seguintes elementos pré-dimensionados: componentes principais do sistema: estabilizadores, UPS, quadros, entre outros; projeção dos circuitos alimentadores via barramentos blindados; projeção dos circuitos alimentadores por cabos; projeção dos condutos.
- h) **Plantas dos circuitos terminais – pontos de força e tomadas:** plantas da implantação e por pavimento, em escala 1:50, contendo a representação gráfica dos seguintes elementos pré-dimensionados: quadros terminais; cargas a serem atendidas, com todas as informações registradas na fase de estudo preliminar, incluindo os respectivos pontos de tomadas e pontos de força; projeção dos circuitos terminais e respectivas caixas de passagem e condutos.
- i) **Plantas dos circuitos terminais – iluminação:** plantas da implantação e por pavimento, em escala 1:50, contendo a representação gráfica dos seguintes elementos pré-dimensionados: quadros terminais; cargas de iluminação a serem atendidas, com todas as informações registradas na fase de estudo preliminar, incluindo os respectivos interruptores e/ou comandos; projeção dos circuitos terminais e respectivas caixas de passagem e condutos.
- j) **Plantas do sistema de aterramento e equipotencialização:** plantas da implantação e por pavimento, em escala adequada, contendo a projeção das malhas de aterramento e de todas as interligações

necessárias, conforme pré-dimensionamento realizado.

7.10.1.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Plantas da entrada e medição de energia e das subestações
Plantas do sistema de distribuição em MT
Plantas do sistema de geração própria
Plantas do sistema de geração de emergência
Plantas do sistema de correção de fator de potência
Plantas do sistema principal de distribuição em BT
Plantas do sistema principal de distribuição de energia estabilizada
Plantas dos circuitos terminais – pontos de força e tomadas
Plantas dos circuitos terminais – iluminação
Plantas do sistema de aterramento e equipotencialização
Diagramas unifilares e quadro de cargas gerais e específicos
Plantas de remoções e/ou demolições

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Plantas da entrada e medição de energia e das subestações:** plantas em escala adequada, contendo a representação gráfica completa do sistema, incluindo: conexão com a rede local de distribuição de energia da concessionária; leiaute detalhado final destes espaços, com a localização precisa de todos os componentes; circuitos de entrada e de interligação entre os componentes internos; condutos.
- b) **Plantas do sistema de distribuição em MT:** plantas em escala adequada, contendo a representação gráfica completa de toda a rede de média tensão a partir da entrada de energia até as subestações: redes aéreas (plantas em escala 1:1000, contendo a representação dos postes com as estruturas de sustentação do cabeamento, equi-

- pamentos, proteções, cabeamento e todas os demais componentes pré-dimensionados); rede subterrânea – montagem eletromecânica (plantas em escala 1:500, contendo a representação de todos os circuitos, equipamentos e conexões. A simbologia das caixas, poços e câmaras nessa planta precisa ser aberta, apenas com o contorno, para que seja possível representar os circuitos e conexões em seu interior); rede subterrânea – projeto civil (plantas em escala 1:500, contendo a representação de todos os bancos de dutos, câmaras, caixas de passagem, poços, bases para equipamentos e painéis em pedestal, entre outras informações. A simbologia das caixas, poços e câmaras nessa planta devem ser fechadas, e com as mesmas dimensões das simbologias adotadas no item anterior).
- c) **Plantas do sistema de geração própria:** plantas em escala adequada, contendo a representação gráfica de todos os elementos do sistema, assim como a sua conexão ao sistema elétrico do empreendimento.
- d) **Plantas do sistema de geração de emergência:** plantas em escala 1:50, contendo a representação gráfica dos seguintes elementos: grupos geradores e quadro QTA/QTM; circuitos de interligação dos quadros QTA/QTM com os grupos geradores, saídas das subestações e com os quadros gerais de baixa tensão; condutos e caixas de passagem; circuito de rejeição de cargas.
- e) **Plantas do sistema de correção de fator de potência:** plantas em escala adequada, contendo a representação gráfica dos bancos de capacitores, painéis de proteção e comando, circuitos, condutos, caixas de passagem, assim como a sua conexão ao sistema elétrico do empreendimento.
- f) **Plantas do sistema principal de distribuição em BT:** plantas da implantação e por pavimento, em escala 1:50, contendo a representação gráfica dos seguintes elementos: quadros elétricos gerais, intermediários e terminais; circuitos alimentadores via barramentos blindados; circuitos alimentadores por cabos; respectivas caixas de passagem e condutos.
- g) **Plantas do sistema principal de distribuição de energia estabilizada:** plantas da implantação e por pavimento, em escala 1:50, contendo a representação gráfica dos seguintes elementos: componentes principais do sistema: estabilizadores, UPS, quadros, entre outros; circuitos alimentadores via barramentos blindados; circuitos alimentadores por cabos; respectivas caixas de passagem e condutos.
- h) **Plantas dos circuitos terminais – pontos de força e tomadas:** plantas da implantação e por pavimento, em escala 1:50, contendo a representação gráfica dos seguintes elementos: quadros terminais; cargas a serem atendidas, com todas as informações registradas na fase de estudo preliminar e anteprojeto, incluindo os respectivos pontos de tomadas e pontos de força; circuitos terminais e respectivas caixas de passagem e condutos.
- i) **Plantas dos circuitos terminais – iluminação:** plantas da implantação e por pavimento, em escala 1:50, contendo a representação gráfica dos seguintes elementos: quadros terminais; cargas de iluminação a serem atendidas, com todas as informações registradas na fase de estudo preliminar e anteprojeto, incluindo os respectivos interruptores e/ou comandos; circuitos terminais e respectivas caixas de passagem e condutos.
- j) **Plantas do sistema de aterramento e equipotencialização:** plantas da implantação e por pavimento, em escala adequada, contendo a representação gráfica das malhas de aterramento, interligações, barramento de equipotencialização principal (BEP), barramentos de equipotencialização local (BEL), e todas as interligações necessárias.
- k) **Diagramas unifilares e quadro de cargas gerais e específicos:** diagrama unifilar geral de toda a instalação com determinação dos valores de carga total instalada e demanda total da edificação, por subestação, e para cada quadro geral de baixa tensão; entrada de energia; subestações; barramentos blindados; quadros elétricos e painéis de comando; quadros elétricos e circuitos de força; sistema de energia estabilizada; sistema de Geração de Emergência; sistema de Geração Própria; sistema de aterramento e equipotencialização, entre outros.
- l) **Plantas de remoções e/ou demolições:** indicação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados (quando cabível).

7.10.1.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Diagramas executivos
Plantas do projeto de aprovação de entrada de energia e das subestações
Plantas de corte e de elevação da entrada de energia e das subestações
Plantas de detalhes de instalação

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Diagramas executivos:** diagramas funcionais e de controle dos equipamentos, quadros de comando, e demais dispositivos do sistema.
- Plantas do projeto de aprovação de entrada de energia e das subestações:** deverá conter todo o pacote de plantas e documentos exigidos pela empresa distribuidora de energia local, para aprovação do projeto e liberação para a construção.
- Plantas de corte e de elevação da entrada de energia e das subestações:** plantas compreendendo a parte civil e a parte elétrica, na escala de 1:50.
- Plantas de detalhes de instalação:** plantas contendo desenhos de detalhamento completo de instalação de todos os painéis, equipamentos e componentes do sistema, assim como de toda a infraestrutura necessária, incluindo: detalhamento de instalação dos condutos e caixas de passagem para passagem do cabeamento interno, assim como das caixas de tomadas de piso (canaletas, eletrodutos, eletrocalhas, leitos, ganchos tipo “J” etc.); detalhamento de construção dos bancos de dutos, caixas de passagem, câmaras, poços, bases para equipamentos e painéis em pedestal, referentes às redes subterrâneas; detalhamento de montagem e instalação dos postes, estruturas, chaves, equipamentos, aterramentos e demais componentes das redes de distribuição em MT aéreas; detalhamento de montagem instalação e conexões dos painéis, quadros, equipamentos, motores, cubículos, barramento blindado, luminárias e projetores de cada sistema de iluminação projetado, e demais dispositivos; detalhamento de construção das malhas de aterramento, e de instalação do sistema de equipotencialização; detalhamento de montagem, instalação e conexão dos elementos do Sistema de Geração Própria, e do Sistema de Geração de Emergência; detalhe de

todos os furos necessários nos elementos estruturais e de todas as peças a serem embutidas ou fixadas nas estruturas de concreto ou metálicas, para passagem e suporte da instalação.

7.10.1.6. Modelo BIM

O Modelo BIM do projeto de Instalações Elétricas de Média e Baixa Tensão deverá ser tratado como uma disciplina isolada e ser integrado às demais disciplinas do projeto por meio do modelo federado, e nos momentos de trabalho colaborativo entre as diversas disciplinas, principalmente o arquitetônico e o estrutural. Ele deverá ser apresentado diretamente da plataforma aos analistas e fiscalização e entregue em mídia associado às demais pastas digitais do projeto.

O modelo deverá garantir a perfeita execução do projeto, definindo e estabelecendo: o correto posicionamento (dimensionamento, recuos/espacamento, prumada, nível, cota, entre outras); as formas de fixação/suporte; os materiais (tipo, características, espessuras, entre outras); as conexões com outros sistemas (Mecânicos, Hidrossanitário, Automação, Incêndio, entre outros); a infraestrutura e suas especificações; o local onde o projeto será instalado. Todas essas informações devem ser definidas e estabelecidas pelo projetista em atendimento ao Programa de Necessidades da edificação, Leis e Normativas.

E ainda, o modelo também deverá garantir a coordenação e compatibilização com a Arquitetura, Estrutura e demais disciplinas de projeto da edificação. O nível de detalhe no desenvolvimento do projeto será correspondente à fase de projeto. As definições/dimensionamentos de maior impacto em termos geométricos e de integração com outros sistemas devem ser estabelecidos na fase do Anteprojeto.

Deverá atender, no mínimo, aos seguintes requisitos:

- Seguir as referências de cotas de trabalho dos demais projetos (instalações e arquitetura).
- Os componentes (tais como interruptores, tomadas, luminárias etc.) deverão ser apresentados no modelo de forma fiel ao que deverá ser executado/instalado.
- Os condutos (tubulações, eletrocalhas, bandejas, perfilados etc.) deverão ser apresentados com suas devidas conexões e suporte/fixações. Os condutos deverão estar, sempre que possível, conectados aos quadros, caixas e/ou equipamentos. Se a conexão não for possível ou for inviável no software em uso, a Contratante deverá ser imediatamente comunicada para avaliar as consequências da ausência destes elementos no modelo.

d) A modelagem do cabeamento/fiação é opcional, uma vez que poucos softwares conseguem representá-los em conformidade com as normas vigentes. Porém, nas peças gráficas deve estar representado seguindo o padrão tradicional.

e) As demais disciplinas do grupo de Instalações Elétricas e Eletrônicas deverão seguir as mesmas diretrizes estabelecidas para o Projeto de Instalações Elétricas de Média e Baixa Tensão, no que for aplicável.

7.10.1.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Instalações Elétricas de Média e Baixa Tensão	2	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados tendo como referência a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma e orientação.</p> <p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representação dos elementos/ componentes do projeto (tais como: eletrodutos, eletrocalhas, entre outros condutos; tomadas, interruptores, entre outros componentes elétricos; caixas de ligação e passagem; quadros de distribuição; luminárias; equipamentos elétricos; entrada de energia; painéis; cubículos; etc), através de geometria genérica de dimensões gerais/flexíveis (como altura, largura e comprimento), com determinação dos respectivos posicionamentos e/ ou encaminhamentos. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de pré-dimensionamento, com definição de materiais, tipologias, níveis de tensão, forma de instalação (embutida, aparente, pendente) etc; • Parâmetros gerais de orçamentação e planejamento. <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo; • Extração de documentação legal (aprovação e acompanhamento); • Avaliação prévia de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento).
Projeto Básico	Instalações Elétricas de Média e Baixa Tensão	3	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados com precisão em relação a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma, orientação e interfaces com outros sistemas.</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representação de todo os elementos/ componentes do projeto através de geometria com dimensões específicas definidas (representação tridimensional fiel), com determinação precisa dos respectivos posicionamentos e/ou encaminhamentos; • Representação e detalhamento das conexões, suportes, fixações e acessórios; • Representação de todo o cabeamento/fiação; • Detalhamento das interfaces e conexões entre elementos da mesma disciplina ou de disciplinas distintas; • Quadros de cargas dos quadros/painéis;

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Projeto Básico	Instalações Elétricas de Média e Baixa Tensão	3	<ul style="list-style-type: none"> Tabelas de quantitativos precisas, que incluem as características técnicas dimensionais, localização e orientação de todos os elementos, conforme os parâmetros de planejamento e orçamentação para a obra. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Informações de dimensionamento, com especificações completas, incluindo definição de materiais, tipologias, informações técnicas (níveis de tensão, corrente, potência etc), forma de instalação (embutida, aparente, pendente), acabamentos, numerações e identificações, codificações e classificações etc; Parâmetros específicos de orçamentação e planejamento. <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> Elementos 3D associados às informações paramétricas que formam a edificação virtual, representando os elementos/ componentes da disciplina; Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo, conforme composição do orçamento; Extração de documentação e desenhos técnicos com informações suficientes para execução da obra com todo detalhamento necessário; Verificação de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento) em conformidade com os parâmetros de orçamentação.
Projeto Executivo	Instalações Elétricas de Média e Baixa Tensão	4	<p>Inclui toda a descrição do LOD 3 acrescentando as seguintes:</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Diagramas gerais da instalação; Diagramas específicos de ligação dos quadros/painéis, equipamentos e demais componentes; Detalhamentos específicos, em formato tridimensional sempre que possível, para fabricação, montagem e/ou instalação de elementos ou componentes das instalações projetadas. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Documentação de execução dos serviços (instruções, especificações, normas etc); - Referências de fabricantes.
As Built	Instalações Elétricas de Média e Baixa Tensão	5	<p>A descrição do LOD 4 incluindo as informações construtivas da obra conforme foi executada e demais informações tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> Especificação de marca, modelo, fabricante, data de aquisição e instalação, relatórios de testes e comissionamento, entre outros; Informações referente à garantia dos elementos/componentes; Informações pertinentes e necessárias para a manutenção preventiva e corretiva das instalações, bem como para o seu controle e operação.

7.10.1.7. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- a) Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- b) Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

7.10.1.7.1. Levantamento Tradicional

No caso específico das Instalações Elétricas de Média e Baixa Tensão, os quantitativos de materiais e serviços podem ser agrupados conforme a seguinte estrutura:

- a) Entrada e Medição de Energia e Subestações: muflas (de uso interno e externo); cabos; para-raios; chaves seccionadoras; chaves fusíveis; disjuntor geral; relés; fusíveis; transformador de potência; transformador de corrente; cubículos blindados; transformador; painéis de comando, supervisão e controle; painéis de medição; isoladores; condutos e acessórios, como eletrodutos (aço, metálico flexível, PVC rígido), eletrocalhas, leitos, canaletas e perfilados, outros condutos (bandejas, prateleiras, suportes etc.); equipamentos de proteção para as subestações, como tapete ou estrado isolante, par de luvas isolantes, para o nível de tensão de fornecimento, caixa de EPI; extintores de incêndio; acessórios.
- b) Redes de Distribuição em Média Tensão: postes; estruturas para rede aérea, como estrutura primária, estrutura secundária, e afastador; espaçadores; chave faca; chave fusível; elo fusível; condutores; condutor mensageiro; emendas de cabo; estai; aterramento (para neutro, chaves e equipamentos, iluminação pública, para-raios, cercas etc.); amarrações e ancoragens; conexões para rede aérea, como aterramento, chaves faca, chaves fusíveis, estai, iluminação pública, jumper de MT e BT, para-raios, transformador, estrutura para aterramento provisório; equipamentos, como transformadores, chaves seccionadoras, disjuntores, religadores; quadros e painéis; cubículos; conexões para rede subterrânea, como muflas, barramento isolado, plugue de isolamento – PIB, plugue de aterramento – PAT, terminais desconec-

- táveis (reto - TDR, cotovelo – TDC), módulo básico T, capa de proteção, conector plugue, plugue terminal (fêmea e macho), plugue transição (fêmea e macho) adaptador de cabos, dispositivo de aterramento – DAT, terminal de compressão; eletrodutos e acessórios, como de aço, PVC rígido, PEAD (redes subterrâneas); acessórios.
- c) Redes de Baixa Tensão: equipamentos; conjuntos de proteção, comando e manobra, tais como quadro geral de baixa tensão, quadros intermediários, quadro de força, quadros de iluminação e tomadas, quadros terminais de energia estabilizada, quadros de comando, disjuntores, dispositivos diferenciais residuais, dispositivos de proteção contra surtos, fusíveis, chaves seccionadoras, chaves contadoras e chaves reversoras; cabos e fios (condutores); barramentos blindados; trilhos eletrificados; condutos, como eletrodutos (aço, metálico flexível, PVC rígido, PVC flexível, PEAD), eletrocalhas, leitos, canaletas e perfilados e outros condutos (bandejas, prateleiras, suportes etc.); caixas de passagem; conexões, como conectores e terminais de compressão; iluminação e Tomadas (tomadas, painéis de força, tomadas de força, interruptores, espelhos, fixadores, luminárias e projetores, luminárias de emergência, lâmpadas, postes e braços de iluminação, reatores, transformadores, temporizadores, relés foto-elétricos, soquetes, e acessórios).
- d) Aterramento e Equipotencialização, incluindo ensaios preliminares, hastes para aterramento, cordoalha ou cabo de cobre nu, barramentos de equipotencialização (BEP e BEL), conexões, como soldas exotérmicas, condutores de compressão e terminais de compressão para cabos, caixas de inspeção para aterramento, tampas em ferro fundido para caixas de inspeção.
- e) Sistema de Geração de Emergência: geradores; painel de comando; quadro de transferência manual/automática (QTA/QTM).
- f) Sistema de Distribuição de Energia Estabilizada: estabilizador de tensão; sistema ininterrupto de energia (UPS ou *nobreak*); outros equipamentos específicos.
- g) Sistema de Geração Própria.
- h) Sistema de Correção de Fator de Potência.
- i) Serviços Diversos: demolições e/ou remoções, com informação quantitativa de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos (separando o tipo de demolição, manual ou mecânica), removidos ou fresados; escavações (para instalação de dutos, caixas, cabos enterrados etc.); reaterros (manual e/ou compactado);

concreto (concretagem de bancos de dutos, bases de postes etc.); brita; areia; espaçadores para banco de dutos; grades de ventilação e drenagem; recomposições de pisos e de asfalto; bases de concreto para quadros e equipamentos em pedestal; caixas de passagem, poços, minipoços, câmaras subterrâneas (em alvenaria, em concreto armado, em concreto pré-moldado) e escada marinho; tampas em concreto, tampas em ferro fundido para calçadas e passagens de pedestre, e tampas em ferro fundido para pistas de rolamento.

- j) Certificação e comissionamento do sistema.
- k) Manual de Operação e Conservação do Sistema.

7.10.1.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos e características técnicas deverá ser executada preferencialmente de forma direta do modelo do Projeto de Instalações Elétricas de Média e Baixa Tensão, e ter exata correlação com as tabelas geradas para as pranchas de desenho. Para tanto é fundamental que os elementos estejam devidamente classificados e categorizados para os sistemas de arquitetura conforme os parâmetros de planejamento, de orçamento, e devidamente orientados pelo plano de execução de projeto. Deverá ser garantida a precisão, a consistência, a rastreabilidade e a agilidade de acessos as informações.

Todos os itens descritos nas Especificações Técnicas do Projeto deverão ter seu correlatos na quantificação e nas unidades da mesma forma que o levantamento tradicional, sendo de responsabilidade dos projetistas garantir a interdependência de todos os documentos técnicos com o planejamento e orçamento da obra.

À CONTRATADA é facultada a modelagem de componentes que não os exigidos neste Manual. Contudo, os quantitativos que não puderem ser levantados de forma automática deverão ser apresentados em forma tradicional e, ainda, retornar ao modelo, via software de integração, para fins de planejamento e orçamentação nas simulações.

7.10.1.8. Referências

ABNT NBR 10898: Sistema de iluminação de emergência.

ABNT NBR 13570: Instalações elétricas em locais de afluência de público – Procedimento.

ABNT NBR 14039: Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 Kv.

ABNT NBR 15749: Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento.

ABNT NBR 15751: Sistemas de aterramento de subestações – Requisitos.

ABNT NBR 16384: Segurança em eletricidade — Recomendações e orientações para trabalho seguro em serviços com eletricidade.

ABNT NBR 16690: Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos - Requisitos de projeto.

ABNT NBR 16819: Instalações elétricas de baixa tensão — Eficiência energética.

ABNT NBR 5101: Iluminação pública — Procedimento.

ABNT NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão.

ABNT NBR 5419: Proteção Contra Descargas Atmosféricas (todas as partes).

ABNT NBR 5461: Iluminação.

ABNT NBR 7117: Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo.

ABNT NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior.

Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC. Brasília, 2016.

DECEA, ICA 11-408: Restrições aos objetos projetados no espaço aéreo que possam afetar adversamente a segurança ou a regularidade das operações aéreas.

Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. [s.l.]: AsBEA, 2015.

MAMEDE FILHO, J. Instalações elétricas industriais. 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

Normas de fornecimento de energia da empresa distribuidora de energia local.

NR 10: Norma Regulamentadora nº 10: Segurança em Instalações e serviços em eletricidade.

O SETOR ELÉTRICO, Revista em formato e-book. Guia O Setor Elétrico de Normas Brasileiras. São Paulo: Atitude Editorial, 2011.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Caderno BIM: Coletânea de Cadernos Orientadores, Curitiba: SEIL/PR, 2018. V.4.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2.

SEAP - Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio. Manual de obras públicas -Edificações 2020.

7.10.2. Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas

7.10.2.1. Introdução

Um projeto de Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas – SPDA pode ser definido como um conjunto de documentos, elementos gráficos e especificações que visa definir e disciplinar as instalações dos subsistemas de captação, de descidas, e de aterramento, além das medidas de equipotencialização, isolamento elétrica das instalações, e de proteção contra acidentes com tensões de passo e de toque devido à proximidade com o subsistema de descidas do SPDA.

A ABNT NBR 5419, sob o título geral “Proteção contra descargas atmosféricas”, tem previsão de conter as seguintes partes:

- Parte 1: Princípios gerais.
- Parte 2: Gerenciamento de risco.
- Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida.
- Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura.

Conforme essa norma, considera-se que a principal e mais eficaz medida de proteção contra danos físicos é o SPDA que, geralmente, é composto por dois sistemas de proteção: sistema externo e sistema interno.

O SPDA externo é destinado a interceptar uma descarga atmosférica para a estrutura (por meio do subsistema de captação), e conduzir a corrente da descarga atmosférica para a terra de forma segura (por meio do subsistema de descida), dispersar a corrente da descarga atmosférica na terra (por meio do subsistema de aterramento).

O SPDA interno é destinado a reduzir os riscos com centelhamentos perigosos dentro do volume de proteção criado pelo SPDA externo utilizando ligações equipotenciais ou distância de segurança (isolamento elétrica) entre os componentes do SPDA externo e outros elementos eletricamente condutores internos à estrutura.

A concepção do SPDA deve ser cuidadosamente definida desde os estágios iniciais de projeto de uma nova estrutura e fundações, possibilitando, desta forma, um uso otimizado das partes eletricamente condutoras desta, a preservação da estética e melhoria da eficácia do SPDA com custo e esforços minimizados. Após iniciada uma construção em um determinado local, o acesso restrito ao solo e à armadura de aço das estruturas dificulta o aproveitamento desses elementos como componentes naturais do SPDA, notadamente os subsistemas de descida e aterramento. Logo, a resistividade e tipo do solo devem sempre ser considerados nos estágios iniciais do empreendimento, sendo estas informações fundamentais para o projeto do sistema de aterramento e que podem exigir adequações no projeto da estrutura da fundação.

Os componentes naturais feitos de materiais condutores, os quais devem permanecer dentro ou na estrutura definitivamente e não podem ser modificados, por exemplo, armaduras de aço interconectadas estruturando o concreto armado, vigamentos metálicos da estrutura etc., podem ser utilizados como componente natural do SPDA, desde que cumpram os requisitos específicos da norma ABNT NBR 5419 Parte 3. Outros componentes metálicos que não forem definitivos à estrutura devem ficar dentro do volume de proteção ou incorporados complementarmente ao SPDA.

Dessa forma, o melhor resultado e com custo otimizado sempre será alcançado com a frequente interação entre os projetistas, arquitetos, instaladores do SPDA e construtores. Quanto maior a sintonia e a coordenação entre os projetos e execuções das estruturas a serem protegidas e do SPDA, melhores serão as soluções adotadas possibilitando, inclusive, a otimização do custo dentro da melhor solução técnica possível para a edificação. Nesse contexto, o próprio projeto estrutural deve viabilizar a utilização das partes metálicas das estruturas e fundações como componentes naturais do SPDA.

Enfim, a documentação do projeto do SPDA deve conter toda a informação necessária para assegurar uma correta e completa instalação. O SPDA deve ser projetado e instalado por profissionais habilitados e capacitados para o desenvolvimento dessas atividades.

A presente disciplina contempla os seguintes entregáveis:

Entregável

Memorial Descritivo

Especificação Técnica

Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Representações Gráficas

Modelo BIM

Planilha de Serviços

Memorial de Quantificação

7.10.2.2. Memorial Descritivo

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Responsáveis técnicos: listar todos os responsáveis técnicos por essa fase do projeto, identificando os respectivos números das Anotações de Responsabilidade Técnica emitidas junto ao CREA local.
- b) Referências normativas: listagem das normas ou códigos específicos adotados no projeto desenvolvido.
- c) Documentos de referência: informações, documentos e plantas da edificação (planta baixa, cortes etc., referentes ao projeto de arquitetura e/ou demais disciplinas/instalações) que foram levantados e utilizados para elaboração do projeto.
- d) Gerenciamento de risco e análise da necessidade de proteção: devem ser apresentados todos os cálculos de análise de risco conforme a ABNT NBR 5419 Parte 2. Deve ser apresentado também a análise sobre a necessidade de adoção de SPDA externo, e no caso positivo, qual nível de proteção deverá ser adotado para o dimensionamento das instalações do sistema.
- e) Medições preliminares: deverão ser registrados os resultados dos ensaios de medição da resistividade e determinação da estratificação do solo na área de implantação da edificação, em conformidade com a norma ABNT NBR 7117.
- f) Alternativas de solução: devem ser apresentadas todas as alternativas de solução para o sistema, considerando os cálculos realizados, e o máximo uso de componentes naturais do Projeto de Fundações e Estrutura.

- g) Concepção final adotada: concepção final aprovada, devendo ser adotada a solução mais vantajosa para a edificação, considerando parâmetros técnicos, econômicos e ambientais.
- h) Visão geral: descrição geral de todo o sistema, suas interfaces, das partes que o compõem e dos princípios em que se baseou, apresentando, ainda, justificativa que evidencie o atendimento às exigências estabelecidas pelas respectivas normas técnicas e pela instrução para elaboração de projetos. Apresentar a solução adotada evidenciando a sua compatibilidade com o projeto arquitetônico e com os demais projetos especializados e sua exequibilidade.
- i) Remoções e/ou demolições: se cabível, o projeto deve fornecer identificação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados, com as respectivas justificativas.
- j) SPDA externo: descrever como se dará a execução de cada um dos subsistemas do SPDA (subsistema de captação, subsistema de descidas e subsistema de aterramento).
- k) SPDA interno: descrever todas as medidas que foram tomadas, conforme a norma ABNT NBR 5419 parte 3, tais como, equipotencialização para fins de proteção contra descargas atmosféricas (equipotencialização para instalações metálicas, equipotencialização para elementos condutores externos, e equipotencialização para linhas conectadas à estrutura a ser protegida), e isolamento elétrico do SPDA externo.
- l) Medidas de proteção contra acidentes com seres vivos: descrever todas as medidas que foram tomadas, conforme a norma ABNT NBR 5419 parte 3 (medidas de proteção contra tensão de toque e medidas de proteção contra tensão de passo).
- m) Interferências com outras disciplinas: devem ser listados os requisitos a serem atendidos pelos projetos das demais disciplinas de projeto da edificação, tais como o projeto de arquitetura, fundações e estrutura, instalações elétricas e eletrônicas, entre outros.

7.10.2.3. Especificação Técnica

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Ensaios preliminares: especificar as medições de resistividade e determinação da estratificação do solo na área de implantação da edificação, em conformidade com a norma ABNT NBR 7117, que de-

- verão ser realizadas após a execução dos serviços de terraplanagem no local de implantação da edificação, e antes do início da execução das fundações, para que possa ser verificado se as características do solo foram alteradas com os cortes e/ou aterros realizados no local, e para que sejam realizados os devidos ajustes no projeto do subsistema de aterramento, caso isso tenha ocorrido.
- b) Subsistema de captação: especificar todos os elementos do sistema, tais como, captosres, mastros, terminais aéreos (mini-captosres), condutores (cabos, fitas metálicas etc.), acessórios, conexões e fixações.
 - c) Subsistema de descidas: especificar todos os elementos do sistema, tais como, condutores (cabos, fitas metálicas etc.), conexões de ensaio, acessórios, conexões e fixações.
 - d) Subsistema de aterramento: hastes, condutores, caixas de inspeção, tampas das caixas de inspeção, conexões (pressão, compressão e/ou soldas exotérmicas) etc.
 - e) Equipotencialização para fins de proteção contra descargas atmosféricas: barramentos de equipotencialização, condutores de interligação, terminais de compressão para os cabos de interligação, centelhadores, dispositivos de proteção contra surtos (DPS) etc.
 - f) Proteção contra tensões de toque: materiais para isolação dos condutores de descidas, barreiras ou sinalizações de alerta.
 - g) Proteções contra tensões de passo: barreiras ou sinalizações de alerta, elemento de aterramento reticulado complementar no entorno do condutor de descida.
 - h) Serviços Diversos: demolições; escavação de valas; reaterro compactado; e recomposições.
 - i) Certificação e comissionamento do sistema: especificar quais operações e procedimentos de testes, medições e ensaios devem ser realizados para garantir que o sistema opere de acordo com projeto e em atendimento aos requisitos das Normas Técnicas e de Segurança, incluindo, inclusive os seguintes ensaios e inspeções: verificação da continuidade elétrica da armadura em estruturas utilizando concreto com armadura de aço, conforme Anexo F da norma ABNT NBR 5419 Parte 3; medição da resistência de aterramento, conforme norma ABNT NBR 15749, para verificação se a resistência de aterramento máxima prevista no projeto não foi atingida; e realização de inspeção, conforme ABNT NBR 5419 Parte 3, com entrega de relatório assinado por profissional qualificado e habilitado.
 - j) Manual de Operação e Conservação do Sistema: deverá conter a especificação dos itens que devem constar no manual que deverá ser entregue pela empresa construtora da edificação, relacionados a operação e manutenção do sistema, com instruções completas de todas as operações, comandos e ferramentas necessárias, as inspeções periódicas conforme normas aplicáveis, manutenção preventiva e corretiva de todos os componentes do sistema, registro de todos os ensaios e testes realizados, manuais dos fabricantes, além de toda documentação que deverá ser anexada (plantas do projeto as built, entre outros documentos). **Memorial de Cálculo e Dimensionamento**
- Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:
- k) Relatório de análise de risco: relatório contendo todos os cálculos e processo de análise de risco detalhado, com as revisões finais necessárias, e ainda, a verificação da necessidade do SPDA (externo e interno), além da seleção do respectivo nível de proteção para a estrutura.
 - l) Subsistema de captação: detalhar todo o processo de cálculo adotado para dimensionamento e posicionamento de todos os componentes deste subsistema, a partir dos métodos aplicados (método das malhas, do ângulo de proteção, e/ou da esfera rolante), assim como dos captosres para descargas laterais.
 - m) Subsistema de descidas: detalhar todo o processo de dimensionamento e posicionamento de todos os componentes deste subsistema, em conformidade com a norma.
 - n) Subsistema de aterramento: quando se tratar da dispersão da corrente da descarga atmosférica (comportamento em alta frequência) para a terra, o método mais importante de minimizar qualquer sobretensão potencialmente perigosa é estudar e aprimorar a geometria e as dimensões do subsistema de aterramento. Deve-se obter a menor resistência de aterramento possível, compatível com o arranjo do eletrodo, a topologia e a resistividade do solo no local (obtida a partir das medições realizadas na fase de anteprojetos). Detalhar todo este processo de cálculo e dimensionamento, assim como a resistência de aterramento calculada e esperada para o sistema, a partir do arranjo projetado.

7.10.2.4. Representações Gráficas

7.10.2.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Subsistema de captação
Subsistema de descidas
Subsistema de aterramento

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Subsistema de captação:** planta da cobertura da edificação e/ou planta geral de implantação da edificação, em escala adequada, com a representação de todos os elementos do subsistema de captação pré-dimensionado nessa fase para proteção da edificação e de todos os elementos localizados nas áreas externas localizadas no entorno da edificação.
- Subsistema de descidas:** desenhos das fachadas da edificação, e das laterais de torres e/ou outros elementos localizados nas áreas externas localizadas no entorno da edificação, em escala adequada, com a representação de todos os elementos do subsistema de descidas pré-dimensionado nessa fase.
- Subsistema de aterramento:** planta geral de implantação da edificação, em escala adequada, com a representação de todos os elementos do subsistema de aterramento pré-dimensionado nessa fase.

7.10.2.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Subsistema de captação

Subsistema de descidas

Subsistema de aterramento

Plantas de remoções e/ou demolições

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Subsistema de captação:** planta da cobertura da edificação e/ou planta geral de implantação da edificação, em escala adequada, com a representação de todos os elementos e conexões do subsistema de captação conforme o afinamento dos pré-dimensionamentos realizados na fase de anteprojeto, para proteção da edificação e de todos os elementos localizados nas áreas externas localizadas no entorno da edificação.
- Subsistema de descidas:** desenhos das fachadas da edificação, e das laterais de torres e/ou outros elementos localizados nas áreas externas localizadas no entorno da edificação, em escala adequada, com a representação de todos os elementos e conexões do subsistema de descidas, além das interligações deste subsistema com os subsistemas de aterramento e de captação, conforme o afinamento dos pré-dimensionamentos realizados na fase de anteprojeto.
- Subsistema de aterramento:** planta geral de implantação da edificação, em escala adequada, com a representação de todos os elementos e conexões do subsistema de aterramento pré-dimensionado nessa fase.
- Plantas de remoções e/ou demolições:** indicação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados (quando cabível).

7.10.2.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Plantas de detalhes de instalação

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Plantas de detalhes de instalação:** plantas contendo desenhos de detalhamento completo de todos os componentes do sistema, assim como de toda a infraestrutura necessária, incluindo: detalhamento de instalação dos elementos do subsistema de captação, mostrando a forma de fixação dos elementos captadores nas coberturas, telhados etc., assim como de suas conexões; detalhamento de instalação dos elementos do subsistema de descidas, mostrando a forma de fixação dos condutores ou fitas na fachada da edificação, a forma de interligação com o subsistema de captação e de aterramento, e a instalação de conexões de ensaio (quando esse subsistema utilizar os elementos estruturais da edificação, apresentar todos os detalhes de interligação dessa estrutura com o subsistema de captação e/ou de aterramento); detalhamento de instalação dos elementos do subsistema de aterramento, mostrando a profundidade de aterramento dos condutores da malha, os detalhes de instalação das hastes, as interligações deste sistema com os barramentos de equipotencialização da edificação, assim como de suas conexões (compressão, solda exotérmica etc.); outros detalhes, como formas de interligação de partes metálicas aos barramentos de equipotencialização, instalação de DPS, forma de isolamento dos condutores de descidas, instalação de barreiras ou sinalizações de alerta etc.; detalhe de todos os furos necessários nos elementos estruturais e de todas as peças a serem embutidas ou fixadas nas estruturas de concreto ou metálicas, para passagem e suporte da instalação.

7.10.2.5. Modelo BIM

O Modelo BIM do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas deverá ser tratado como uma disciplina isolada e ser integrado às demais disciplinas do projeto por meio do modelo federado, e nos momentos de trabalho colaborativo entre as diversas disciplinas, principalmente o arquitetônico e o estrutural. Ele deverá ser apresentado diretamente da plataforma aos analistas e fiscalização e entregue em mídia associado às demais pastas digitais do projeto.

O modelo deverá garantir a perfeita execução do projeto, definindo e estabelecendo: o correto posicionamento (dimensionamento, recuos/espacamento, prumada, nível, cota, entre outras); as formas de fixação/suporte; os materiais (tipo, características, espessuras, entre outras); as conexões com outros sistemas (mecânicos, elétricos, entre outros); a infraestrutura e suas especificações; o local onde o projeto será instalado. Todas essas informações devem ser definidas e estabelecidas pelo projetista em atendimento ao Programa de Necessidades da edificação, Leis e Normativas.

E ainda, o modelo também deverá garantir a coordenação e compatibilização com a Arquitetura, Estrutura e demais disciplinas de projeto da edificação. O nível de detalhe no desenvolvimento do projeto será correspondente à fase de projeto. As definições/dimensionamentos de maior impacto em termos geométricos e de integração com outros sistemas devem ser estabelecidos na fase do Anteprojeto.

Deverá atender, no mínimo, aos seguintes requisitos:

- a) Seguir as referências de cotas de trabalho dos demais projetos (instalações e arquitetura).
- b) As tubulações deverão ser apresentadas com suas devidas conexões e suporte/fixações. Deverão estar, sempre que possível, conectados aos quadros, caixas e/ou equipamentos. Se a conexão não for possível ou for inviável no software em uso, a Contratante deverá ser imediatamente comunicada para avaliar as consequências da ausência destes elementos no modelo.
- c) Os componentes (caixas, suportes, fixações, mastros, captadores, hastes etc.) deverão ser apresentados no modelo de forma fiel ao que deverá ser executado/instalado, seguindo todos os espaçamentos mínimos/máximos definidos pelas normas vigentes e pelos cálculos de dimensionamento.
- d) A modelagem do cabeamento/fiação é opcional, uma vez que poucos softwares conseguem representá-los em conformidade com as normas vigentes. Porém, nas peças gráficas deve estar representado seguindo o padrão tradicional.
- e) O modelo deverá seguir as mesmas diretrizes estabelecidas para o Projeto de Instalações Elétricas de Média e Baixa Tensão, no que for aplicável.

7.10.2.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas	2	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados tendo como referência a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma e orientação.</p> <p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> Representação dos elementos/ componentes do projeto (descidas, malhas e elementos de captação e aterramento etc), através de geometria genérica de dimensões gerais/flexíveis (como altura, largura e comprimento), com determinação dos respectivos posicionamentos e/ ou encaminhamentos. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Informações de pré-dimensionamento, com definição de materiais, tipologias, formas de instalação etc; Parâmetros gerais de orçamentação e planejamento. <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo; Avaliação prévia de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento).
Projeto Básico	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas	3	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados com precisão em relação a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma, orientação e interfaces com outros sistemas.</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Representação de todo os elementos/ componentes do projeto através de geometria com dimensões específicas definidas (representação tridimensional fiel), com determinação precisa dos respectivos posicionamentos, espaçamentos de segurança e encaminhamentos; Representação e detalhamento das conexões, suportes, fixações e acessórios; Detalhamento das interligações/ conexões entre elementos da mesma disciplina ou de disciplinas distintas ao SPDA; Tabelas de quantitativos precisas, que incluem as características técnicas dimensionais, localização e orientação de todos os elementos, conforme os parâmetros de planejamento e orçamentação para a obra.

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Projeto Básico	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas	3	<p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Informações de dimensionamento, com especificações completas, incluindo definição de materiais, tipologias, informações técnicas, forma de instalação, acabamentos, numerações e identificações, codificações e classificações etc; · Parâmetros específicos de orçamentação e planejamento. <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Elementos 3D associados às informações paramétricas que formam a edificação virtual, representando os elementos/componentes da disciplina; · Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo, conforme composição do orçamento; · Extração de documentação e desenhos técnicos com informações suficientes para execução da obra com todo detalhamento necessário; · Verificação de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; · Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento) em conformidade com os parâmetros de orçamentação.
Projeto Executivo	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas	4	<p>Inclui toda a descrição do LOD 3 acrescentando as seguintes:</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Detalhamentos específicos, em formato tridimensional sempre que possível, para fabricação, montagem e/ou instalação de elementos ou componentes das instalações projetadas. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Documentação de execução dos serviços (instruções, especificações, normas etc); · Referências de fabricantes.
As Built	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas	5	<p>A descrição do LOD 4 incluindo as informações construtivas da obra conforme foi executada e demais informações tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Especificação de marca, modelo, fabricante, data de aquisição e instalação, relatórios de testes e comissionamento, entre outros; · Informações referente à garantia dos elementos/componentes; · Informações pertinentes e necessárias para a manutenção preventiva e corretiva das instalações.

7.10.2.6. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- a) Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- b) Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

7.10.2.7.1. Levantamento Tradicional

No caso específico do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas, os quantitativos de materiais e serviços podem ser agrupados nas seguintes seções:

- c) Ensaios e serviços preliminares.
- d) Subsistema de captação.
- e) Subsistema de descidas.
- f) Subsistema de aterramento.
- g) Equipotencialização para fins de proteção contra descargas atmosféricas.
- h) Proteção contra tensões de toque.
- i) Proteções contra tensões de passo.
- j) Certificação e comissionamento do sistema.
- k) Manual de Operação e Conservação do Sistema.
- l) Serviços Diversos (quando houver): demolições e/ou remoções: informação quantitativa de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos (separando o tipo de demolição, manual ou mecânica), removidos ou fresados; escavações (para instalação de dutos, caixas, cabos enterrados etc.); reaterros (manual e/ou compactado); e recomposições.

7.10.2.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos e características técnicas deverá ser executada preferencialmente de forma direta do modelo do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas, e ter exata correlação com as tabelas geradas para as pranchas de desenho.

Para tanto, é fundamental que os elementos estejam devidamente classificados e categorizados para os sistemas de arquitetura conforme os parâmetros de planejamento, de orçamento, e devidamente orientados pelo plano de execução de projeto. Deverá ser garantida a precisão, a consistência, a rastreabilidade e a agilidade de acessos às informações.

Todos os itens descritos nas Especificações Técnicas do Projeto deverão ter seu correlatos na quantificação e nas unidades da mesma forma que o levantamento tradicional, sendo de responsabilidade dos projetistas garantir a interdependência de todos os documentos técnicos com o planejamento e orçamento da obra.

À CONTRATADA é facultada a modelagem de componentes que não os exigidos neste Manual. Contudo, os quantitativos que não puderem ser levantados de forma automática deverão ser apresentados em forma tradicional e, ainda, retornar ao modelo, via software de integração, para fins de planejamento e orçamentação nas simulações.

7.10.2.7. Referências

ABNT NBR 15749: Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento

ABNT NBR 16384: Segurança em eletricidade — Recomendações e orientações para trabalho seguro em serviços com eletricidade

ABNT NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão

ABNT NBR 5419: Proteção Contra Descargas Atmosféricas (todas as partes)

ABNT NBR 7117: Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo

Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC. Brasília, 2016.

Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. [s.l.]: AsBEA, 2015.

NR 10: Norma Regulamentadora nº 10: Segurança em Instalações e serviços em eletricidade.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Caderno BIM: Coletânea de Cadernos Orientadores, Curitiba: SEIL/PR, 2018. V.4.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2.

SEAP - Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio. Manual de obras públicas -Edificações 2020.

7.11. Instalações Eletrônicas

7.11.1. Sistema de Supervisão, Comando e Controle

7.11.1.1. Introdução

Um Sistema de Supervisão, Comando e Controle pode ser definido como um conjunto de hardware, software, periféricos e cabos de interligação, que possibilitam a supervisão, comando e controle de instalações da edificação. Pode também ser chamado de Sistema de Automação Predial.

Os sistemas de automação de edifícios são tipicamente usados para controlar os vários sistemas presentes em um edifício, como por exemplo, alarmes de incêndio, segurança e controle de acesso (circuito fechado de TV, controles eletrônicos de acesso etc.), assim como sistemas de gerenciamento de energia (ar-condicionado, controle de iluminação etc.). Outros sistemas de baixa tensão também podem ser incluídos (sistemas de áudio e vídeo, por exemplo).

Desta forma, recomenda-se que os projetos de automação predial (assim como de todos os sistemas que este controla) e de telecomunicações, que serão discutidos nessa e nas demais sessões a seguir, sejam elaborados em conjunto, e que a concepção destes sistemas também já sejam definidas em conjunto com as demais disciplinas de projeto da edificação, de forma a garantir, portanto, a implantação de todos os subsistemas e espaços necessários para a automação de processos e sua devida integração.

A concepção final destes projetos deverá ser discutida e aprovada com o cliente, podendo ser adotada a completa ou parcial integração dos serviços mencionados. Por esse motivo, neste manual os projetos ainda serão discutidos em seções separadas, permitindo a sua aplicação nas concepções nas quais foi definido a execução de diversos sistemas de infraestrutura de cabeamento para telecomunicações e sinais de baixa tensão totalmente independentes em vez de uma infraestrutura única. Neste caso, a concepção poderá também optar pelo compartilhamento ou não dos mesmos espaços e caminhos para passagem dos diversos cabeamentos independentes a serem lançados.

A ABNT NBR 14565 é a norma que estabelece os requisitos para um sistema de cabeamento estruturado para uso nas dependências de um único edifício, ou de um conjunto de edifícios comerciais em um *campus*. O cabeamento especificado nessa norma suporta uma ampla variedade de serviços, incluindo voz, dados, imagem e automação.

Por sua vez, a ABNT NBR 16415 é a norma que especifica a estrutura e os requisitos para os caminhos e espaços, dentro ou entre os edifícios, para troca de informações e cabeamento estruturado de acordo com a ABNT NBR 14565. Essa norma também influencia a alocação de espaços para cabeamento estruturado no interior do edifício. São considerados nessa norma edifícios monousuários e multiusuários.

Os espaços de telecomunicações usados para a instalação, administração e controle dos dispositivos que compõem um sistema de automação predial são os mesmos presentes em um edifício comercial típico para seus sistemas de telecomunicações.

Conforme a norma ABNT NBR 14565, a sala de equipamentos é a área dentro do edifício ou de um complexo de edifícios onde os equipamentos de uso comum a todos os usuários da rede são instalados. A sala de equipamentos recebe um tratamento diferente das salas de telecomunicações devido à natureza ou complexidade dos equipamentos (PABX, servidores, roteadores, switches principais etc.). Deve haver uma única sala de equipamentos para cada edifício ou campus, podendo conter mais de um distribuidor (de campus, de edifício ou de piso).

E, ainda, conforme essa mesma norma, a sala de telecomunicações é a área dentro do edifício localizada em cada pavimento, que contém um distribuidor de piso, bem como os equipamentos ativos dedicados a atender aos usuários deste pavimento. As salas de telecomunicações devem oferecer todas as facilidades (espaço, alimentação elétrica, controle ambiental etc.) para a instalação dos componentes passivos, dispositivos ativos e interfaces com o sistema de cabeamento de *backbone*. Cada sala de telecomunicações deve ter acesso direto ao subsistema de cabeamento de *backbone*.

Dessa forma, uma sala de telecomunicações em um sistema de automação de edifícios deve atender às áreas de cobertura presentes no mesmo piso em que se encontra essa sala. Quando todos os sistemas do edifício são integrados (voz, dados, vídeo e automação predial) e instalados no mesmo espaço de telecomunicações, esse espaço passa a ser uma sala de telecomunicações de uso comum.

A sala de equipamentos é o espaço do edifício em um sistema de automação predial que atende a todos os dispositivos presentes no edifício para sua automação. Assim, todos os controladores dos diversos sistemas de automação predial são instalados nesse espaço. Quando esse espaço é usado para integrar todos os sistemas de telecomunicações e automação do edifício, esse espaço passa a ser uma sala de equipamentos de uso comum.

A infraestrutura de entrada do edifício em um sistema de automação predial tem exatamente a mesma função que a infraestrutura de entrada de um edifício comercial. Da mesma forma, uma única infraestrutura de entrada pode ser projetada para atender aos sistemas de telecomunicações e edificações do edifício.

A presente disciplina contempla os seguintes entregáveis:

Entregável
Memorial Descritivo
Especificação Técnica
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Representações Gráficas
Modelo BIM
Planilha de Serviços
Memorial de Quantificação

7.11.1.2. Memorial Descritivo

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Responsáveis técnicos: listar todos os responsáveis técnicos por essa fase do projeto, identificando os respectivos números das Anotações de Responsabilidade Técnica emitidas junto ao CREA local.
- Referências normativas: listagem das normas ou códigos específicos adotados no projeto desenvolvido.
- Documentos de referência: informações, documentos e plantas da edificação (planta baixa, cortes etc., referentes ao projeto de arquitetura e/ou demais disciplinas/instalações) que foram levantados e utilizados para elaboração do projeto.
- Extrato das necessidades do cliente referentes aos serviços de voz, dados, imagem, segurança e sistemas de controle de acesso, sistemas de supervisão e controle do edifício, entre outros serviços, para verificação de quais instalações e serviços serão supervisionados, comandados ou controlados, e que devem, portanto ser integrados e considerados no projeto do Sistema de Supervisão, Comando e Controle.
- Alternativas de solução: devem ser apresentadas todas as alternativas de solução para atendimento as necessidades do cliente.

- f) Concepção final adotada: concepção final aprovada para o Sistema de Supervisão, Comando e Controle, devendo ser adotada a solução mais vantajosa para a edificação, considerando parâmetros técnicos, econômicos e ambientais.
- g) Visão geral: descrição geral de todo o sistema, suas interfaces, das partes que o compõem e dos princípios em que se baseou, apresentando, ainda, justificativa que evidencie o atendimento às exigências estabelecidas pelas respectivas normas técnicas e pela instrução para elaboração de projetos. Apresentar a solução adotada evidenciando a sua compatibilidade com o projeto arquitetônico e com os demais projetos especializados e sua exequibilidade.
- h) Remoções e/ou demolições: se cabível, o projeto deve fornecer identificação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados, com as respectivas justificativas.
- i) Sistema de Cabeamento Estruturado para automação predial: informar se será utilizado um Sistema de Cabeamento Estruturado único no edifício para telecomunicações e automação, ou se será adotado uma infraestrutura de cabeamento independente. No caso de adoção de infraestrutura cabeamento independente, este deve ser descrito e detalhado conforme requisitos listados no item Memorial Descritivo da seção de Projeto de Sistema de Cabeamento Estruturado, no que for aplicável.
- j) Espaços e caminhos: informar se serão utilizados espaços e caminhos únicos no edifício para telecomunicações e automação, ou se serão espaços e caminhos independentes. No caso de adoção de espaços e caminhos exclusivos, estes devem ser descritos e detalhados conforme requisitos listados no item Memorial Descritivo da seção de Projeto de Sistema de Cabeamento Estruturado, no que for aplicável.
- k) Instalações e sistemas atendidos: descrever e detalhar quais instalações e sistemas serão supervisionados, comandados ou controlados, e que serão, portanto, integrados e considerados no projeto do Sistema de Supervisão, Comando e Controle.
- l) Áreas de cobertura: detalhar os espaços e/ou sistemas e equipamentos atendidos por cada dispositivo de automação predial, como controles de temperatura, sensores etc.
- m) Componentes e equipamentos do sistema: listar e descrever os equipamentos e componentes do sistema que serão instalados, assim como o princípio de funcionamento, entre outras informações

necessárias. Devem ser descritos, no mínimo, os seguintes componentes e equipamentos: equipamentos de aplicações específicas de supervisão, comando e controle para realização das conexões ativas entre os subsistemas de cabeamento, quando aplicáveis; central de supervisão; unidades remotas, centrais de monitores; sensores e controles.

- n) Software: descrição técnica dos softwares a serem instalados.
- o) Tabela de pontos e funções: apresentar uma tabela com os pontos e as funções dos componentes do sistema projetados.
- p) Interferências com outras disciplinas: No caso remoto de uso de espaços e caminhos exclusivos para o sistema Supervisão, Comando e Controle, verificar a seção de Projeto de Sistema de Cabeamento Estruturado deste manual para as considerações sobre a estrutura civil necessária para esses espaços, requisitos para o sistema de iluminação, energia, sistema de detecção e proteção contra incêndio, segurança patrimonial, monitoramento e automação, aterramento, eficiência energética, entre outros aspectos.

7.11.1.3. Especificação Técnica

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Cabeamento: elementos do Sistema de Cabeamento Estruturado, conforme seção específica deste manual, no caso de adoção de uma infraestrutura de cabeamento independente, e outros tipos de cabeamento, quando adotados.
- b) Caminhos para passagem do cabeamento (canaletas, eletrodutos, eletrocalhas, leitos ou ganchos tipo “J”, caixas de passagem, shafts, quadros/painéis etc.), quando projetados para uso exclusivo do sistema de supervisão, comando e controle.
- c) Central de Supervisão.
- d) Terminais de vídeo.
- e) Unidades de Controle Remota.
- f) Sensores e detectores.
- g) Equipamentos.
- h) Terminais e conectores.
- i) Software.
- j) Certificação do sistema: especificar quais operações e procedimentos de testes e ensaios devem ser realizados para garantir que o sistema opere de acordo com projeto e em atendimento aos requisitos.

tos das Normas Técnicas e de Segurança. Especificar também os treinamentos de operação e manutenção *in loco* que deverão ser realizados com a equipe de operação e manutenção da edificação.

- k) Manual de Operação e Conservação do Sistema: deverá conter a especificação dos itens que devem constar no manual que deverá ser entregue pela empresa construtora da edificação, relacionados à operação e manutenção do sistema, com instruções completas de todas as operações, comandos e ferramentas necessárias, as inspeções periódicas conforme normas aplicáveis, manutenção preventiva e corretiva de todos os componentes do sistema, registro de todos os ensaios e testes realizados, manuais dos fabricantes, além de toda documentação que deverá ser anexada.

7.11.1.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Cabeamento: elementos do Sistema de Cabeamento Estruturado, conforme seção específica deste manual, no caso de adoção de uma infraestrutura de cabeamento independente, e outros tipos de cabeamento, quando adotados.
- Caminhos para passagem do cabeamento (canaletas, eletrodutos, eletrocalhas, leitos ou ganchos tipo “J”, caixas de passagem, shafts, quadros/painéis etc.), quando projetados para uso exclusivo do sistema de supervisão, comando e controle: devem ser dimensionados para suportar o cabeamento projetado, assim como o cabeamento de telecomunicações de outras aplicações além de expansões futuras.
- Demais componentes do sistema e equipamentos.

7.11.1.5. Representações Gráficas

7.11.1.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Plantas do sistema nas áreas externas

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Plantas do sistema nas áreas externas:** plantas contendo a infraestrutura de entrada, a projeção do subsistema de cabeamento de *backbone* de *campus* (se aplicável), assim como dos respectivos caminhos e espaços de entrada em cada edifício.
- Plantas do sistema por pavimento:** plantas de cada nível da edificação, em escala adequada, com a projeção do subsistema de cabeamento horizontal a partir dos respectivos distribuidores, tomadas de automação predial com suas respectivas áreas de cobertura, assim como as projeções dos respectivos caminhos (sejam estes cabeamentos, espaços e caminho compartilhados com os demais sistemas de telecomunicações do edifício, ou exclusivos para o sistema de Supervisão, Comando e Controle).
- Plantas específicas:** plantas em escala adequada contendo os leiautes iniciais dos caminhos dos *campus*, caminhos do edifício, espaços como as salas de telecomunicações, salas de equipamentos, entre outros (mesmo quando estes espaços e caminhos sejam compartilhados com os demais sistemas de telecomunicações do edifício, ou exclusivos para o sistema de Supervisão, Comando e Controle), assim como a representação básica dos elementos funcionais do sistema e dos respectivos caminhos, indicação dos sensores e equipamentos a serem gerenciados, e locação preliminar da central de supervisão e unidades remotas.
- Diagramas unifilares preliminares:** diagramas gerais básicos apresentando a interligação dos sensores, equipamentos a serem gerenciados, central de supervisão, unidades remotas e demais componentes do sistema de Supervisão, Comando e Controle ao sistema de cabeamento estruturado (compartilhado ou exclusivo), assim como o registro das suas respectivas localizações.

7.11.1.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Plantas do sistema nas áreas externas
Plantas do sistema por pavimento
Plantas dos espaços
Cortes verticais
Diagramas e desenhos esquemáticos de interligação
Plantas de remoções e/ou demolições

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Plantas do sistema nas áreas externas:** plantas contendo a representação da infraestrutura de entrada e do subsistema de cabeamento de *backbone* de *campus* (se aplicável), assim como dos respectivos caminhos e espaços de entrada em cada edifício.
- Plantas do sistema por pavimento:** plantas de cada nível da edificação, preferencialmente em escala 1:50, contendo a indicando dos sensores, equipamentos a serem gerenciados, sistema de aterramento, a representação do cabeamento adotado para transmissão dos sinais do sistema, das tomadas de automação predial com suas respectivas áreas de cobertura, assim como dos respectivos espaços e caminhos (sejam estes cabeamento, espaços e caminhos compartilhados com os demais sistemas de telecomunicações do edifício, ou exclusivos para o sistema de Supervisão, Comando e Controle), após refinamento dos pré-dimensionamentos realizados e apresentados na fase de anteprojeto e harmonização com a Arquitetura e demais disciplinas do empreendimento.
- Plantas dos espaços:** plantas em escala adequada contendo os leiautes finais dos espaços, como as salas de telecomunicações, salas de equipamentos, entre outros espaços (mesmo quando estes espaços e caminho sejam compartilhados com os demais sistemas de telecomunicações do edifício, ou exclusivos para o sistema de Supervisão, Comando e Controle), assim como a locação da central de supervisão, unidades remotas, terminais de vídeo e demais elementos do sistema nesses espaços.
- Cortes verticais:** representação gráfica vertical das “prumadas”, *shafts*, e/ou demais caminhos verticais.

- Diagramas e desenhos esquemáticos de interligação:** plantas contendo esquemáticos e/ou diagramas de interligação entre o cabeamento adotado no sistema e os componentes projetados, além dos sistemas e equipamentos gerenciados.
- Plantas de remoções e/ou demolições:** indicação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados (quando cabível).

7.11.1.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Diagramas funcionais e de controle
Plantas de detalhes de instalação

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Diagramas funcionais e de controle,** dos equipamentos e dispositivos do sistema.
- Plantas de detalhes de instalação:** plantas contendo desenhos de detalhamento completo de instalação de todos os painéis, equipamentos e componentes do sistema, assim como de toda a infraestrutura necessária, incluindo: detalhamento de instalação dos caminhos do cabeamento (canaletas, eletrodutos, eletrocalhas, leitos, ganchos tipo “j” etc.); detalhamento de montagem e instalação dos *shafts*, painéis, equipamentos, central de supervisão, unidades remotas, terminais de vídeo e demais dispositivos; detalhe de todos os furos necessários nos elementos estruturais e de todas as peças a serem embutidas ou fixadas nas estruturas de concreto ou metálicas, para passagem e suporte da instalação.

7.11.1.6. Modelo BIM

O Modelo BIM do projeto de Sistema de Supervisão, Comando e Controle deverá ser tratado como uma disciplina isolada e ser integrado às demais disciplinas do projeto por meio do modelo federado, e nos momentos de trabalho

colaborativo entre as diversas disciplinas, principalmente o arquitetônico e o estrutural. Ele deverá ser apresentado diretamente da plataforma aos analistas e fiscalização e entregue em mídia associado às demais pastas digitais do projeto.

O modelo deverá garantir a perfeita execução do projeto, definindo e estabelecendo: o correto posicionamento (dimensionamento, recuos/espacamento, prumada, nível, cota, entre outras); as formas de fixação/suporte; os materiais (tipo, características, espessuras, entre outras); as conexões com outros sistemas (Elétrico, Mecânicos, Hidrossanitário, CFTV/Segurança, Cabeamento Estruturado, Incêndio, entre outros); a infraestrutura e suas especificações; o local onde o projeto será instalado. Todas essas informações devem ser definidas e estabelecidas pelo projetista em atendimento ao Programa de Necessidades da edificação, Leis e Normativas.

E ainda, o modelo também deverá garantir a coordenação e compatibilização com a Arquitetura, Estrutura e demais disciplinas de projeto da edificação. O nível de detalhe no desenvolvimento do projeto será correspondente à fase de projeto. As definições/dimensionamentos de maior impacto em termos geométricos e de integração com outros sistemas devem ser estabelecidos na fase do Anteprojeto.

Deverá atender, no mínimo, aos seguintes requisitos:

7.11.1.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Sistema de Supervisão, Comando e Controle	2	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados tendo como referência a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma e orientação.</p> <p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representação dos elementos/ componentes do projeto (tais como: eletrodutos, eletrocalhas, entre outros condutos; sensores, detectores, entre outros componentes; caixas de ligação e passagem; quadros/painéis, terminais, unidades de controle e centrais de supervisão; racks; equipamentos; etc), através de geometria genérica de dimensões gerais/flexíveis (como altura, largura e comprimento), com determinação dos respectivos posicionamentos e/ ou encaminhamentos. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de pré-dimensionamento, com definição de materiais, tipologias, níveis de tensão, potência (para atendimento pelo projeto de instalações elétricas), forma de instalação (embutida, aparente, pendente) etc; • Parâmetros gerais de orçamentação e planejamento.

- a) Seguir as referências de cotas de trabalho dos demais projetos (instalações e arquitetura).
- b) Os condutos (tubulações, eletrocalhas, bandejas, perfilados etc.) deverão ser apresentados com suas devidas conexões e suporte/fixações. Os condutos deverão estar, sempre que possível, conectados aos quadros, caixas e/ou equipamentos. Se a conexão não for possível ou for inviável no software em uso, a Contratante deverá ser imediatamente comunicada para avaliar as consequências da ausência destes elementos no modelo.
- c) Os componentes do sistema deverão ser apresentados no modelo de forma fiel ao que deverá ser executado/instalado, sempre que possível.
- d) A modelagem do cabeamento/fiação é opcional, uma vez que poucos softwares conseguem representá-los em conformidade com as normas vigentes. Porém, nas peças gráficas deve estar representado seguindo o padrão tradicional.
- e) O modelo deverá seguir as mesmas diretrizes estabelecidas para o Projeto de Instalações Elétricas de Média e Baixa Tensão, no que for aplicável.

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Sistema de Supervisão, Comando e Controle	2	<p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo; • Avaliação prévia de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento). <p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados com precisão em relação a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma, orientação e interfaces com outros sistemas.</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representação de todo os elementos/ componentes do projeto através de geometria com dimensões específicas definidas (representação tridimensional fiel), com determinação precisa dos respectivos posicionamentos, espaçamentos e/ou encaminhamentos; • Representação e detalhamento das conexões, suportes, fixações e acessórios; • Representação de todo o cabeamento/fiação; • Detalhamento das interfaces e conexões entre elementos da mesma disciplina ou de disciplinas distintas; • Tabelas de quantitativos precisas, que incluem as características técnicas dimensionais, localização e orientação de todos os elementos, conforme os parâmetros de planejamento e orçamentação para a obra.
Projeto Básico	Sistema de Supervisão, Comando e Controle	3	<p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de dimensionamento, com especificações completas, incluindo definição de materiais, tipologias, informações técnicas, forma de instalação (embutida, aparente etc), acabamentos, numerações e identificações, codificações e classificações etc; • Parâmetros específicos de orçamentação e planejamento. <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elementos 3D associados às informações paramétricas que formam a edificação virtual, representando os elementos/ componentes da disciplina; • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo, conforme composição do orçamento; • Extração de documentação e desenhos técnicos com informações suficientes para execução da obra com todo detalhamento necessário; • Verificação de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento) em conformidade com os parâmetros de orçamentação.

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Projeto Executivo	Sistema de Supervisão, Comando e Controle	4	Inclui toda a descrição do LOD 3 acrescentando as seguintes: Informações gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Diagramas gerais da instalação; • Diagramas específicos de ligação dos quadros/painéis, equipamentos e demais componentes; • Detalhamentos específicos, em formato tridimensional sempre que possível, para fabricação, montagem e/ou instalação de elementos ou componentes das instalações projetadas. Informações não gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Documentação de execução dos serviços (instruções, especificações, normas etc); • Referências de fabricantes.
			As Built

7.11.1.7. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

7.11.1.7.1. Levantamento Tradicional

No caso específico do Sistema de Supervisão, Comando e Controle, os quantitativos de materiais e serviços podem ser agrupados nas seguintes seções:

- Cabeamento.
- Caminhos para passagem do cabeamento (canaletas, eletrodutos, eletrocalhas, leitos ou ganchos tipo "J", caixas de passagem, shafts, quadros/painéis etc.).
- Central de Supervisão.

- Terminais de vídeo.
- Unidades de Controle Remota.
- Sensores e detectores.
- Equipamentos.
- Terminais e conectores.
- Software.
- Serviços Diversos (quando houver): demolições e/ou remoções: in-formação quantitativa de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos (separando o tipo de demolição, manual ou mecânica), removidos ou fresados; escavações (para instalação de dutos, caixas, cabos enterrados etc.); reaterros (manual e/ou compactado); e recomposições.
- Certificação do sistema.
- Manual de Operação e Conservação do Sistema.

7.11.1.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos e características técnicas deverá ser executada preferencialmente de forma direta do modelo do Sistema de Supervisão, Comando e Controle, e ter exata correlação com as tabelas geradas para as pranchas

de desenho. Para tanto é fundamental que os elementos estejam devidamente classificados e categorizados para os sistemas de arquitetura conforme os parâmetros de planejamento, de orçamento, e devidamente orientados pelo plano de execução de projeto. Deverá ser garantida a precisão, a consistência, a rastreabilidade e a agilidade de acessos as informações.

Todos os itens descritos nas Especificações Técnicas do Projeto deverão ter seu correlatos na quantificação e nas unidades da mesma forma que o levantamento tradicional, sendo de responsabilidade dos projetistas garantir a interdependência de todos os documentos técnicos com o planejamento e orçamento da obra.

À CONTRATADA é facultada a modelagem de componentes que não os exigidos neste Manual. Contudo, os quantitativos que não puderem ser levantados de forma automática deverão ser apresentados em forma tradicional e, ainda, retornar ao modelo, via software de integração, para fins de planejamento e orçamentação nas simulações.

7.11.1.8. Referências

ABNT NBR 14565: Cabeamento estruturado para edifícios comerciais.

ABNT NBR 16384: Segurança em eletricidade — Recomendações e orientações para trabalho seguro em serviços com eletricidade.

ABNT NBR 16415: Caminhos e espaços para cabeamento estruturado.

ABNT NBR 16665: Cabeamento estruturado para data centers.

ABNT NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão.

ABNT NBR IEC 61850-10: Redes e sistemas de comunicação para automação de sistemas de potência - Parte 10: Ensaio de conformidade.

Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC. Brasília, 2016.

Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. [s.l.]: AsBEA, 2015.

MARIN, P. S. Cabeamento estruturado: do projeto à instalação. 3. ed. rev. e atual. São Paulo: Érica, 2009.

NR 10: Norma Regulamentadora nº 10: Segurança em Instalações e serviços em eletricidade.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2.

SEAP - Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio. Manual de obras públicas -Edificações 2020.

7.11.2. Sistemas de Circuito Fechado de TV e de Controle de Acesso

7.11.2.1. Introdução

Um Projeto de Sistema de Circuito Fechado de TV (CFTV) pode ser definido como um conjunto de documentos e elementos gráficos que visa definir e disciplinar a instalação de receptores, central de monitores e rede de distribuição de imagens, de modo a cobrir adequadamente as áreas de visualização.

Os sistemas de CFTV tradicionais (analógicos) requerem uma infraestrutura independente que emprega cabos coaxiais para transmissão de vídeo ponto a ponto a partir de uma câmera para um gravador de vídeo na mesma localidade. O surgimento do vídeo digital permitiu que os cabos de pares trançados balanceados e cabos ópticos fossem também usados para essas aplicações. Os arquivos de imagem são armazenados em formato digital em servidores ou outros computadores em vez de serem armazenados como informação de imagem em fitas de videocassete.

No sistema tradicional, várias câmeras são conectadas por meio de cabeamento coaxial a um multiplexador que alimenta vários gravadores em vídeo em uma sala de controle central. As imagens podem ser vistas em tempo real, por meio de vários monitores, sendo um com chaveador para selecionar a câmera desejada, ou por meio de monitores que aceitam várias entradas de vídeo e apre-

sentam a visualização das câmeras em janelas separadas. A desvantagem desse método é o custo e a segurança da estação de monitoramento, além de ser uma tecnologia obsoleta, além da falta de flexibilidade para instalação de novos pontos ou mudanças de posição.

Os sistemas baseados em vídeo digital permitem a transmissão IP (*Internet Protocol*) de sinais de vídeo a dispositivos que tem um endereço IP e podem ser transmitidos como arquivos de voz e vídeo combinados. As transmissões podem ser armazenadas ou simplesmente visualizadas em tempo real. Com o advento das câmeras compatíveis com cabos UTP, as câmeras IP surgiram aptas a operar sobre uma infraestrutura de sistema de cabeamento estruturado do edifício. Os vídeos digitais podem ser gravados em servidores, o que permite a implementação de redundância, melhor qualidade das imagens, e um ciclo de vida maior. As transmissões digitais são processadas sem a necessidade de intervenção humana. Os tempos de gravação são maiores e as imagens podem ser acessadas instantaneamente e visualizadas em qualquer localidade, desde que as políticas de segurança assim permitam. As câmeras IP podem ser facilmente integradas, da mesma forma que um PC pode ser instalado em uma rede de dados.

Um sistema de CFTV ainda pode adotar câmeras digitais e analógicas simultaneamente, por meio do uso de equipamentos específicos para receber os sinais das câmeras analógicas e convertê-los em sinais digitais podendo ser transmitidos no cabeamento estruturado do edifício.

Controle de acesso é o processo de identificação, autenticação e autorização de pessoas e veículos para o acesso a um local ou áreas específicas de um empreendimento. A identificação poderá ser realizada por meio de: senhas (autoriza o acesso por meio de digitação de uma senha pessoal); em leitoras de crachás ou cartões (de proximidade, magnéticos, com chip, código de barra ou código QR) de uso pessoal e intransferível; em leitoras/dispositivos de biometria fisiológica (impressão digital, íris, reconhecimento facial etc.) ou biometria comportamental (padrão de digitação, assinatura, modo de caminhar etc.); por identificação de placas de veículos (por exemplo, por meio de câmeras próprias), entre outras tecnologias disponíveis no mercado.

O Sistema de Controle de Acesso tem como objetivo principal controlar o acesso de pessoas e veículos a áreas restritas e de acesso ao público do empreendimento, bloqueando e restringindo o acesso de pessoas não autorizadas, permitindo o acesso quando autorizadas. A solução a ser adotada deverá ser integrada a nível de hardware e de software para processamento e armazenamento dos dados. Este sistema pode ser dividido ainda em dois subsiste-

mas: Sistema de Controle de Acesso Restrito; e Sistema de Controle de Acesso de Público.

O Sistema de Controle de Acesso será composto basicamente pelos seguintes componentes:

- a) Servidores (Software e base de dados).
- b) Estações de Operação e Cadastramento.
- c) Gerenciadoras de rede e controladoras.
- d) Periféricos e bloqueadores físicos: catracas, torniquete, cancelas, sensores, leitoras, câmeras para identificação de placas de veículos, fechos/fechaduras eletromagnéticas etc.

Com a capacidade de utilizar uma infraestrutura existente, um edifício pode se tornar totalmente automatizado usando um sistema de cabeamento único. Essa automação pode incluir não apenas o sistema de CFTV e de Controle de Acesso, mas todos os outros sistemas do edifício como sistemas de proteção contra incêndio, sistema de automação do edifício, voz e transmissão de dados em redes locais, naturalmente.

Nas fases iniciais do projeto, o projetista deverá definir a localização de todas as câmeras e o tipo de câmera a ser adotada, além dos dispositivos de Controle de Acesso, em atendimento às necessidades do empreendimento. Esse dimensionamento deve considerar o alcance de cada câmera, abertura da imagem, e o tipo de lente para que a imagem fique nítida e clara, as áreas que devem ser monitoradas (como, por exemplo, os locais de acesso). Outro ponto de grande importância em um projeto de sistema de CFTV é a iluminação da cena que deve ser monitorada. Deve ser analisado se para cada área de monitoramento será necessário a adoção de luz artificial, o que deve ser dimensionado através de um projeto luminotécnico. Deve também ser analisada a iluminação externa em diversos horários do dia para câmeras externas, uma vez que a posição do sol poderá causar ofuscamentos na imagem. O projetista também deve dimensionar o dispositivo de armazenamento de imagens, considerando o volume de imagens, o tempo de armazenamento e as funções necessárias de acordo com as necessidades do cliente.

O sistema de Controle de Acesso deverá possuir uma interface com o Sistema de Incêndio, principalmente o Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio para que seja possível realizar o destravamento automático de acessos em casos de emergência, como por exemplo, incêndios na edificação.

A presente disciplina contempla os seguintes entregáveis:

Entregável

Memorial Descritivo

Especificação Técnica

Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Representações Gráficas

Modelo BIM

Planilha de Serviços

Memorial de Quantificação

7.11.2.2. Memorial Descritivo

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Responsáveis técnicos: listar todos os responsáveis técnicos por essa fase do projeto, identificando os respectivos números das Anotações de Responsabilidade Técnica emitidas junto ao CREA local.
- b) Referências normativas: listagem das normas ou códigos específicos adotados no projeto desenvolvido.
- c) Documentos de referência: informações, documentos e plantas da edificação (planta baixa, cortes etc., referentes ao projeto de arquitetura e/ou demais disciplinas/instalações) que foram levantados e utilizados para elaboração do projeto.
- d) Programa de necessidades: devem ser apresentadas as necessidades do cliente referente as áreas a serem vigiadas, o grau de detalhamento desejável para cada área, os pontos ou áreas específicas de vigilância constante e o grau de segurança, os pontos de acesso restrito e de público (pedestres e veículos), além das condicionantes de projeto para cada uma dessas áreas e acessos.
- e) Alternativas de solução: devem ser apresentadas todas as alternativas de solução para atendimento as necessidades do cliente, considerando inclusive a interligação dos equipamentos e componentes dos sistemas ao Sistema de Cabeamento Estruturado do edifício (através da adoção de câmeras e/ou equipamentos compatíveis com essa solução).
- f) Concepção final adotada: concepção final aprovada, devendo ser adotada a solução mais vantajosa para a edificação, considerando parâmetros técnicos, econômicos e ambientais.
- g) Visão geral: descrição geral de todo o sistema, suas interfaces, das partes que o compõem e dos princípios em que se baseou, apresentando, ainda, justificativa que evidencie o atendimento às exigências estabelecidas pelas respectivas normas técnicas e pela instrução para elaboração de projetos. Apresentar a solução adotada evidenciando a sua compatibilidade com o projeto arquitetônico e com os demais projetos especializados e sua exequibilidade Para o Sistema de Controle de Acesso, listar os critérios adotados para seleção do sistema e componentes, generalidades, diretrizes, entre outros aspectos em atendimento a todos os itens da seção 7 – Projeto do sistema da norma ABNT NBR IEC 60839-11-2.
- h) Remoções e/ou demolições: se cabível, o projeto deve fornecer identificação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados, com as respectivas justificativas.
- i) Câmeras, periféricos, bloqueadores físicos, áreas de cobertura e acessos: indicação dos tipos de câmeras e lentes que serão adotados no sistema, as funcionalidades que devem possuir, assim como a justificativa para a escolha de cada solução adotada. Descrever também as respectivas áreas de cobertura e acessos em cada ambiente considerado, formas como estes componentes serão conectados ao cabeamento estruturado da edificação (indicar quais pontos de tomadas de telecomunicações serão utilizados) ou se serão interligados a um cabeamento exclusivo do sistema.
- j) Detectores de movimento e sensores: detalhar os locais de instalação e quais câmeras ou portas/portões e bloqueadores acionam, se forem utilizados.
- k) Sistema de Cabeamento: informar todos os tipos de cabos de sinal e energia que serão utilizados para conexão dos componentes e equipamentos do sistema ao sistema de cabeamento estruturado da edificação, ou para interligação entre os elementos do sistema. Justificar a escolha dos tipos adotados, e onde cada um está sendo projetado.
- l) Unidades de monitoramento, operação, cadastramento e gerenciamento: descrever o sistema projetado, local de instalação, requisitos para o seu funcionamento etc.
- m) Unidades de armazenamento/servidores: descrever o sistema projetado, local de instalação, requisitos para o seu funcionamento etc.
- n) Espaços e caminhos: descrever o leiaute das salas de monitoramen-

to e gerenciamento, os locais de instalação de estações de operação e cadastramento, assim como a infraestrutura necessária para a passagem de todo o cabeamento do sistema, caso estes não tenham sido considerados no projeto do Sistema de Cabeamento Estruturado da edificação. No caso de adoção de espaços e caminhos exclusivos, estes devem ser descritos e detalhados conforme requisitos listados no item Memorial Descritivo da seção de Projeto de Sistema de Cabeamento Estruturado, no que for aplicável.

- o) Demais componentes e conexões do sistema: listar e descrever os demais componentes necessários para o sistema (Unidades de Controle remoto, monitores, equipamentos complementares, conexões etc.), assim como as formas de conexões/interligações ao sistema de cabeamento projetado, entre outras informações necessárias.
- p) Software: descrição técnica dos softwares a serem instalados para funcionamento dos sistemas.
- q) Interferências com outras disciplinas: devem ser listados os requisitos a serem atendidos pelos projetos das demais disciplinas de projeto da edificação, tais como os níveis mínimos de iluminação para o funcionamento das câmeras projetadas no sistema, áreas mínimas, circuitos elétricos, interface com o Sistema de Incêndio para destravamento automático de acessos, interface com o Sistema de Supervisão, Comando e Controle, dimensionamento dos espaços conforme as normas aplicáveis, entre outros aspectos.

7.11.2.3. Especificação Técnica

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Câmeras e acessórios.
- b) Detectores/sensores de movimento.
- c) Periféricos e bloqueadores físicos do Sistema de Controle de Acesso: catracas, torniquete, cancelas, sensores, leitoras, câmeras para identificação de placas de veículos, fechos/fechaduras eletromagnéticas etc.
- d) Cabeamento: especificação de todo o cabeamento necessário para o sistema, para transmissão de sinais, controle e para alimentação elétrica em CA ou CC.
- e) Unidades de monitoramento, operação, cadastramento e gerenciamento: especificar todos os equipamentos necessários, monitores, controles, e demais componentes necessários para o monitoramen-

to, controle e gerenciamento do sistema.

- f) Unidades remotas: especificar todos os equipamentos necessários, monitores, controles, e demais componentes necessários.
- g) Unidades de armazenamento/servidores.
- h) Caminhos para passagem do cabeamento (canaletas, eletrodutos, eletrocalhas, leitos ou ganchos tipo “J”, caixas de passagem, shafts, quadros/painéis etc.), quando projetados para uso exclusivo do sistema de CFTV.
- i) Acessórios de fixação: acessórios para fixação de câmeras, detectores e demais componentes dos sistemas.
- j) Demais componentes, equipamentos e conexões do sistema: especificação dos *switches*/roteadores a serem usados nos distribuidores do sistema de cabeamento estruturado para os sistemas de CFTV e de Controle de Acesso, todas as demais conexões, e componentes necessários.
- k) *Software*: especificação técnica dos softwares a serem instalados para o funcionamento dos sistemas.
- l) Certificação e comissionamento do sistema: especificar quais operações e procedimentos de testes e ensaios devem ser realizados para garantir que o sistema opere de acordo com projeto e em atendimento aos requisitos das Normas Técnicas e de Segurança. Especificar também os treinamentos de operação e manutenção *in loco* que deverão ser realizados com a equipe de operação e manutenção da edificação.
- m) Manual de Operação e Conservação do Sistema: deverá conter a especificação dos itens que devem constar no manual que deverá ser entregue pela empresa construtora da edificação, relacionados a operação e manutenção do sistema, com instruções completas de todas as operações, comandos e ferramentas necessárias, as inspeções periódicas conforme normas aplicáveis, manutenção preventiva e corretiva de todos os componentes do sistema, registro de todos os ensaios e testes realizados, manuais dos fabricantes, além de toda documentação que deverá ser anexada (plantas do projeto *as built*, entre outros documentos).

7.11.2.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Câmeras: cálculo e dimensionamento das câmeras, lentes e outros componentes em função da área de cobertura desejada, entre outros requisitos.
- Cabeamento: cálculo e dimensionamento de todo o cabeamento necessário para o sistema.
- Caminhos para passagem do cabeamento: canaletas, eletrodutos, eletrocalhas, leitos ou ganchos tipo “J”, caixas de passagem, *shafts*, quadros/painéis etc., quando projetados para uso exclusivo do sistema de CFTV. Devem ser dimensionados para suportar o cabeamento projetado, além de expansões futuras.
- Unidades de armazenamento/servidores: cálculo do volume de dados a ser armazenado para determinação da capacidade mínima da unidade.
- Demais componentes, equipamentos e conexões do sistema

7.11.2.5. Representações Gráficas

7.11.2.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Plantas dos Sistemas de CFTV e Controle de Acesso por pavimento
Plantas dos Sistemas de CFTV e Controle de Acesso nas áreas externas
Plantas dos espaços
Diagramas unifilares preliminares

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Plantas dos Sistemas de CFTV e de Controle de Acesso por pavimento:** plantas de cada nível da edificação, em escala adequada, contendo a projeção de todo o sistema de cabeamento pré-dimensionado e/ou pontos de interligação com o sistema de cabeamento estruturado, assim como dos respectivos caminhos projetados para passagem do cabeamento, localização das tomadas de telecomunicações do sistema de cabeamento estruturado projetadas para ligação das câmeras e demais dispositivos destes sistemas, os pontos de instalação das câmeras com as projeções das suas respectivas

- áreas de cobertura, assim como dos bloqueadores e demais periféricos nos pontos de acessos internos que serão controlado.
- Plantas dos Sistemas de CFTV e de Controle de Acesso nas áreas externas:** plantas das áreas externas da edificação, em escala adequada, contendo a projeção de todo o sistema de cabeamento pré-dimensionado nas áreas externas a serem monitoradas, caminhos, interligações com o sistema de cabeamento estruturado, os pontos de instalação das câmeras nas áreas externas a serem monitoradas, com as projeções das suas respectivas áreas de cobertura, assim como dos bloqueadores e demais periféricos nos pontos de acessos externos que serão controlados.
- Plantas dos espaços:** plantas em escala adequada dos espaços a serem utilizados pelos sistemas de CFTV e de Controle de Acesso, contendo a representação do cabeamento, respectivos caminhos, central de monitoramento e gerenciamento, estações de operação e cadastramento, assim como os demais equipamentos e dispositivos a serem instalados nestes espaços.
- Diagramas unifilares preliminares:** diagramas gerais básicos apresentando a interligação dos equipamentos, câmeras, central de monitoramento e gerenciamento e demais componentes do sistema ao sistema de cabeamento projetado (cabeamento estruturado compartilhado ou cabeamento exclusivo do sistema), assim como o registro das suas respectivas localizações.

7.11.2.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Plantas dos Sistemas de CFTV e de Controle de Acesso
Plantas dos espaços
Cortes verticais
Diagramas e desenhos esquemáticos de interligação
Legenda das convenções utilizadas
Plantas de remoções e/ou demolições

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Plantas dos Sistemas de CFTV e de Controle de Acesso:** planta(s) gerais do empreendimento (contendo inclusive as áreas externas monitoradas e de acesso controlado), e por pavimento, preferencialmente em escala 1:50, contendo a representação de todo o sistema de cabeamento dimensionado e/ou pontos de interligação com o sistema de cabeamento estruturado, assim como dos respectivos caminhos projetados para passagem do cabeamento, localização das tomadas de telecomunicações do sistema de cabeamento estruturado projetadas para ligação das câmeras e demais dispositivos destes sistemas, pontos de instalação das câmeras a representação das suas respectivas áreas de cobertura, assim como dos bloqueadores e demais periféricos nos pontos de acessos internos que serão controlado, após refinamento dos pré-dimensionamentos realizados e apresentados na Fase de Anteprojeto e harmonização com o Projeto de Arquitetura e das demais disciplinas do empreendimento. Devem ser apresentadas as especificações de todos os elementos dos sistemas representados, assim como as respectivas identificações.
- b) **Plantas dos espaços:** plantas em escala adequada contendo os leiautes finais dos espaços, como as salas de telecomunicações, salas de equipamentos, salas de monitoramento e gerenciamento, espaços das estações de operação e cadastramento, entre outros (mesmo quando estes espaços e caminhos sejam compartilhados com os demais sistemas de telecomunicações do edifício, ou exclusivos para estes sistemas), assim como a representação dos elementos funcionais dos sistemas e dos respectivos caminhos nesses espaços.
- c) **Cortes verticais:** representação gráfica vertical das “prumadas” com o cabeamento de *backbone* (principal) adotado, *shafts*, e/ou demais caminhos verticais, em escala adequada, assim como as respectivas identificações.
- d) **Diagramas e desenhos esquemáticos de interligação:** planta(s) contendo esquemáticos e/ou diagramas de interligação dos equipamentos, câmeras, central de monitoramento e gerenciamento e demais componentes do sistema ao sistema de cabeamento projetado (cabeamento estruturado compartilhado ou cabeamento exclusivo do sistema), assim como o registro das suas respectivas localizações.

- e) **Plantas de remoções e/ou demolições:** indicação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados (quando cabível).

7.11.2.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Diagramas funcionais e de controle
Plantas de detalhes de instalação

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Diagramas funcionais e de controle,** dos equipamentos e dispositivos do sistema.
- b) **Plantas de detalhes de instalação:** plantas contendo desenhos de detalhamento completo de leiaute, montagem e instalação de todos os painéis, equipamentos e componentes do sistema, assim como de toda a infraestrutura necessária, incluindo: plantas de leiaute, montagem, diagramas e de instalação dos painéis e dos equipamentos (unidades de monitoramento e gerenciamento, unidades remotas, unidades de armazenamento, estações de operação e cadastramento, periféricos, bloqueadores físicos etc.); detalhamento de instalação dos caminhos do cabeamento (canaletas, eletrodutos, eletrocaldas, leitos, ganchos tipo “j” etc.); detalhamento de fixação de todos os componentes do sistema; detalhe de todos os furos necessários nos elementos estruturais e de todas as peças a serem embutidas ou fixadas nas estruturas de concreto ou metálicas, para passagem e suporte da instalação.

7.11.2.6. Modelo BIM

O Modelo BIM dos Sistemas de Circuito Fechado de TV e de Controle de Acesso deverá ser tratado como uma disciplina isolada e ser integrado às demais disciplinas do projeto por meio do modelo federado, e nos momentos de trabalho colaborativo entre as diversas disciplinas, principalmente o arquiteto-

nico e o estrutural. Ele deverá ser apresentado diretamente da plataforma aos analistas e fiscalização e entregue em mídia associado às demais pastas digitais do projeto.

O modelo deverá garantir a perfeita execução do projeto, definindo e estabelecendo: o correto posicionamento (dimensionamento, recuos/espacamento, prumada, nível, cota, entre outras); as formas de fixação/suporte; os materiais (tipo, características, espessuras, entre outras); as conexões com outros sistemas (Elétrico, Automação, Cabeamento Estruturado, entre outros); a infraestrutura e suas especificações; o local onde o projeto será instalado. Todas essas informações devem ser definidas e estabelecidas pelo projetista em atendimento ao Programa de Necessidades da edificação, Leis e Normativas.

E ainda, o modelo também deverá garantir a coordenação e compatibilização com a Arquitetura, Estrutura e demais disciplinas de projeto da edificação. O nível de detalhe no desenvolvimento do projeto será correspondente à fase de projeto. As definições/dimensionamentos de maior impacto em termos geométricos e de integração com outros sistemas devem ser estabelecidos na fase do Anteprojecto.

Deverá atender, no mínimo, aos seguintes requisitos:

- a) Seguir as referências de cotas de trabalho dos demais projetos (instalações e arquitetura).
- b) Os condutos (tubulações, eletrocalhas, bandejas, perfilados etc.) deverão ser apresentados com suas devidas conexões e suporte/fixações. Os condutos deverão estar, sempre que possível, conectados aos quadros, caixas e/ou equipamentos. Se a conexão não for possível ou for inviável no software em uso, a Contratante deverá ser imediatamente comunicada para avaliar as consequências da ausência destes elementos no modelo.
- c) Os componentes do sistema deverão ser apresentados no modelo de forma fiel ao que deverá ser executado/instalado, sempre que possível.
- d) A modelagem do cabeamento/fiação é opcional, uma vez que poucos softwares conseguem representá-los em conformidade com as normas vigentes. Porém, nas peças gráficas deve estar representado seguindo o padrão tradicional.
- e) O modelo deverá seguir as mesmas diretrizes estabelecidas para o Projeto de Instalações Elétricas de Média e Baixa Tensão, no que for aplicável.

7.11.2.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Anteprojecto	Sistemas de Circuito Fechado de TV e de Controle de Acesso	2	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados tendo como referência a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma e orientação.</p> <p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representação dos elementos/ componentes do projeto (tais como: eletrodutos, eletrocalhas, entre outros condutos; câmeras, detectores, periféricos, bloqueadores físicos, entre outros componentes; caixas de ligação e passagem; quadros/painéis, racks; equipamentos; etc), através de geometria genérica de dimensões gerais/flexíveis (como altura, largura e comprimento), com determinação dos respectivos posicionamentos e/ ou encaminhamentos. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de pré-dimensionamento, com definição de materiais, tipologias, níveis de tensão, potência (para atendimento pelo projeto de instalações elétricas), forma de instalação (embutida, aparente, pendente) etc; • Parâmetros gerais de orçamentação e planejamento.

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Sistemas de Circuito Fechado de TV e de Controle de Acesso	2	<p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo; • Avaliação prévia de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento).
Projeto Básico	Sistemas de Circuito Fechado de TV e de Controle de Acesso	3	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados com precisão em relação a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma, orientação e interfaces com outros sistemas.</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representação de todos os elementos/ componentes do projeto através de geometria com dimensões específicas definidas (representação tridimensional fiel), com determinação precisa dos respectivos posicionamentos, espaçamentos e/ou encaminhamentos; • Representação e detalhamento das conexões, suportes, fixações e acessórios; • Representação de todo o cabeamento/fiação; • Detalhamento das interfaces e conexões entre elementos da mesma disciplina ou de disciplinas distintas; • Tabelas de quantitativos precisas, que incluem as características técnicas dimensionais, localização e orientação de todos os elementos, conforme os parâmetros de planejamento e orçamentação para a obra. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de dimensionamento, com especificações completas, incluindo definição de materiais, tipologias, informações técnicas, forma de instalação (embutida, aparente etc), acabamentos, numerações e identificações, codificações e classificações etc; • Parâmetros específicos de orçamentação e planejamento. <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elementos 3D associados às informações paramétricas que formam a edificação virtual, representando os elementos/ componentes da disciplina; • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo, conforme composição do orçamento; • Extração de documentação e desenhos técnicos com informações suficientes para execução da obra com todo detalhamento necessário; • Verificação de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento) em conformidade com os parâmetros de orçamentação.

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Projeto Executivo	Sistemas de Circuito Fechado de TV e de Controle de Acesso	4	Inclui toda a descrição do LOD 3 acrescentando as seguintes: Informações gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Diagramas gerais da instalação; • Diagramas específicos de ligação dos quadros/painéis, equipamentos e demais componentes; • Detalhamentos específicos, em formato tridimensional sempre que possível, para fabricação, montagem e/ou instalação de elementos ou componentes das instalações projetadas. Informações não gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Documentação de execução dos serviços (instruções, especificações, normas etc); • Referências de fabricantes.
			As Built

7.11.2.7. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

7.11.2.7.1. Levantamento Tradicional

No caso específico dos Sistemas de Circuito Fechado de TV e de Controle de Acesso, os quantitativos de materiais e serviços podem ser agrupados nas seguintes seções:

- Câmeras e acessórios.
- Detectores/sensores de movimento.
- Periféricos e bloqueadores físicos do Sistema de Controle de Aces-

so: catracas, torniquete, cancelas, sensores, leitoras, câmeras para identificação de placas de veículos, fechos/fechaduras eletromagnéticas etc.

- Cabeamento.
- Unidades de monitoramento, operação, cadastramento e gerenciamento.
- Unidades remotas.
- Unidades de armazenamento/servidores.
- Caminhos para passagem do cabeamento.
- Acessórios de fixação.
- Demais componentes, equipamentos e conexões do sistema.
- Serviços Diversos (quando houver): demolições e/ou remoções: informação quantitativa de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidas (separando o tipo de demolição, manual ou mecânica), removidos ou fresados; escavações (para instalação de dutos, caixas, cabos enterrados etc.); reaterros (manual e/ou compactado); e recomposições.
- Softwares.
- Certificação e comissionamento do sistema.
- Manual de Operação e Conservação do Sistema.

7.11.2.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos e características técnicas deverá ser executada preferencialmente de forma direta do modelo dos Sistemas de Circuito Fechado de TV e de Controle de Acesso, e ter exata correlação com as tabelas geradas para as pranchas de desenho. Para tanto é fundamental que os elementos estejam devidamente classificados e categorizados para os sistemas de arquitetura conforme os parâmetros de planejamento, de orçamento, e devidamente orientados pelo plano de execução de projeto. Deverá ser garantida a precisão, a consistência, a rastreabilidade e a agilidade de acessos as informações.

Todos os itens descritos nas Especificações Técnicas do Projeto deverão ter seu correlatos na quantificação e nas unidades da mesma forma que o levantamento tradicional, sendo de responsabilidade dos projetistas garantir a interdependência de todos os documentos técnicos com o planejamento e orçamento da obra.

À CONTRATADA é facultada a modelagem de componentes que não os exigidos neste Manual. Contudo, os quantitativos que não puderem ser levantados de forma automática deverão ser apresentados em forma tradicional e, ainda, retornar ao modelo, via software de integração, para fins de planejamento e orçamentação nas simulações.

7.11.2.8. Referências

- ABNT NBR 14565: Cabeamento estruturado para edifícios comerciais
- ABNT NBR 16384: Segurança em eletricidade — Recomendações e orientações para trabalho seguro em serviços com eletricidade
- ABNT NBR 16415: Caminhos e espaços para cabeamento estruturado
- ABNT NBR 16665: Cabeamento estruturado para data centers
- ABNT NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão
- ABNT NBR IEC 60839-11-1: Sistemas de segurança eletrônica e alarme Parte 11-1: Sistemas eletrônicos de controle de acesso - Requisitos do sistema e dos componentes
- ABNT NBR IEC 60839-11-2: Sistemas de segurança eletrônica e alarme Parte 11-2: Sistemas eletrônicos de controle de acesso — Diretrizes de aplicação

ABNT NBR IEC 62676-1-1: Sistemas de videomonitoramento para uso em aplicações de segurança Parte 1-1: Requisitos de sistema — Generalidades

Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC. Brasília, 2016.

Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. [s.l.]: AsBEA, 2015.

MARIN, P. S. Cabeamento estruturado: do projeto à instalação. 3. ed. rev. e atual. São Paulo: Érica, 2009.

NR 10: Norma Regulamentadora nº 10: Segurança em Instalações e serviços em eletricidade.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Caderno BIM: Coletânea de Cadernos Orientadores, Curitiba: SEIL/PR, 2018. V.4.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2.

SEAP - Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio. Manual de obras públicas -Edificações 2020.

7.11.3. Sistema de Sonorização

7.11.3.1. Introdução

Um Projeto de Sistema de Sonorização pode ser definido como um conjunto de documentos e elementos gráficos que visa definir e disciplinar a instalação de centrais de sonorização, sonofletores (ou alto-falantes) e demais componentes do sistema, de modo a possibilitar a transmissão de sinais de áudio aos ambientes da edificação.

O projeto de sistema de sonorização de ambientes busca implementar a emissão de sons com qualidade uniforme, inteligível e controlável, em todas as partes de um estabelecimento. O projeto deve selecionar e especificar os componentes do sistema como sonofletores, amplificadores, microfones e outros, para alcançar o objetivo esperado.

O projeto de sonorização é complexo, pois lida com conceitos que vão desde a escolha dos elementos a serem utilizados, o posicionamento destes elementos até a combinação no local. Dessa forma, é necessário um estudo prévio das necessidades do cliente para cada ambiente específico, para a escolha da melhor solução que se adapte aos seus objetivos.

A finalidade do sistema depende do contexto. Algumas soluções possuem o foco na mensagem que está sendo emitida pelo áudio do sistema, ou seja, a qualidade e à amplificação do áudio devem ser, portanto, priorizadas, pois o objetivo principal é que as pessoas entendam e sejam atraídas pela informação que está sendo transmitida pelo sistema. Nesse caso, o som pode ser mais alto e intenso do que sons naturais de conversas (ruído ambiente), por exemplo. Outras concepções objetivam a implementação de som de fundo, que não deve atrapalhar as atividades em um ambiente. A pressão sonora não deve ser tão intensa, apenas o suficiente para que as informações do áudio sejam perceptíveis.

Os anúncios de aeroporto, como exemplo, são um serviço indispensável para auxiliar e orientar os passageiros das companhias aéreas. Os aeroportos são divididos em áreas para cada processo no fluxo de chegada e partida dos passageiros, sendo que os diferentes tipos de anúncios devem ser distribuídos para as áreas apropriadas de acordo com cada objetivo. Em um sistema bem projetado, zonas de anúncio estão configuradas para cada área. Os microfones com seleção de zona estão devidamente posicionados e programados com a função de prioridade para preceder os outros em caso de emergência ou superioridade. As fontes de alimentação reservas emitem anúncios de emergência durante falhas de energia, e as instruções de evacuação pré-gravadas podem ser automaticamente transmitidas em coordenação com os sistemas de alarme de incêndio. No mínimo os seguintes tipos de anúncios estão presentes em aeroportos:

- a) Anúncio geral: são anúncios e instruções gerais que devem ser emitidas para todos os usuários do aeroporto, sendo transmitidos para áreas específicas ou para todas as áreas a partir de um microfone no balcão de informações ou no centro de operação. Uma música de fundo (BGM) também é frequentemente distribuída para criar um ambiente confortável.
- b) Anúncio de partida: são anúncios configurados para que os passageiros recebam informações de partida sobre os voos, como nome da companhia aérea, número do voo, destino, horário de partida e portão de embarque. Este anúncio é emitido aos passageiros que se deslocam a partir dos balcões ou áreas de *check-in* até o salão de embarque. Portanto, as principais áreas de anúncio são o salão de embarque, a área de concessão e a área dos portões de embarque (embarque final).
- c) Anúncio de embarque final (portões de embarque): são anúncios que devem ser transmitidos para os passageiros que fizeram o *check-in* e para os que estão na espera. Emite informações como o tempo de embarque, número do portão, ordem de embarque e outras instruções que são anunciadas apenas na área de embarque, através de um microfone local em cada portão.
- d) Anúncio de chegada: anúncios configurados para os visitantes que aguardam no aeroporto a chegada de passageiros na área de desembarque. É principalmente veiculado no hall de entrada ou área de saída do desembarque, e emite informações sobre o tempo estimado de pouso dos voos previstos, assim como os respectivos portões. Anúncio local na área de retirada de bagagem emite informações aos passageiros que chegam sobre o local de retirada de suas bagagens.
- e) Anúncio de emergência: são realizados em caso de incêndio ou outras emergências. O anúncio sobrepõe-se a todos os outros anúncios e é transmitido em volume máximo. O anúncio de evacuação automática também pode ser ativado, se necessário, em coordenação com o alarme de incêndio ou outros sistemas de alerta.

Os equipamentos típicos de um projeto de sonorização de ambientes são:

- a) Sonofletores (alto-falantes): que podem ser ativos ou passivos. Emitem o áudio transmitido nas saídas dos amplificadores nos quais estão ligados.
- b) Fontes de programa: são dispositivos de captação, retransmissão ou geração de sinais de áudio para sua difusão, podendo ser constituído por sintonizadores de AM/FM, microfones, gravadores, reprodutores de mensagens gravadas, anunciadores digitais entre outros dispositivos. As saídas destes dispositivos são conectadas nas entradas de amplificadores ou de processadores de sinais.
- c) Amplificadores: existem vários tipos de amplificadores, para as mais variadas aplicações. Os amplificadores recebem os sinais de áudio proveniente de fontes de programa ou processadores de sinais, e os transmitem para serem emitidos pelos sonofletores.
- d) Processadores de sinal: dispositivos que processam, misturam e/ou ajustam os sinais de áudio recebido (vindos das fontes de programa) antes de emití-los através dos sonofletores, que dependem do caso

- específico. São vários tipos de dispositivos, como *mixer*, equalizadores, mesas de áudio, controladores digitais de ruído ambiente etc.
- e) Sistemas de intercomunicação via rede IP (ou unidades de interface): possibilitam a interface dos equipamentos do sistema de sonorização, como fontes de programa, amplificadores, controladores digitais de ruído (ajusta automaticamente o nível de volume de anúncios em resposta à flutuação do ruído ambiente), entre outros dispositivos, ao sistema de cabeamento estruturado. Os sinais gerados em um ambiente, podem ser transmitidos por uma rede local, para serem transmitidos em outros ambientes. Essas unidades recebem os sinais de áudio das fontes de programa que está localizada em um ambiente (localizadas, por exemplo, em uma Central de Sonorização), e transmitem esses sinais para a rede local. Em outros ambientes, outras unidades como essas recebem esses sinais da rede local, e os transmitem para os amplificadores para serem emitidos pelos sonofletores das áreas a que se destinam aquele áudio específico. Em sistemas mais tradicionais, que não utilizam a rede de cabeamento estruturado do empreendimento para trafegar os sinais do sistema, esses dispositivos não estarão presentes. Em contrapartida, haverá vários sistemas de sonorização no empreendimento (um para cada ambiente) que poderão estar ou não interligados por uma central.
- f) Cabos: que geralmente influenciam na potência do sinal e na questão da distância entre os elementos. De tipo variáveis, são responsáveis pela transmissão do sinal entre todos os dispositivos do sistema.

Sendo assim, a principal função dos sistemas de áudio é transmitir o som com clareza. Em ambientes que requerem maior qualidade e precisão na transmissão de informações, em lugares com grande circulação de pessoas (como por exemplo em aeroportos), o planejamento e projeto do sistema de som precisa levar em consideração a acústica local para definir uma configuração funcional ao projeto. Dessa forma, aspectos como a disposição dos alto-falantes e ferramentas de controle de ruído ajudam a reduzir o eco e a reverberação do som nos ambientes, tornando-o mais claro.

A norma ABNT NBR 10152 – Acústica - Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações, apresenta os valores de referência para avaliação dos resultados em função da finalidade de uso do ambiente (variados ambientes em aeroportos, estações rodoviárias e ferroviárias, centros comerciais, clínicas e hospitais, escolas, escritórios etc.). Os valores de referência são estabelecidos em uma

tabela para cada finalidade de uso do ambiente no local onde a medição for executada, visando a preservação da saúde e do bem-estar humano. A norma recomenda a adoção destes valores de referência por construtores, empreendedores, incorporadores, projetistas, usuários e pelo poder público, para o adequado uso dos diferentes ambientes internos de uma edificação.

A presente disciplina contempla os seguintes entregáveis:

Entregável
Memorial Descritivo
Especificação Técnica
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Representações Gráficas
Modelo BIM
Planilha de Serviços
Memorial de Quantificação

7.11.3.2. Memorial Descritivo

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Responsáveis técnicos: listar todos os responsáveis técnicos por essa fase do projeto, identificando os respectivos números das Anotações de Responsabilidade Técnica emitidas junto ao CREA local.
- Referências normativas: listagem das normas ou códigos específicos adotados no projeto desenvolvido.
- Documentos de referência: informações, documentos e plantas da edificação (planta baixa, cortes etc., referentes ao projeto de arquitetura e/ou demais disciplinas/instalações) que foram levantados e utilizados para elaboração do projeto.
- Programa de necessidades: devem ser apresentadas as necessidades do cliente referente ao sistema de sonorização a ser implantado. Para cada ambiente a ser abrangido pelo sistema de sonorização, devem ser registradas as características de cada local, que influenciam na escolha dos sonofletores e demais equipamentos mais adequados para a finalidade desejada, tais como tipo de ocupação, características dimensionais, características acústicas, nível de pres-

- são sonora externa, condições mecânicas disponíveis da instalação, entre outros aspectos. Deve ser também estabelecido o nível de pressão sonora que o sistema deverá produzir em cada ambiente, em função da finalidade do sistema e do nível de ruído ambiente, sendo normalmente recomendado: 10 dB acima do nível de ruído para avisos; 6 dB acima do nível de ruído para música ambiente; 25 dB acima do nível de ruído para auditórios.
- e) Alternativas de solução: devem ser apresentadas todas as alternativas de solução para atendimento as necessidades do cliente, considerando inclusive a interligação dos equipamentos e componentes do sistema ao Sistema de Cabeamento do edifício (por meio de unidades de interface).
 - f) Concepção final adotada: concepção final aprovada, devendo ser adotada a solução mais vantajosa para a edificação, considerando parâmetros técnicos, econômicos e ambientais.
 - g) Visão geral: descrição geral de todo o sistema, suas interfaces, das partes que o compõem e dos princípios em que se baseou, apresentando, ainda, justificativa que evidencie o atendimento às exigências estabelecidas pelas respectivas normas técnicas e pela instrução para elaboração de projetos. Apresentar a solução adotada evidenciando a sua compatibilidade com o projeto arquitetônico e com os demais projetos especializados e sua exequibilidade.
 - h) Remoções e/ou demolições: se cabível, o projeto deve fornecer identificação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados, com as respectivas justificativas.
 - i) Central de Sonorização: descrever o leiaute dos espaços dimensionados para todas as centrais de sonorização, detalhando todos os equipamentos que a compõem (amplificadores, processadores, algumas fontes de programa etc.), assim como a interface com o sistema de cabeamento estruturado da edificação, e respectivos ambientes atendidos.
 - j) Sonofletores: descrever os tipos e quantidades de sonofletores escolhidos para cada ambiente, assim como as medidas tomadas para prevenir reverberações e realimentação acústica (microfonia) caso existam microfones a serem instalados no ambiente.
 - k) Fontes de programa: detalhar todas as fontes especificadas para serem instaladas em cada ambiente, como por exemplo os microfones, indicando suas respectivas finalidades e funcionalidades.
 - l) Sistema de Cabeamento: informar todos os tipos de cabos de sinal e energia que serão utilizados para conexão dos componentes e equipamentos do sistema ao sistema de cabeamento estruturado da edificação, ou para interligação entre os elementos do sistema. Justificar a escolha dos tipos adotados, e os locais onde cada tipo está sendo projetado.
 - m) Caminhos: descrever a infraestrutura necessária para a passagem de todo o cabeamento do sistema.
 - n) Software: descrição técnica dos softwares a serem instalados para funcionamento do sistema.
 - o) Interferências com outras disciplinas: devem ser listados os requisitos a serem atendidos pelos projetos das demais disciplinas de projeto da edificação, tais como a previsão dos espaços necessários no projeto de arquitetura, pontos específicos para interligação do sistema de sonorização ao cabeamento estruturado da edificação, pontos de tomada e circuitos elétricos para ligação dos equipamentos, entre outros aspectos.

7.11.3.3. Especificação Técnica

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Sonofletores (alto-falantes).
- b) Fontes de programa: sintonizadores de AM/FM, microfones, gravadores, reprodutores de mensagens gravadas, anunciadores digitais entre outros dispositivos.
- c) Amplificadores.
- d) Processadores de sinal: *mixer*, equalizadores, mesas de áudio, controladores digitais de ruído ambiente etc.
- e) Sistemas de intercomunicação via rede IP (ou unidades de interface).
- f) Cabeamento: especificação de todo o cabeamento necessário para o sistema, para transmissão dos sinais de áudio, controle, alimentação elétrica em CA ou CC e interligação ao sistema de cabeamento estruturado.
- g) Caminhos para passagem do cabeamento: canaletas, eletrodutos, eletrocaldas, leitos ou ganchos tipo "J", caixas de passagem, shafts, quadros/painéis etc.
- h) Acessórios de fixação e instalação: acessórios para fixação e instalação dos sonofletores e demais componentes do sistema.
- i) Demais componentes, equipamentos e conexões do sistema.

- j) Software: descrição técnica dos softwares a serem instalados para funcionamento do sistema.
- k) Certificação do sistema: especificar quais operações e procedimentos de testes, medições e ensaios devem ser realizados para garantir que o sistema opere de acordo com projeto e em atendimento aos requisitos das Normas Técnicas e de Segurança. Especificar também treinamentos de operação e manutenção *in loco* que deverão ser realizados com a equipe de operação e manutenção da edificação.
- l) Manual de Operação e Conservação do Sistema: deverá conter a especificação dos itens que devem constar no manual que deverá ser entregue pela empresa construtora da edificação, relacionados a manutenção e operação do sistema, com instruções completas de todas as operações, comandos e ferramentas necessárias, as inspeções periódicas conforme normas aplicáveis, manutenção preventiva e corretiva de todos os componentes do sistema, registro de todos os ensaios e testes realizados, manuais dos fabricantes, além de toda documentação que deverá ser anexada.

7.11.3.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Nível de pressão sonora: a verificação da adequação do tipo de sonofletor e a sua distribuição deverão ser efetuadas através do cálculo de nível de pressão sonora. Este cálculo será efetuado tomando como referência um sonofletor e os circunvizinhos que interagem no mesmo espaço físico, as distâncias ao plano de trabalho e a potência disponível dos sonofletores. Deverão ser considerados no cálculo no mínimo os seguintes parâmetros: nível de pressão sonora requerido; ângulo de cobertura; diretividade; rendimento; potência de referência; distância de referência; volume do ambiente considerado; reflexões e absorções do ambiente.
- b) Amplificadores: cálculo e dimensionamento. O amplificador deverá compatibilizar a potência total dos sonofletores ligados a ele e compatibilizar as impedâncias do sistema. Poderão ser utilizados transformadores de linha de tensão constante, de modo a proporcionar o casamento de impedâncias do sistema, limitando ainda a potência fornecida aos sonofletores.

- c) Cabeamento: cálculo e dimensionamento de todo o cabeamento necessário para o sistema.
- d) Caminhos para passagem do cabeamento: cálculos para dimensionamento de canaletas, eletrodutos, eletrocalhas, leitos ou ganchos tipo "J", caixas de passagem, *shafts*, quadros/painéis etc.
- e) Demais componentes, equipamentos e conexões do sistema.

7.11.3.5. Representações Gráficas

7.11.3.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Plantas do sistema nos ambientes internos e externos
Plantas dos espaços
Diagramas unifilares preliminares

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Plantas do sistema nos ambientes internos e externos:** plantas externas e de cada nível da edificação, preferencialmente em escala 1:50, com a indicação de cada área a ser equipada com sistema de sonorização e a distribuição típica do sistema nessas áreas, o local de instalação, a composição da central de sonorização, a projeção do cabeamento e os respectivos caminhos. Devem conter também o tipo e a quantidades de sonofletores por área específica, assim como a representação em planta dos seus ângulos de cobertura nos ambientes, conforme os pré-dimensionamentos realizados.
- b) **Plantas dos espaços:** plantas em escala adequada contendo os leiautes iniciais dos espaços pré-dimensionados para instalação de central de sonorização.
- c) **Diagramas unifilares preliminares:** diagramas gerais básicos apresentando a interligação dos sonofletores e fontes de programa às respectivas centrais de sonorização, e destas ao cabeamento estruturado da edificação.

7.11.3.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Plantas do sistema nos ambientes internos e externos
Plantas dos espaços
Cortes verticais
Diagramas e desenhos esquemáticos de interligação
Plantas de remoções e/ou demolições

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Plantas do sistema nos ambientes internos e externos:** plantas externas e de cada nível da edificação, preferencialmente em escala 1:50, com a indicação de cada área a ser equipada com sistema de sonorização e a distribuição típica de todos os componentes do sistema nessas áreas, a localização da central de sonorização, e a representação detalhada do cabeamento e os respectivos caminhos. Devem conter também o tipo e a quantidades de sonofletores por área específica, assim como a representação em planta dos seus ângulos de cobertura nos ambientes, conforme o afinamento dos pré-dimensionamentos realizados na fase de anteprojeto.
- Plantas dos espaços:** plantas em escala adequada contendo os leiautes finais dos espaços para instalação de central de sonorização, o detalhamento da chegada e saída do cabeamento nesses espaços até os equipamentos os quais interligam, assim como dos respectivos caminhos para passagem deste cabeamento, especificações e identificações.
- Cortes verticais:** representação gráfica vertical das “prumadas”, em escala adequada, detalhando as subidas e descidas do cabeamento em cada pavimento, assim como as respectivas especificações e identificações.
- Diagramas e desenhos esquemáticos de interligação:** plantas contendo diagrama de bloco geral do sistema, e esquemáticos e/ou diagramas dos subsistemas, apresentando o cabeamento de interligação dos sonofletores e fontes de programa aos respectivos

equipamentos nas centrais de sonorização, e destas ao cabeamento estruturado da edificação, assim como as respectivas especificações e identificações.

- Plantas de remoções e/ou demolições:** indicação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados (quando cabível).

7.11.3.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Diagramas funcionais e de controle
Plantas de detalhes de instalação

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Diagramas funcionais e de controle,** dos equipamentos e dispositivos do sistema.
- Plantas de detalhes de instalação:** plantas contendo desenhos de detalhamento completo de leiaute, montagem e instalação de todos os painéis, equipamentos e componentes do sistema, assim como de toda a infraestrutura necessária, incluindo: plantas de leiaute, montagem, diagramas e de instalação dos painéis e dos equipamentos de cada central de sonorização; detalhamento de instalação dos caminhos do cabeamento (canaletas, eletrodutos, eletrocalhas, leitos, ganchos tipo “j” etc.); detalhamento de fixação dos sonofletores, sensores automáticos de ganho, e todos os demais componentes do sistema; detalhe de todos os furos necessários nos elementos estruturais e de todas as peças a serem embutidas ou fixadas nas estruturas de concreto ou metálicas, para passagem e suporte da instalação.

7.11.3.6. Modelo BIM

O Modelo BIM do Sistema de Sonorização deverá ser tratado como uma disciplina isolada e ser integrado às demais disciplinas do projeto por meio do modelo federado, e nos momentos de trabalho colaborativo entre as diversas

disciplinas, principalmente o arquitetônico e o estrutural. Ele deverá ser apresentado diretamente da plataforma aos analistas e fiscalização e entregue em mídia associado às demais pastas digitais do projeto.

O modelo deverá garantir a perfeita execução do projeto, definindo e estabelecendo: o correto posicionamento (dimensionamento, recuos/espacamento, prumada, nível, cota, entre outras); as formas de fixação/suporte; os materiais (tipo, características, espessuras, entre outras); as conexões com outros sistemas (Elétrico, Automação, Cabeamento Estruturado, entre outros); a infraestrutura e suas especificações; o local onde o projeto será instalado. Todas essas informações devem ser definidas e estabelecidas pelo projetista em atendimento ao Programa de Necessidades da edificação, Leis e Normativas.

E ainda, o modelo também deverá garantir a coordenação e compatibilização com a Arquitetura, Estrutura e demais disciplinas de projeto da edificação. O nível de detalhe no desenvolvimento do projeto será correspondente à fase de projeto. As definições/dimensionamentos de maior impacto em termos geométricos e de integração com outros sistemas devem ser estabelecidos na fase do Anteprojeto.

Deverá atender, no mínimo, aos seguintes requisitos:

7.11.3.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Sistema de Sonorização	2	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados tendo como referência a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma e orientação.</p> <p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> Representação dos elementos/ componentes do projeto (tais como: eletrodutos, eletrocalhas, entre outros condutos; sonofletores, entre outros componentes; caixas de ligação e passagem; quadros/painéis, racks; equipamentos; etc), através de geometria genérica de dimensões gerais/flexíveis (como altura, largura e comprimento), com determinação dos respectivos posicionamentos e/ ou encaminhamentos. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Informações de pré-dimensionamento, com definição de materiais, tipologias, níveis de tensão, potência (para atendimento pelo projeto de instalações elétricas), forma de instalação (embutida, aparente, pendente) etc; Parâmetros gerais de orçamentação e planejamento.

- Seguir as referências de cotas de trabalho dos demais projetos (instalações e arquitetura).
- Os condutos (tubulações, eletrocalhas, bandejas, perfilados etc.) deverão ser apresentados com suas devidas conexões e suporte/fixações. Os condutos deverão estar, sempre que possível, conectados aos quadros, caixas e/ou equipamentos. Se a conexão não for possível ou for inviável no software em uso, a Contratante deverá ser imediatamente comunicada para avaliar as consequências da ausência destes elementos no modelo.
- Os componentes do sistema deverão ser apresentados no modelo de forma fiel ao que deverá ser executado/instalado, sempre que possível.
- A modelagem do cabeamento/fiação é opcional, uma vez que poucos softwares conseguem representá-los em conformidade com as normas vigentes. Porém, nas peças gráficas deve estar representado seguindo o padrão tradicional.
- O modelo deverá seguir as mesmas diretrizes estabelecidas para o Projeto de Instalações Elétricas de Média e Baixa Tensão, no que for aplicável.

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Sistema de Sonorização	2	<p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo; • Avaliação prévia de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento).
Projeto Básico	Sistema de Sonorização	3	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados com precisão em relação a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma, orientação e interfaces com outros sistemas.</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representação de todo os elementos/ componentes do projeto através de geometria com dimensões específicas definidas (representação tridimensional fiel), com determinação precisa dos respectivos posicionamentos, espaçamentos e/ou encaminhamentos; • Representação e detalhamento das conexões, suportes, fixações e acessórios; • Representação de todo o cabeamento/fiação; • Detalhamento das interfaces e conexões entre elementos da mesma disciplina ou de disciplinas distintas; • Tabelas de quantitativos precisas, que incluem as características técnicas dimensionais, localização e orientação de todos os elementos, conforme os parâmetros de planejamento e orçamentação para a obra. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de dimensionamento, com especificações completas, incluindo definição de materiais, tipologias, informações técnicas, forma de instalação (embutida, aparente etc), acabamentos, numerações e identificações, codificações e classificações etc; • Parâmetros específicos de orçamentação e planejamento. <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elementos 3D associados às informações paramétricas que formam a edificação virtual, representando os elementos/ componentes da disciplina; • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo, conforme composição do orçamento; • Extração de documentação e desenhos técnicos com informações suficientes para execução da obra com todo detalhamento necessário; • Verificação de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento) em conformidade com os parâmetros de orçamentação.

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Projeto Executivo	Sistema de Sonorização	4	Inclui toda a descrição do LOD 3 acrescentando as seguintes: Informações gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Diagramas gerais da instalação; • Diagramas específicos de ligação dos quadros/painéis, equipamentos do sistema e demais componentes; • Detalhamentos específicos, em formato tridimensional sempre que possível, para fabricação, montagem e/ou instalação de elementos ou componentes das instalações projetadas. Informações não gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Documentação de execução dos serviços (instruções, especificações, normas etc); • Referências de fabricantes.
As Built	Sistema de Sonorização	5	A descrição do LOD 4 incluindo as informações construtivas da obra conforme foi executada e demais informações tais como: <ul style="list-style-type: none"> • Especificação de marca, modelo, fabricante, data de aquisição e instalação, relatórios de testes e comissionamento, entre outros; • Informações referente à garantia dos elementos/componentes; • Informações pertinentes e necessárias para a manutenção preventiva e corretiva das instalações, bem como para o seu controle e operação.

7.11.3.7. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

7.11.3.7.1. Levantamento Tradicional

No caso específico do Sistema de Sonorização, os quantitativos de materiais e serviços podem ser agrupados nas seguintes seções:

- Sonofletores (alto-falantes).
- Fontes de programa.
- Amplificadores.
- Processadores de sinal.

- Sistemas de intercomunicação via rede IP (ou unidades de interface).
- Cabeamento.
- Caminhos para passagem do cabeamento.
- Acessórios de fixação e instalação.
- Demais componentes, equipamentos e conexões do sistema.
- Serviços Diversos (quando houver): demolições e/ou remoções: informação quantitativa de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos (separando o tipo de demolição, manual ou mecânica), removidos ou fresados; escavações (para instalação de dutos, caixas, cabos enterrados etc.); reaterros (manual e/ou compactado); e recomposições.
- Software.
- Certificação e comissionamento do sistema.
- Manual de Operação e Conservação do Sistema.

7.11.3.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos e características técnicas deverá ser executada preferencialmente de forma direta do modelo do Sistema de Sonorização, e ter exata correlação com as tabelas geradas para as pranchas de desenho. Para tanto

é fundamental que os elementos estejam devidamente classificados e categorizados para os sistemas de arquitetura conforme os parâmetros de planejamento, de orçamento, e devidamente orientados pelo plano de execução de projeto. Deverá ser garantida a precisão, a consistência, a rastreabilidade e a agilidade de acessos as informações.

Todos os itens descritos nas Especificações Técnicas do Projeto deverão ter seu correlatos na quantificação e nas unidades da mesma forma que o levantamento tradicional, sendo de responsabilidade dos projetistas garantir a interdependência de todos os documentos técnicos com o planejamento e orçamento da obra.

À CONTRATADA é facultada a modelagem de componentes que não os exigidos neste Manual. Contudo, os quantitativos que não puderem ser levantados de forma automática deverão ser apresentados em forma tradicional e, ainda, retornar ao modelo, via software de integração, para fins de planejamento e orçamentação nas simulações..

7.11.3.8. Referências

ABNT NBR 10152: Acústica - Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações

ABNT NBR 14565: Cabeamento estruturado para edifícios comerciais

ABNT NBR 16384: Segurança em eletricidade — Recomendações e orientações para trabalho seguro em serviços com eletricidade

ABNT NBR 16415: Caminhos e espaços para cabeamento estruturado

ABNT NBR 16665: Cabeamento estruturado para data centers

ABNT NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão

ABNT NBR IEC 60268-16: Equipamentos de sistemas de som Parte 16: Avaliação objetiva da inteligibilidade da fala pelo índice de transmissão da fala

ABNT NBR IEC 60268-3: Equipamentos de sistemas de som Parte 3: Amplificadores

Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC. Brasília, 2016.

Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. [s.l.]: AsBEA, 2015.

MARIN, P. S. Cabeamento estruturado: do projeto à instalação. 3. ed. rev. e atual. São Paulo: Érica, 2009.

NR 10: Norma Regulamentadora nº 10: Segurança em Instalações e serviços em eletricidade

PARANÁ. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Caderno BIM: Coletânea de Cadernos Orientadores, Curitiba: SEIL/PR, 2018. V.4.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2.

SEAP - Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio. Manual de obras públicas -Edificações 2020.

7.11.4. Sistema de Cabeamento Estruturado

7.11.4.1. Introdução

O Projeto de Sistema de Cabeamento Estruturado é a base para a elaboração de todos os demais projetos de telecomunicações referentes a transmissão de dados, voz, imagem, automação, entre outros serviços. Por esse motivo, para elaboração desse projeto, é necessário levar em consideração as necessidades gerais do(s) usuário(s) da edificação em relação a todos esses serviços, assim como os requisitos para atendimento e interface aos demais sistemas que serão conectados ao cabeamento estruturado.

O sistema de cabeamento estruturado deverá possibilitar, portanto, a transmissão de dados, voz, imagem e automação, bem como o atendimento das exigências de novas tecnologias e mudanças de leiaute ou expansão, definindo-se a implantação dos equipamentos usuários em função dos objetivos da instalação.

Em relação ao projeto de *data center*, de acordo com a ABNT NBR 16665, de forma a prover maior vida operacional, menos interrupções e menores custos associados com reinstalações, o cabeamento instalado deve ser projetado para suportar a mais ampla gama de aplicações existentes e emergentes e permitir o

crescimento esperado, em volume de aplicações atendidas, por toda a vida útil da instalação. Além disso, recomenda-se, no projeto, a existência de redundância de caminhos, distribuidores e/ou subsistemas de cabeamento.

É importante observar que uma edificação aeroportuária possui múltiplos tipos de usuários, desde os funcionários da administração, aqueles funcionários que não integram a administração, mas que estão diretamente ligados ao funcionamento do aeroporto (como os que trabalham para as companhias aéreas, no controle do tráfego aéreo, entre outras funções), e os usuários dos estabelecimentos comerciais localizados no interior ou nos arredores dessa edificação. Portanto, um sistema de cabeamento estruturado pode ser projetado para atendimento integrado de todos os serviços de dados, voz, imagem, automação, entre outros serviços de telecomunicações diretamente ligados à operação aeroportuária, porém, também é necessário prever todos os caminhos e espaços possíveis para possibilitar o acesso dos demais usuários, principalmente dos estabelecimentos comerciais, aos serviços de telecomunicações, como por exemplo, aqueles oferecidos por diversos provedores de serviços privados. E essa previsão de espaços e/ou caminhos, sejam eles compartilhados ou não, deve ser considerada no projeto do Sistema de Cabeamento Estruturado a ser elaborado para toda a edificação aeroportuária, ou por meio de projeto específico.

Visando a segurança dos sistemas ligados diretamente à operação do aeroporto, recomenda-se que os caminhos e espaços para passagem de cabeamento e instalação de distribuidores, equipamentos e dispositivos dos sistemas de telecomunicações da edificação aeroportuária não sejam compartilhados para passagem de cabeamentos de telecomunicações específicos para atendimento aos demais usuários comerciais da edificação, uma vez que estes poderão ser acessados por inúmeros prestadores de serviços das diversas empresas provedoras de serviços privados existentes no mercado. Portanto, o projeto a ser elaborado deverá preferencialmente prever espaços e caminhos separados para esse fim.

A ABNT NBR 14565 é a norma que estabelece os requisitos para um sistema de cabeamento estruturado para uso nas dependências de um único edifício, ou de um conjunto de edifícios comerciais em um *campus*. Essa norma, na versão atual, é aplicável aos cabeamentos metálico e óptico de redes locais (LAN) e redes de campus (CAN). O cabeamento especificado nessa norma suporta uma ampla variedade de serviços, incluindo voz, dados, imagem e automação.

Por sua vez, a ABNT NBR 16415 é a norma que especifica a estrutura e os requisitos para os caminhos e espaços, dentro ou entre os edifícios, para troca de informações e cabeamento estruturado de acordo com a ABNT NBR 14565. Essa

norma também influencia a alocação de espaços para cabeamento estruturado no interior do edifício. São considerados nessa norma edifícios monusuários e multiusuários.

E por fim, a ABNT NBR 16665 é a norma que especifica um sistema de cabeamento estruturado para *data centers* e se aplica aos cabeamentos metálico e óptico utilizando como referência a ISO/IEC 24764. Essa norma aplica-se às redes locais (LAN) e redes de campus (CAN). A aplicação desta Norma limita-se ao cabeamento interno para a conexão dos equipamentos de tecnologia da informação (TI), segurança e automação usados em *data centers*. O cabeamento especificado nessa norma suporta uma ampla variedade de serviços, incluindo voz, dados, imagem e automação.

A presente disciplina contempla os seguintes entregáveis:

Entregável

Memorial Descritivo

Especificação Técnica

Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Representações Gráficas

Modelo BIM

Planilha de Serviços

Memorial de Quantificação

7.11.4.2. Memorial Descritivo

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Responsáveis técnicos: listar todos os responsáveis técnicos por essa fase do projeto, identificando os respectivos números das Anotações de Responsabilidade Técnica emitidas junto ao CREA local.
- Referências normativas: listagem das normas ou códigos específicos adotados no projeto desenvolvido.
- Documentos de referência: informações, documentos e plantas da edificação (planta baixa, cortes etc., referentes ao projeto de arquitetura e/ou demais disciplinas/instalações) que foram levantados e utilizados para elaboração do projeto.

- d) Programa de necessidades: devem ser apresentadas as necessidades do cliente referente aos serviços de voz, dados, imagem, segurança e sistemas de controle de acesso, sistemas de supervisão e controle do edifício, entre outros serviços que devem ser integrados e considerados no projeto do sistema de cabeamento estruturado.
- e) Serviços externos necessários: deve-se verificar a disponibilidade, localização e possibilidades de conexão e/ou acesso aos serviços externos necessários. A localização dos serviços externos é essencial para determinar a localização das infraestruturas de entrada do edifício, sala de entrada / espaço terminal principal, localização do *data center*, entre outros espaços de acesso necessários. O projetista deve prever a infraestrutura de acesso para múltiplos provedores de serviços externos, assim como as necessidades de expansão futura e possibilidade de redundância, considerando os aspectos da norma ABNT NBR 16415.
- f) Alternativas de solução: devem ser apresentadas todas as alternativas de solução para atendimento as necessidades do cliente.
- g) Concepção final adotada: concepção final aprovada para o sistema de cabeamento estruturado do edifício e do *data center*, devendo ser adotada a solução mais vantajosa para a edificação, considerando parâmetros técnicos, econômicos e ambientais.
- h) Visão geral: descrição geral de todo o sistema, suas interfaces, das partes que o compõem e dos princípios em que se baseou, apresentando, ainda, justificativa que evidencie o atendimento às exigências estabelecidas pelas respectivas normas técnicas e pela instrução para elaboração de projetos. Apresentar a solução adotada evidenciando a sua compatibilidade com o projeto arquitetônico e com os demais projetos especializados e sua exequibilidade.
- i) Remoções e/ou demolições: se cabível, o projeto deve fornecer identificação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados, com as respectivas justificativas.
- j) Sistema de Cabeamento Estruturado em *data center*:
 - Infraestrutura de entrada:** descrição detalhada de como será implementada essa infraestrutura, que deve ser dimensionada conforme ABNT NBR 16415. Recomenda-se que os provedores de serviços tenham rotas diversas para cada uma das várias interfaces de rede externa. Os detalhes sobre componentes utilizados na entrada de serviços externos devem ser verificados na

ABNT NBR 14565.

Cabeamento de serviços externos: não se trata de escopo desse projeto, mas a distância entre a Interface de rede externa (ENI) e o Distribuidor Principal (MD) pode ser significativa e depende das características de distribuição dos serviços contratados, portanto deve ser considerada uma premissa de projeto, que deve ser aqui detalhada e descrita.

Interface de rede externa (ENI): a interface de rede externa oferece uma terminação do cabeamento de acesso à rede, para permitir a conexão dessa rede aos serviços externos. A conexão do cabeamento do *data center* aos serviços externos, seja do MD ou do Distribuidor Intermediário (ID) à ENI, depende das características e especificações dos serviços fornecidos por seus provedores.

Ambiente do data center: descrição completa sobre o leiaute, assim como os requisitos para os seguintes sistemas que devem ser dimensionados para esse espaço: estrutura civil; sistema de energia e iluminação; sistema de ar-condicionado; detecção e proteção contra incêndio; aterramento e equipotencialização; segurança patrimonial, monitoramento e automação remota: monitoramento dos sistemas de energia dos circuitos gerais e individuais; monitoramento das baterias do sistema de UPS; automação dos sistemas de energia com capacidade de operar circuitos gerais e individuais; monitoramento da qualidade do ar; monitoramento da temperatura no ambiente; monitoramento e detecção de água em casos de vazamento, infiltração ou inundação; monitoramento e controle de acesso a cada dependência do datacenter; monitoramento dos acessos por imagem dos ambientes (CFTV); e monitoramento das conexões físicas de cabos; e eficiência energética.

Espaços e caminhos: descrever todos os demais espaços e caminhos projetados para a passagem do cabeamento estruturado assim como do cabeamento de telecomunicações de futuras instalações e/ou expansões (*shafts*, eletrocalhas, leitos eletrodutos, quadros, caixas de passagem etc.).

Distribuidores: detalhar cada um dos distribuidores projetados, incluindo os racks com espaço suficiente para instalação dos equipamentos a serem instalados para as diversas aplicações e futuras expansões, as conexões dos subsistemas, identificações,

entre outros aspectos.

Subsistema de cabeamento de backbone: descrição detalhada desse subsistema, que se estende do MD e do ID aos Distribuidores Horizontais (HD) a eles conectados. Esse subsistema inclui: os cabos de *backbone*; a terminação mecânica dos cabos de *backbone* no MD ou ID mais os *patch cords* e/ou *jumper's* a eles associados; a terminação mecânica dos cabos de *backbone* nos HD.

Subsistema de cabeamento horizontal: descrição detalhada desse subsistema, que se estende do HD às Tomadas de Equipamento (EO), inclui: os cabos horizontais; a terminação mecânica dos cabos horizontais nas EO e no HD, mais os *patch cords* e/ou *jumper's* a eles associados; os Pontos de Distribuição Local (LDP) opcionais. Os cabos do subsistema de cabeamento horizontal devem ser contínuos do HD até as EO, a não ser que existam pontos de distribuição local, conforme definido pela Norma ABNT NBR 16665.

k) Sistema de Cabeamento Estruturado do Edifício:

Infraestrutura de entrada: descrever a infraestrutura de entrada que deve ser prevista na sala de equipamentos do edifício, onde são feitas as conexões entre o cabeamento externo (de responsabilidade dos provedores de serviço) e o cabeamento de *backbone* de *campus*, e o cabeamento interno.

Salas de equipamentos: detalhar o leiaute do ambiente, a configuração e toda a infraestrutura a ser instalada nessa sala, além dos demais requisitos que devem ser observados nos projetos das demais instalações da edificação para esse ambiente específico. Detalhar todas as facilidades necessárias, como espaço, alimentação elétrica, controle ambiental etc., para a instalação dos equipamentos, componentes passivos, dispositivos ativos, e interfaces com o sistema de cabeamento de *backbone* de *campus* e de edifício. Registrar quais equipamentos de uso comum a todos os usuários da rede estão previstos para serem instalados nesse ambiente, conforme Programa de Necessidades aprovado pelo cliente e informações dos demais projetos de telecomunicações e sistemas do edifício, que foram utilizados para dimensionamento desse espaço (como PABX, servidores, roteadores, switches principais etc.).

Salas de telecomunicações: detalhar o leiaute desses ambien-

tes, a configuração e toda a infraestrutura a ser instalada nessas salas, além dos demais requisitos que devem ser observados nos projetos das demais instalações da edificação específicos para esses ambientes. Detalhar todas as facilidades necessárias, como espaço, alimentação elétrica, controle ambiental etc., para a instalação dos componentes passivos, dispositivos ativos, e interfaces com o sistema de cabeamento de *backbone* e de cabeamento horizontal.

Áreas de trabalho: detalhar o leiaute desses ambientes, a configuração e toda a infraestrutura a ser instalada nessas salas, além dos demais requisitos que devem ser observados nos projetos das demais instalações da edificação específicos para esses ambientes. Detalhar, inclusive, quais e quantos equipamentos foram previstos para serem atendidos nessas áreas pelo cabeamento projetado (como por exemplo, computadores, telefones, impressoras, CFTV etc.). Essa informação deve estar compatível com o Programa de Necessidades aprovado pelo cliente para esses ambientes.

Pontos de acesso sem fio: descrever a configuração adotada, estrutura, topologia, desempenho, localização, entre outros aspectos.

Espaços e caminhos: descrever todos os demais espaços e caminhos projetados para a passagem do cabeamento estruturado assim como do cabeamento de telecomunicações de futuras instalações e/ou expansões (entrada de antenas, *shafts*, eletrocalhas, leitos eletrodutos, quadros, caixas de passagem etc.).

Cabeamento de serviços externos: não se trata de escopo desse projeto, mas a distância entre a Infraestrutura de Entrada do edifício e o distribuidor correspondente pode ser significativa. O desempenho do cabo entre estes pontos deve ser considerado no dimensionamento inicial e da implementação das aplicações do cliente. Detalhar as premissas consideradas em relação a esse cabeamento no dimensionamento de todos os sistemas.

Distribuidores: detalhar cada um dos distribuidores projetados (de *campus*, edifício e os de piso), incluindo os racks com espaço suficiente para instalação dos equipamentos a serem instalados para as diversas aplicações e futuras expansões, as conexões, identificações, entre outros aspectos.

Subsistema de cabeamento de backbone de campus: descri-

ção detalhada desse subsistema, o qual se estende do distribuidor de *campus* até os distribuidores de edifício. Quando presente este subsistema inclui os cabos de *backbone* de *campus*, qualquer componente de cabeamento dentro da infraestrutura de entrada, *jumpers* e *patch cords* no distribuidor de *campus*, o *hardware* de conexão no qual os cabos de *backbone* de *campus* são terminados (tanto no distribuidor de *campus* como no distribuidor de edifício). Onde o distribuidor de edifício não existe, o subsistema de cabeamento de *backbone* de *campus* se estende desde o distribuidor de *campus* até o distribuidor de piso. É possível que o cabeamento de *backbone* de *campus* ofereça a conexão direta entre os distribuidores de edifícios. Quando utilizada essa conexão deve estar em conformidade com o requerido pela topologia hierárquica básica.

Subsistema de cabeamento de backbone de edifício: descrição detalhada desse subsistema, que deve ser projetado para suportar a vida útil do sistema de cabeamento. Entretanto é comum que se adotem soluções provisórias para suportar aplicações correntes ou previstas, particularmente no caso de o acesso físico aos caminhos ser fácil. A seleção do cabeamento de *backbone* de *campus* pode necessitar de uma solução mais duradoura que a adotada no cabeamento de *backbone* de edifício, particularmente se o acesso físico aos caminhos for mais limitado. Esse subsistema inclui: os cabos de *backbone* de edifício; *jumpers* e *patch cords* no distribuidor de edifício; *hardware* de conexão no qual os cabos de *backbone* de edifício são terminados (em ambos os distribuidores, de piso e de edifício).

Subsistema de cabeamento horizontal: descrição detalhada desse subsistema, que deve ser projetado para suportar a maior parte das aplicações existentes e emergentes, e deve fornecer uma vida operacional de no mínimo dez anos. Isto minimiza as interrupções e o alto custo de reinstalações nas áreas de trabalho. É constituído por cabos horizontais; *jumpers* e *patch cords* no distribuidor de piso; terminações mecânicas dos cabos horizontais nas tomadas de telecomunicações; terminações mecânicas dos cabos horizontais no distribuidor de piso, incluindo o *hardware* de conexão, como, por exemplo, das interconexões ou das conexões cruzadas; ponto de consolidação (opcional); tomadas de telecomunicações.

- l) Práticas de blindagem adotadas: descrever quais medidas de compatibilidade eletromagnética e aterramento foram adotadas no projeto, conforme seção 12 da ABNT NBR 14565.
- m) Sistema de Gerenciamento: descrever o Sistema de Gerenciamento do cabeamento estruturado que deverá ser adotado, conforme seção 13 da ABNT NBR 14565. O gerenciamento do cabeamento estruturado deve estar em conformidade com a ISO/IEC 14763-1.
- n) Interferências com outras disciplinas:

Considerações sobre a estrutura civil necessária: como por exemplo, a carga mínima que as lajes do piso do *data center* e demais salas de telecomunicações devem suportar, e a especificação dos materiais que devem ser aplicados nos ambientes, como paredes, forros, pisos, portas de acesso etc. (conforme Anexo B da ABNT NBR 16665 e norma ABNT NBR 16415, respectivamente).

Caminhos dos cabos de telecomunicações e de energia: caminhos dos cabos no *data center* (conforme norma ABNT NBR 16415 e Anexo B da ABNT NBR 16665) e nos demais espaços de telecomunicações (conforme normas ABNT NBR 16415 e ABNT NBR 14565).

Requisitos para o sistema de iluminação do data center e de cada espaço de telecomunicação: conforme Anexo B da ABNT NBR 16665 e norma ABNT NBR 16415, respectivamente.

Requisitos de energia: circuitos elétricos para alimentação dos computadores, equipamentos eletrônicos, sistema de ventilação em racks etc.; tomadas elétricas; necessidades de fontes redundantes; requisitos para geradores e sistema de energia ininterrupta (UPS); requisitos para quadros de distribuição de energia (PDU); entre outros aspectos (conforme Anexo B da ABNT NBR 16665 e ABNT NBR 14565).

Requisitos para o sistema de detecção e proteção contra incêndio específico dos espaços de telecomunicações e data center: conforme Anexo B da ABNT NBR 16665 e demais normas aplicáveis.

Requisitos para o sistema de segurança patrimonial: requisitos para sistemas de controle de acesso às áreas críticas do *data center* e dos espaços de telecomunicações, além do monitoramento das principais áreas por sistema de CFTV (conforme Anexo B da ABNT NBR 16665).

Requisitos para o sistema de monitoramento e automação remota do data center (para os subsistemas que compõem esse sistema, quando aplicáveis, conforme Anexo B da ABNT NBR 16665): monitoramento dos sistemas de energia (tensão, corrente, fator de potência, circuitos ligados/desligados) dos circuitos gerais e individuais; monitoramento das baterias do sistema de UPS; automação dos sistemas de energia com capacidade de operar circuitos gerais e individuais; monitoramento da qualidade do ar quanto à umidade, poeira, fumaça, seja nos ambientes, nos corredores frios e quentes, ou internamente em cada rack; monitoramento da temperatura no ambiente, nos corredores frios e quentes, e em cada rack; monitoramento e detecção de água em casos de vazamento, infiltração ou inundação; monitoramento e controle de acesso a cada dependência do *data center*, bem como monitoramento individual de portas abertas/fechadas em racks; monitoramento dos acessos por imagem dos ambientes (CFTV); monitoramento das conexões físicas de cabos.

Requisitos para o sistema de aterramento: conforme normas ABNT NBR 5410, ABNT NBR 5419 (todas as partes), e Anexo B da ABNT NBR 16665.

Requisitos de eficiência energética: conforme Anexo B da ABNT NBR 16665.

Para todos os itens listados que devem fazer parte do memorial, devem ser consideradas as normas citadas e, em complemento, as demais normas aplicáveis em vigor.

7.11.4.3. Especificação Técnica

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Sistema de Cabeamento Estruturado em *data center*: caminhos, espaços, e sistemas de organização de cabos no *data center*: as diretrizes para esses elementos são descritas na ABNT NBR 16415. Inclui: canaletas, eletrodutos, eletrocalhas, leitos ou ganchos tipo “J”, caixas de passagem, *shafts*, quadros/painéis etc.; racks e todos os demais acessórios necessários para instalação dos distribuidores (distribuidor principal, distribuidor intermediário, e distribuidor horizontal); cabeamento dos subsistemas de cabeamento *backbone* e de cabeamento horizontal; *Patch cords* dos equipamentos; *Patch cords* e *jumper*s: utilizados na implementação de conexões nos

distribuidores. As diretrizes para os comprimentos destes elementos estão descritas na ABNT NBR 16665; pontos de Distribuição Local: especificação de todos os componentes que compõem esse componente; tomadas de equipamentos: especificação de todos os componentes que compõem esse componente; hardware de conexão: especificar os componentes passivos de interconexão, como os elementos de conexão das tomadas de equipamento, os *patch panels* em distribuidores, conectores dos pontos de distribuição local etc.; aterramento e equipotencialização: especificar os componentes específicos deste sistema que serão instalados nos espaços de telecomunicações e caminhos projetados.

- b) Sistema de Cabeamento Estruturado do Edifício: caminhos, espaços, e sistemas de organização de cabos: as diretrizes para esses elementos são descritas na ABNT NBR 16415. Inclui: canaletas, eletrodutos, eletrocalhas, leitos ou ganchos tipo “J”, caixas de passagem, *shafts*, quadros/painéis etc.; racks e todos os demais acessórios necessários para instalação dos distribuidores (distribuidor de *campus*, distribuidor de edifício e distribuidor de piso; cabeamento dos subsistemas de cabeamento de *backbone* de *campus*, de cabeamento de *backbone*, de cabeamento horizontal; *Patch cord* da área de trabalho e do equipamento terminal; *Patch cords* e *jumper*s: utilizados na implementação de conexões cruzadas nos distribuidores. As diretrizes para os comprimentos destes elementos estão descritas na ABNT NBR 14565; pontos de Consolidação: especificação de todos os componentes que compõem esse componente; tomadas de telecomunicações multiusuário: especificação de todos os componentes que compõem esse componente; tomadas de telecomunicações: especificação de todos os componentes que compõem esse componente; hardware de conexão: especificar os componentes passivos de interconexão, como os blocos de conexão das tomadas de telecomunicações, *patch panels* em distribuidores, conectores do ponto de consolidação e conexões cruzadas estão descritos na ABNT NBR 14565; aterramento e equipotencialização: especificar os componentes específicos deste sistema que serão instalados nos espaços de telecomunicações e caminhos projetados.
- c) Certificação da rede: especificar como devem ser os procedimentos de Ensaios, que devem estar em conformidade com o Anexo A da norma ABNT NBR 14565 entre outras normas pertinentes.
- d) Sistema de Gerenciamento: especificar o Sistema de Gerenciamento do cabeamento estruturado que deverá ser adotado, conforme

seção 13 da ABNT NBR 14565. O gerenciamento envolve a identificação precisa e a manutenção do registro de todos os componentes que compõem o sistema de cabeamento, assim como os encaminhamentos distribuidores e outros espaços nos quais sejam instalados. Todas as mudanças no cabeamento devem ser registradas. Recomenda-se o uso de sistemas de gerenciamento baseados em software para instalações de grande porte. O gerenciamento do cabeamento estruturado deve estar em conformidade com a ISO/IEC 14763-1.

- e) Serviços Diversos: demolições e/ou remoções; escavação de valas; reaterro compactado; concreto; brita; areia; espaçadores para banco de dutos; recomposições: de pisos, e de asfalto; caixas de passagem, poços e minipoços em alvenaria e/ou em concreto pré-moldado; escada marinheiro; tampas em concreto, em ferro fundido para calçadas e passagens de pedestre, e/ou em ferro fundido para pistas de rolamento.

Notas sobre as especificações:

- 1) A ISO/IEC 11801 deve ser verificada para as especificações sobre *patch cords* de cabos balanceados.
- 2) Para recomendações sobre o aterramento e equipotencialização, ver a ABNT NBR 5410 e 5419 (todas as partes).
- 3) Os cabos utilizados nesses subsistemas do cabeamento estruturado do edifício devem ser de par trançado ou de fibra ótica e devem estar de acordo com as normas ABNT NBR 14565 e ABNT NBR 14703.
- 4) Os cabos componentes do *backbone* de *campus* devem possuir proteção às intempéries e de condições extremas de uso, como por exemplo, para a presença de roedores e tráfego de pessoas e veículos. Geralmente os cabos de uso externo que são utilizados neste subsistema não atendem aos requisitos da ABNT NBR 14705, por possuírem elementos inflamáveis ou que emitem fumaça tóxica ao pegarem fogo, com exceção dos cabos indoor/outdoor.
- 5) Os cabos do *backbone* de edifício não precisam ser mecanicamente resistentes como os cabos do *backbone* de *campus*. Porém, o cabeamento para esse subsistema deve possuir classificação quanto ao comportamento diante da chama conforme a norma ABNT NBR 14705. Como são normalmente instalados em *shafts*, a classificação mínima requerida para o cabeamento é a CMR (cabo metálico *riser*) para cabos de par trançado, e a COR (cabo ótico *riser*), para cabos

óticos, ou então a LSZH (baixa emissão de fumaça, sem halogênios), para ambos.

- 6) Os cabos a serem utilizados no subsistema de cabeamento horizontal, podem ser de par trançado de quatro pares ou por cabos óticos com duas ou mais fibras. Usualmente esses cabos possuem a classificação CM (cabo metálico geral) ou COG (cabo ótico geral). Cabos metálicos tipo CMX devem ser evitados em edifícios comerciais, pois não podem ficar expostos por mais de três metros, devendo ser instalados em tubulação metálica, o que geralmente não é o caso nesses tipos de ambiente.
- 7) Em relação ao cabeamento em *data center*, o cabeamento de *backbone* e o cabeamento horizontal são compostos por cabos similares aos do cabeamento em edifícios comerciais. Como esses cabos normalmente são instalados sob piso elevado com ventilação forçada, recomenda-se utilizar cabos classificados como LSZH, CMP (cabo metálico *plenum*) ou COP (cabo ótico *plenum*) em relação ao comportamento diante da chama.

7.11.4.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Sistema de cabeamento: detalhar toda a metodologia adotada para o dimensionamento de cada subsistemas de cabeamento.
- b) Racks dos Distribuidores: especificar os critérios e os cálculos adotados para determinar as dimensões e as quantidades necessárias.
- c) Infraestrutura de entrada de serviços e antenas (bancos de dutos, caixas de passagem subterrâneas etc.): devem ser dimensionados para suportar aplicações atuais e futuras.
- d) Caminhos para passagem do cabeamento (canaletas, eletrodutos, eletrocalhas, leitos ou ganchos tipo “J”, caixas de passagem, *shafts*, quadros/painéis etc.): devem ser dimensionados para suportar o cabeamento projetado, assim como o cabeamento de telecomunicações de outras aplicações além de expansões futuras.

7.11.4.5. Representações Gráficas

7.11.4.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável

Plantas gerais de distribuição do cabeamento

Plantas dos espaços

Cortes gerais

Diagramas unifilares preliminares

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Plantas gerais de distribuição do cabeamento:** plantas do empreendimento, contendo a infraestrutura de entrada, a projeção do subsistema de cabeamento de *backbone* de *campus* (se aplicável), assim como dos respectivos caminhos e espaços de entrada em cada edifício; plantas de cada nível da edificação, em escala adequada, com a projeção do subsistema de cabeamento horizontal a partir dos respectivos distribuidores, tomadas de telecomunicações nas áreas de trabalhos, pontos de acesso sem fio, assim como as projeções dos respectivos espaços e caminhos.
- b) **Plantas dos espaços:** plantas contendo os leiautes iniciais dos espaços como o *data center*, sala de computadores, infraestrutura de entrada principal, infraestrutura de entrada alternativa, caminhos dos *campus*, caminhos do edifício, salas de telecomunicações, salas de equipamentos, entradas de antenas e áreas de trabalho, entre outros espaços, assim como a representação básica dos elementos funcionais do sistema e dos respectivos caminhos, após refinamento dos pré-dimensionamentos realizados e apresentados no relatório técnico e harmonização com o Projeto de Arquitetura do empreendimento.
- c) **Cortes gerais:** representação gráfica vertical das “prumadas”, *shafts*, e/ou demais caminhos verticais, mostrando a projeção do subsistema de cabeamento de *backbone* de edifício, assim como dos distribuidores de *campus*, de edifício, e de piso, os quais são interligados por esse subsistema de cabeamento.
- d) **Diagramas unifilares preliminares:** diagrama básico das relações entre os diversos ambientes do *data center* e seus componentes (conforme Anexo B da ABNT NBR 16665); e diagramas gerais básicos apresentando a interligação dos diversos elementos funcionais do sistema de cabeamento estruturado do edifício, assim como a suas respectivas localizações.

7.11.4.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável

Plantas da infraestrutura de entrada e de distribuição do cabeamento de backbone de campus

Plantas de distribuição do cabeamento por pavimento

Plantas dos espaços

Cortes verticais

Diagramas e desenhos esquemáticos de interligação

Plantas de remoções e/ou demolições

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Plantas da infraestrutura de entrada e de distribuição do cabeamento de backbone de campus:** plantas gerais do empreendimento em escala adequada, contendo o detalhamento sobre a infraestrutura de entrada para cabeamento de serviços externos, a representação completa e detalhada do subsistema de cabeamento de *backbone* de *campus* (se aplicável), assim como dos respectivos caminhos, espaços de entrada em cada edifício, e as respectivas identificações.
- b) **Plantas de distribuição do cabeamento por pavimento:** plantas de cada nível da edificação, preferencialmente em escala 1:50, contendo a projeção do subsistema de cabeamento horizontal a partir dos respectivos distribuidores de piso, as tomadas de telecomunicações nas áreas de trabalhos, pontos de acesso sem fio, assim como os respectivos espaços e caminhos. Devem ser apresentadas as especificações de todos os elementos do sistema representados, assim como as respectivas identificações (principalmente de cada ponto de tomada de telecomunicações na área de trabalho, e pontos de acesso sem fio).
- c) **Plantas dos espaços:** plantas contendo o leiaute e o detalhamento do sistema de cabeamento estruturado nos espaços do *data center* e em todos os demais espaços de telecomunicações, assim como dos respectivos caminhos nesses espaços e as respectivas identi-

- ficações.
- d) **Cortes verticais:** representação gráfica vertical das “prumadas”, *shafts*, e/ou demais caminhos verticais, em escala adequada, mostrando o detalhamento do subsistema de cabeamento de *backbone* de edifício, assim como dos distribuidores de *campus*, de edifício, e de piso, os quais são interligados por esse cabeamento, assim como as respectivas identificações.
 - e) **Diagramas e desenhos esquemáticos de interligação:** plantas contendo esquemáticos e/ou diagramas de interligação entre cada subsistema e seus respectivos distribuidores.
 - f) **Plantas de remoções e/ou demolições:** indicação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados (quando cabível).

7.11.4.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Leiaute dos distribuidores
Diagramas dos distribuidores
Diagramas unifilares – sistema de cabeamento estruturado
Diagramas unifilares – sistema de cabeamento estruturado em data center
Diagrama geral do data center
Plantas de detalhes de instalação

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Leiaute dos distribuidores:** plantas contendo desenhos detalhados das vistas interna e externa dos distribuidores do *data center*, e do sistema de cabeamento estruturado, mostrando todos os seus componentes, conexões/terminações, e suas respectivas identificações.
- b) **Diagramas dos distribuidores:** diagramas detalhados apresentando as conexões em todos os distribuidores do sistema de cabeamento estruturado e *data center*, incluindo suas respectivas identificações.
- c) **Diagramas unifilares – sistema de cabeamento estruturado:** diagramas unifilares detalhados apresentando as terminações dos subsistemas de *backbone* de *campus*, de cabeamento de *backbone* de edifício, e de cabeamento horizontal, tomadas de telecomunicações e de equipamentos, pontos de acesso sem fio, demais elementos funcionais e respectivas identificações.
- d) **Diagramas unifilares – sistema de cabeamento estruturado em data center:** diagramas unifilares detalhados apresentando as terminações dos subsistemas de cabeamento e equipamentos no *data center*, assim como as respectivas identificações.
- e) **Diagrama geral do data center:** diagrama das relações entre os diversos ambientes do *data center* e seus componentes (conforme Anexo B da ABNT NBR 16665).
- f) **Plantas de detalhes de instalação:** plantas contendo desenhos de detalhamento completo de instalação de todos os equipamentos e componentes do sistema, assim como de toda a infraestrutura necessária, incluindo: detalhamento dos caminhos da infraestrutura de entrada (bancos de dutos, caixas de passagem cabeamento etc.); detalhamento de instalação dos caminhos do cabeamento (canaletas, eletrodutos, eletrocalhas, leitos, ganchos tipo “j” etc.); detalhamento da infraestrutura e caminhos sob pisos elevados nos espaços de telecomunicações e *data center*; detalhamento dos *shafts*, painéis, equipamentos e dispositivos; detalhamento do sistema de aterramento nos espaços, e suas interligações ao aterramento principal do edifício; detalhe de todos os furos necessários nos elementos estruturais e de todas as peças a serem embutidas ou fixadas nas estruturas de concreto ou metálicas, para passagem e suporte da instalação.

7.11.4.6. Modelo BIM

O Modelo BIM do Sistema de Cabeamento Estruturado deverá ser tratado como uma disciplina isolada e ser integrado às demais disciplinas do projeto por meio do modelo federado, e nos momentos de trabalho colaborativo entre as diversas disciplinas, principalmente o arquitetonico e o estrutural. Ele deverá ser

apresentado diretamente da plataforma aos analistas e fiscalização e entregue em mídia associado às demais pastas digitais do projeto.

O modelo deverá garantir a perfeita execução do projeto, definindo e estabelecendo: o correto posicionamento (dimensionamento, recuos/espacamento, prumada, nível, cota, entre outras); as formas de fixação/suporte; os materiais (tipo, características, espessuras, entre outras); as conexões com outros sistemas (Elétrico, Automação, CFTV/Segurança, Sonorização, Telecomunicações entre outros); a infraestrutura e suas especificações; o local onde o projeto será instalado. Todas essas informações devem ser definidas e estabelecidas pelo projetista em atendimento ao Programa de Necessidades da edificação, Leis e Normativas.

E ainda, o modelo também deverá garantir a coordenação e compatibilização com a Arquitetura, Estrutura e demais disciplinas de projeto da edificação. O nível de detalhe no desenvolvimento do projeto será correspondente à fase de projeto. As definições/dimensionamentos de maior impacto em termos geométricos e de integração com outros sistemas devem ser estabelecidos na fase do Anteprojeto.

Deverá atender, no mínimo, aos seguintes requisitos:

7.11.4.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Sistema de Cabeamento Estruturado	2	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados tendo como referência a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma e orientação.</p> <p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> Representação dos elementos/ componentes do projeto (tais como: eletrodutos, eletrocalhas, entre outros condutos; tomadas de telecomunicações e de equipamentos, pontos de distribuição e consolidação, entre outros componentes; caixas de ligação e passagem; quadros/painéis, racks; equipamentos; etc), através de geometria genérica de dimensões gerais/flexíveis (como altura, largura e comprimento), com determinação dos respectivos posicionamentos e/ ou encaminhamentos. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Informações de pré-dimensionamento, com definição de materiais, tipologias, níveis de tensão, potência (para atendimento pelo projeto de instalações elétricas), forma de instalação (embutida, aparente, pendente) etc; Parâmetros gerais de orçamentação e planejamento.

- Seguir as referências de cotas de trabalho dos demais projetos (instalações e arquitetura).
- Os condutos (tubulações, eletrocalhas, bandejas, perfilados etc.) deverão ser apresentados com suas devidas conexões e suporte/fixações. Os condutos deverão estar, sempre que possível, conectados aos quadros, caixas e/ou equipamentos. Se a conexão não for possível ou for inviável no software em uso, a Contratante deverá ser imediatamente comunicada para avaliar as consequências da ausência destes elementos no modelo.
- Os componentes do sistema deverão ser apresentados no modelo de forma fiel ao que deverá ser executado/instalado, sempre que possível.
- A modelagem do cabeamento/fiação é opcional, uma vez que poucos softwares conseguem representá-los em conformidade com as normas vigentes. Porém, nas peças gráficas deve estar representado seguindo o padrão tradicional.
- O modelo deverá seguir as mesmas diretrizes estabelecidas para o Projeto de Instalações Elétricas de Média e Baixa Tensão, no que for aplicável.

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Sistema de Cabeamento Estruturado	2	<p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo; • Avaliação prévia de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento).
Projeto Básico	Sistema de Cabeamento Estruturado	3	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados com precisão em relação a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma, orientação e interfaces com outros sistemas.</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representação de todos os elementos/ componentes do projeto através de geometria com dimensões específicas definidas (representação tridimensional fiel), com determinação precisa dos respectivos posicionamentos, espaçamentos e/ou encaminhamentos; • Representação e detalhamento das conexões, suportes, fixações e acessórios; • Representação de todo o cabeamento/fiação; • Detalhamento das interfaces e conexões entre elementos da mesma disciplina ou de disciplinas distintas; • Tabelas de quantitativos precisas, que incluem as características técnicas dimensionais, localização e orientação de todos os elementos, conforme os parâmetros de planejamento e orçamentação para a obra. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de dimensionamento, com especificações completas, incluindo definição de materiais, tipologias, informações técnicas, forma de instalação (embutida, aparente etc), acabamentos, numerações e identificações, codificações e classificações etc; • Parâmetros específicos de orçamentação e planejamento. <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elementos 3D associados às informações paramétricas que formam a edificação virtual, representando os elementos/ componentes da disciplina; • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo, conforme composição do orçamento; • Extração de documentação e desenhos técnicos com informações suficientes para execução da obra com todo detalhamento necessário; • Verificação de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento) em conformidade com os parâmetros de orçamentação.

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Projeto Executivo	Sistema de Cabeamento Estruturado	4	Inclui toda a descrição do LOD 3 acrescentando as seguintes: Informações gráficas: <ul style="list-style-type: none"> · Diagramas gerais da instalação; · Diagramas específicos de ligação dos quadros/painéis, racks, equipamentos do sistema e demais componentes; · Detalhamentos específicos, em formato tridimensional sempre que possível, para fabricação, montagem e/ou instalação de elementos ou componentes das instalações projetadas. Informações não gráficas: <ul style="list-style-type: none"> · Documentação de execução dos serviços (instruções, especificações, normas etc); · Referências de fabricantes.
As Built	Sistema de Cabeamento Estruturado	5	A descrição do LOD 4 incluindo as informações construtivas da obra conforme foi executada e demais informações tais como: <ul style="list-style-type: none"> · Especificação de marca, modelo, fabricante, data de aquisição e instalação, relatórios de testes e comissionamento, entre outros; · Informações referente à garantia dos elementos/componentes; · Informações pertinentes e necessárias para a manutenção preventiva e corretiva das instalações, bem como para o seu controle e operação.

7.11.4.7. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

7.11.4.7.1. Levantamento Tradicional

No caso específico do Sistema de Cabeamento Estruturado, os quantitativos de materiais e serviços podem ser agrupados nas seguintes seções:

- Sistema de Cabeamento Estruturado em *data center*: caminhos, espaços, e sistemas de organização de cabos no data center; racks e todos os demais acessórios necessários para instalação dos distribuidores (distribuidor principal, distribuidor intermediário, e dis-

tribuidor horizontal); cabeamento dos subsistemas de cabeamento de *backbone* e de cabeamento horizontal; *patch cords* dos equipamentos; *patch cords* e *jumpers* nos distribuidores; pontos de distribuição local; tomadas de equipamentos; hardware de conexão; aterramento e equipotencialização.

- Sistema de Cabeamento Estruturado do Edifício: caminhos, espaços, e sistemas de organização de cabos; racks e todos os demais acessórios necessários para instalação dos distribuidores (distribuidor de campus, distribuidor de edifício e distribuidor de piso; cabeamento dos subsistemas de cabeamento de *backbone* de campus, de cabeamento de *backbone*, e de cabeamento horizontal; *patch cord* da área de trabalho e do equipamento terminal; *patch cords* e *jumpers* dos distribuidores; pontos de consolidação; tomadas de telecomunicações multiusuário; tomadas de telecomunicações; hardware de conexão; aterramento e equipotencialização.
- Certificação da rede.
- Sistema de Gerenciamento.
- Serviços Diversos: demolições e/ou remoções; escavação de valas; reaterro compactado; concreto; brita; areia; espaçadores para ban-

co de dutos; recomposições: de pisos, e de asfalto; caixas de passagem, poços e minipoços em alvenaria e/ou em concreto pré-moldado; escada marinho; tampas em concreto, em ferro fundido para calçadas e passagens de pedestre, e/ou em ferro fundido para pistas de rolamento.

7.11.4.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos e características técnicas deverá ser executada preferencialmente de forma direta do modelo do Sistema de Cabeamento Estruturado, e ter exata correlação com as tabelas geradas para as planilhas de desenho.

Para tanto, é fundamental que os elementos estejam devidamente classificados e categorizados para os sistemas de arquitetura conforme os parâmetros de planejamento, de orçamento, e devidamente orientados pelo plano de execução de projeto. Deverá ser garantida a precisão, a consistência, a rastreabilidade e a agilidade de acessos às informações.

Todos os itens descritos nas Especificações Técnicas do Projeto deverão ter seu correlatos na quantificação e nas unidades da mesma forma que o levantamento tradicional, sendo de responsabilidade dos projetistas garantir a interdependência de todos os documentos técnicos com o planejamento e orçamento da obra.

À CONTRATADA é facultada a modelagem de componentes que não os exigidos neste Manual. Contudo, os quantitativos que não puderem ser levantados de forma automática deverão ser apresentados em forma tradicional e, ainda, retornar ao modelo, via software de integração, para fins de planejamento e orçamentação nas simulações.

7.11.4.8. Referências

ABNT NBR 10501: Cabo telefônico blindado para redes internas — Especificação.

ABNT NBR 14075: Cordão óptico - Determinação da deformação da fibra óptica por tração de cordão óptico.

ABNT NBR 14076: Cabos ópticos — Determinação do comprimento de onda de corte.

ABNT NBR 14565: Cabeamento estruturado para edifícios comerciais.

ABNT NBR 14703: Cabos de telemática de 100 Ω para redes internas estruturadas — Especificação.

ABNT NBR 14705: Cabos internos para telecomunicações - Classificação quanto ao comportamento frente à chama.

ABNT NBR 16384: Segurança em eletricidade — Recomendações e orientações para trabalho seguro em serviços com eletricidade.

ABNT NBR 16415: Caminhos e espaços para cabeamento estruturado.

ABNT NBR 16665: Cabeamento estruturado para data centers.

ABNT NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão.

ABNT NBR 5419: Proteção Contra Descargas Atmosféricas (todas as partes).

Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC. Brasília, 2016.

Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. [s.l.]: AsBEA, 2015.

MARIN, P. S. Cabeamento estruturado: desvendando cada passo: do projeto à instalação. 3. ed. rev. e atual. São Paulo: Érica, 2009.

NR 10: Norma Regulamentadora nº 10: Segurança em Instalações e serviços em eletricidade.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Caderno BIM: Coletânea de Cadernos Orientadores, Curitiba: SEIL/PR, 2018. V.4.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2.

SEAP - Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio. Manual de obras públicas -Edificações 2020.

7.11.5. Sistemas de Telecomunicações

7.11.5.1. Introdução

Um Projeto de Sistemas de Telecomunicações pode ser definido como um conjunto de documentos e elementos gráficos que visa definir e disciplinar a instalação de sistemas de voz e dados nas edificações.

Conforme discutido nas seções anteriores, muito edifícios ainda utilizam diversos sistemas de infraestrutura de cabeamento para telecomunicações e sinais de baixa tensão, totalmente independentes e proprietários, apesar de a tendência em edifícios em geral, especialmente em edifícios inteligentes, é a transmissão de sinais em formato digital e sua integração por meio de uma infraestrutura única e flexível de cabeamento, capaz de atender a essas necessidades.

Essa tendência é reforçada pelo fato das principais normas que tratavam os projetos tradicionais de cabeamento telefônico, terem sido canceladas no período de 2007 a 2012, a saber:

- a) ABNT NBR 13822:1997 Errata 1:1998 - Redes telefônicas em edificações com até cinco pontos telefônicos – Projeto.
- b) ABNT NBR 13726:1996 - Redes telefônicas internas em prédios - Tubulação de entrada telefônica – Projeto.
- c) ABNT NBR 13727:1996 - Redes telefônicas internas em prédios - Plantas/partes componentes de projeto de tubulação telefônica.
- d) ABNT NBR 13300:1995 - Redes telefônicas internas em prédios – Terminologia.
- e) ABNT NBR 13301:1995 - Redes telefônicas internas em prédios – Simbologia.

Nesse contexto, a ABNT publicou a norma ABNT NBR 14565:2000 - Procedimento básico para elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicações para rede interna estruturada. Após a publicação da primeira versão em 2000, e antes de chegar na sua versão atual, essa norma ainda passou por três revisões, a saber: ABNT NBR 14565:2007 - Cabeamento de telecomunicações para edifícios comerciais; ABNT NBR 14565:2012 Cabeamento estruturado para edifícios comerciais e *data centers*; ABNT NBR 14565:2013 - Cabeamento estruturado para edifícios comerciais e *data centers*.

Enfim, a última versão dessa norma foi publicada como ABNT NBR 14565:2019 - Cabeamento estruturado para edifícios comerciais. O cabeamento estruturado específico para *data centers* passou então a ser tratado na norma ABNT NBR 16665:2019 - Cabeamento estruturado para *data centers*.

A norma ABNT NBR 14565 atual é, portanto, a norma que estabelece os requisitos para um sistema de cabeamento estruturado para uso nas dependências de um único edifício, ou de um conjunto de edifícios comerciais em um *campus*. Conforme já mencionado nesse manual, o cabeamento especificado nessa norma suporta uma ampla variedade de serviços, incluindo voz, dados, imagem e automação.

Em complemento, a ABNT NBR 16415 é a norma que especifica a estrutura e os requisitos para os caminhos e espaços, dentro ou entre os edifícios, para troca de informações e cabeamento estruturado de acordo com a ABNT NBR 14565. Essa norma também influencia a alocação de espaços para cabeamento estruturado no interior do edifício. São considerados nessa norma os edifícios monusuários e multiusuários.

Essas são as principais normas que devem ser adotadas na elaboração de projetos de telecomunicações em uma edificação comercial.

Logo, nas etapas de projeto de Sistema de Cabeamento Estruturado da edificação, devem ser considerados todos os encaminhamentos e espaços possíveis, com espaço para futuras expansões, visando à implementação de um sistema de cabeamento único para os subsistemas de automação, controle e telecomunicações da edificação. Os pontos de telecomunicações projetados nesse sistema poderão, portanto, ser utilizados para atender a computadores, aparelhos telefônicos, impressoras, pontos de acesso da rede sem fio, pontos de automação, entre outros dispositivos.

Mas para que isso seja possível, deve ser adotada uma Central Telefônica (PABX) e demais equipamentos compatíveis. Caso contrário, dependendo do tipo de PABX escolhido para atendimento aos ramais telefônicos internos do edifício, o cabeamento estruturado projetado poderá ser totalmente, parcialmente ou nada aproveitado, e o projeto de telecomunicações deverá ter que adotar os cabos telefônicos tradicionais para o cabeamento principal da edificação (e até mesmo para o cabeamento secundário, dependendo da solução que for adotada).

Ou seja, a concepção do sistema de telecomunicações a ser projetado depende da definição do tipo de PABX que será adotado.

O avanço tecnológico tem desenvolvido a melhoria de serviços já existentes. O PABX é realidade nas corporações há mais de 30 anos. Durante esses anos, seu serviço passou por processos de otimização. Isso resultou na diversificação dessa solução.

Logo, cada tipo de PABX terá requisitos próprios para a sua implementação. E, portanto, é necessário checar as necessidades da empresa para definição do tipo de PABX a ser adotado na Fase de Anteprojeto.

De forma geral, é indicado verificar se o equipamento desejado consegue atender ao número de aparelhos telefônicos ou outros dispositivos que serão conectados, entendendo a abrangência de sua escalabilidade.

É altamente recomendado opção por uma central telefônica PABX que tenha essa característica, especialmente para os casos de futuras expansões e crescimento da organização. Um equipamento não escalável dificilmente dará conta das necessidades de comunicação que surgirão com as expansões futuras, gerando entraves para a organização.

De qualquer forma, a concepção final do projeto de Sistema de Telecomunicações deverá ser discutida e aprovada com o cliente, podendo ser adotada o completa ou parcial compartilhamento da infraestrutura de Cabeamento Estruturado projetada para a edificação. Por esse motivo, neste Manual os projetos ainda serão discutidos em seções separadas, permitindo a sua aplicação nas concepções nas quais foi definido a execução de diversos sistemas de infraestrutura de cabeamento para telecomunicações e sinais de baixa tensão totalmente independentes em vez de uma infraestrutura única recomendada.

Nesse caso, a concepção poderá também optar pelo compartilhamento ou não dos mesmos espaços e caminhos para passagem dos diversos cabeamentos independentes a serem lançados.

A presente disciplina contempla os seguintes entregáveis:

Entregável
Memorial Descritivo
Especificação Técnica
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Representações Gráficas
Modelo BIM
Planilha de Serviços
Memorial de Quantificação

7.11.5.2. Memorial Descritivo

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Responsáveis técnicos: listar todos os responsáveis técnicos por essa fase do projeto, identificando os respectivos números das Anotações de Responsabilidade Técnica emitidas junto ao CREA local.
- Referências normativas: listagem das normas ou códigos específicos adotados no projeto desenvolvido.
- Documentos de referência: informações, documentos e plantas da edificação (planta baixa, cortes etc. referentes ao projeto de arquitetura e/ou demais disciplinas/instalações) que foram levantados e utilizados para elaboração do projeto.
- Programa de necessidades: devem ser apresentadas as necessidades do cliente referente aos serviços de comunicações por voz e dados e infraestrutura de TI (Tecnologia da Informação), entre outros serviços, para verificação de quais tecnologias deverão ser adotadas, além do tipo de ramal, Central Telefônica e demais equipamentos a serem instalados nos espaços de telecomunicações e no *data center* da edificação.
- Alternativas de solução: devem ser apresentadas todas as alternativas de solução para atendimento as necessidades do cliente. Devem ser registradas as informações quanto às características da rede de voz e dados das provedoras de serviços privados disponíveis, tipo de instalação (aérea ou subterrânea), lado da rua em que passam os cabos, previsões de alteração da rede local etc.
- Concepção final adotada: concepção final aprovada para o Sistema de Telecomunicações, devendo ser adotada a solução mais vantajosa para a edificação, considerando parâmetros técnicos, econômicos e ambientais.
- Visão geral: descrição geral de todo o sistema, suas interfaces, das partes que o compõem e dos princípios em que se baseou, apresentando, ainda, justificativa que evidencie o atendimento às exigências estabelecidas pelas respectivas normas técnicas e pela instrução para elaboração de projetos. Apresentar a solução adotada evidenciando a sua compatibilidade com o projeto arquitetônico e com os demais projetos especializados e sua exequibilidade.
- Remoções e/ou demolições: se cabível, o projeto deve fornecer identificação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados, com as respectivas justi-

- ficativas.
- i) Sistemas de recepção, transmissão e processamento de sinais e demais equipamentos: indicação do tipo de PABX que será adotado, as funcionalidades que o equipamento deve ter, além da descrição completa de todo os demais sistemas de recepção, transmissão e processamento de sinais adotados, assim como a justificativa para a escolha da solução adotada.
 - j) Equipamentos do *data center*: detalhar todos os equipamentos, softwares e sistemas a serem instalados no *data center*.
 - k) Sistema de Cabeamento: informar se será utilizado um Sistema de Cabeamento Estruturado único no edifício para telecomunicações/dados, ou se será adotado uma infraestrutura de cabeamento independente para algum serviço específico. No caso de adoção de infraestrutura de cabeamento independente para telefonia ou outro serviço de telecomunicações, por interesse ou alguma especificidade do cliente, este deve ser descrito e detalhado conforme requisitos listados no item Memorial Descritivo da seção de Projeto de Sistema de Cabeamento Estruturado, no que for aplicável.
 - l) Espaços e caminhos: informar se serão utilizados espaços e caminhos únicos no edifício para telecomunicações e automação, ou se serão espaços e caminhos independentes por critério do cliente. No caso de adoção de espaços e caminhos exclusivos para os diversos sistemas, estes devem ser descritos e detalhados conforme requisitos listados no item Memorial Descritivo da seção de Projeto de Sistema de Cabeamento Estruturado, no que for aplicável.
 - m) Áreas de trabalho: detalhar os espaços e/ou sistemas e equipamentos atendidos pelos sistemas de telecomunicações.
 - n) Demais componentes e conexões do sistema: listar e descrever os demais componentes necessários para o sistema, assim como as formas de conexões/interligações entre os subsistemas de cabeamento (*switches* a serem instalados nos distribuidores para o sistema de voz e de dados, *patch panel/voice panel* etc.), entre outras informações necessárias.
 - o) *Software*: descrição técnica dos softwares a serem instalados.
 - p) Interferências com outras disciplinas: no caso remoto de uso de espaços e caminhos independentes para os diversos sistemas de telecomunicações, uma vez que geralmente esses espaços devem ser compartilhados, verificar a seção de Projeto de Sistema de Cabea-

mento Estruturado deste manual para as considerações sobre a estrutura civil necessária para esses espaços exclusivos, requisitos para o sistema de iluminação, energia, sistema de detecção e proteção contra incêndio, segurança patrimonial, monitoramento e automação, aterramento, eficiência energética, entre outros aspectos.

7.11.5.3. Especificação Técnica

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Equipamentos e instalações dos sistemas de recepção, transmissão e processamento de sinais (via redes ópticas, cabos, e/ou antenas etc.).
- b) Central telefônica (PABX).
- c) Equipamentos do *data center*: servidores, equipamentos de processamento e armazenamento de dados, e sistemas de ativos de rede como *switches*, roteadores, entre outros.
- d) Cabeamento: especificação de todo o cabeamento necessário para o sistema, incluindo o cabeamento de entrada, de distribuição e interligação entre equipamentos, e de interligação/interface com o Sistema de Cabeamento Estruturado.
- e) Caminhos para passagem do cabeamento (canaletas, eletrodutos, eletrocalhas, leitos ou ganchos tipo “J”, caixas de passagem, *shafts*, quadros/painéis etc.), quando projetados para uso exclusivo do sistema de telefonia.
- f) Equipamentos e dispositivos de utilização: são os ramais telefônicos e demais equipamentos de acesso ao sistema de voz e dados pelo usuário final. Apresentar a especificação dos aparelhos a serem ligados nas tomadas de telecomunicações reservadas para uso do sistema de voz e dados nas áreas de trabalho, em conformidade com o tipo de PABX e demais equipamentos adotados.
- g) *Patch cords* dos equipamentos e ramais: cabos que serão utilizados para conexão dos equipamentos de uso específico do sistema de voz e dados aos distribuidores, e para conexão dos ramais telefônicos e demais equipamentos do sistema às tomadas de telecomunicações nas áreas de trabalho.
- h) Demais componentes, equipamentos e conexões do sistema: especificação dos *switches* a serem usados nos distribuidores para os sistemas de voz e dados, todas as demais conexões, e componentes

- necessários.
- i) *Software*.
 - j) Certificação do sistema: operações e procedimentos de testes e ensaios devem ser realizados para garantir que o sistema opere de acordo com projeto e em atendimento aos requisitos, bem como os treinamentos de operação e manutenção *in loco* que deverão ser realizados com a equipe de operação e manutenção da edificação.
 - k) Manual de Operação e Conservação do Sistema: especificação dos itens que devem constar no manual que deverá ser entregue pela empresa construtora da edificação, relacionados à manutenção e operação do sistema, com instruções completas de todas as operações, comandos e ferramentas necessárias, as inspeções periódicas conforme normas aplicáveis, manutenção preventiva e corretiva de todos os componentes e sistemas.

7.11.5.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Sistemas de recepção, transmissão e processamento de sinais: detalhar toda a metodologia para dimensionamento das instalações e equipamentos destes sistemas, de acordo com as suas respectivas finalidades e aplicações.
- b) Central telefônica: dimensionamento do tipo e requisitos do PABX adotado, de acordo com o número de usuários, volume de ligações simultâneas, o orçamento disponível para o serviço, a qualidade das chamadas, custo de manutenção, perfil dos seus processos operacionais, a capacidade de atendimento, além da avaliação da integração do serviço de telefonia com outras plataformas de comunicação e o custo tarifário de chamadas.
- c) Equipamentos do *data center*: detalhar toda a metodologia para dimensionamento das instalações e equipamentos, tendo sempre em vista duas características importantes, que são escalabilidade e flexibilidade. O *data center* deve ser concebido com a infraestrutura adequada para suportar os serviços e sistemas da edificação de maneira flexível e dinâmica, permitindo seu perfeito funcionamento e prevendo um crescimento futuro, com sua adequação/adaptação às tecnologias emergentes.
- d) Cabeamento: dimensionamento de todo o cabeamento necessário para o sistema (cabeamento de entrada, de distribuição e interliga-

ção entre equipamentos, e de interligação/interface com o Sistema de Cabeamento Estruturado).

- e) Caminhos para passagem do cabeamento (canaletas, eletrodutos, eletrocalhas, leitos ou ganchos tipo “J”, *shafts*, painéis etc.), quando projetados para uso exclusivo do sistema telefonia: devem ser dimensionados para suportar o cabeamento projetado, assim como o cabeamento de telecomunicações de outras aplicações além de expansões futuras.
- f) Demais componentes, equipamentos e conexões do sistema.

7.11.5.5. Representações Gráficas

7.11.5.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Plantas gerais de distribuição dos sistemas
Plantas dos espaços
Diagramas unifilares preliminares

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta gerais de distribuição dos sistemas:** plantas contendo a infraestrutura de entrada das redes de telecomunicações, as instalações de antena para recepção e transmissão de sinais, a projeção do subsistema de cabeamento de *backbone* de *campus* (se aplicável), assim como dos respectivos caminhos e espaços de entrada em cada edifício, além das plantas de cada nível da edificação, em escala adequada, com a projeção do subsistema de cabeamento horizontal a partir dos respectivos distribuidores, tomadas de telecomunicações (incluindo a utilização prevista para cada uma das tomadas), assim como as projeções dos respectivos espaços e caminhos (sejam estes cabeamento, espaços e caminho compartilhados com os demais sistemas de telecomunicações do edifício, ou exclusivos, conforme concepção adotada).

- b) **Plantas dos espaços:** plantas em escala adequada contendo os leiautes iniciais dos caminhos dos *campus*, caminhos do edifício, espaços como as salas de telecomunicações, salas de equipamentos, entre outros (mesmo quando estes espaços e caminhos sejam compartilhados com os demais sistemas de telecomunicações do edifício, ou exclusivos), assim como a representação básica dos elementos funcionais do sistema e dos respectivos caminhos, e locação preliminar dos equipamentos de recepção, transmissão e processamento de sinais, central de telefonia (PABX) entre outros.
- c) **Diagramas unifilares preliminares:** diagramas gerais básicos apresentando a interligação dos equipamentos e demais componentes do sistema ao sistema de cabeamento (cabeamento estruturado compartilhado ou exclusivo), assim como o registro das suas respectivas localizações.

7.11.5.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Plantas da infraestrutura de entrada
Plantas gerais de distribuição do sistema
Plantas dos espaços
Cortes verticais
Diagramas e desenhos esquemáticos de interligação
Plantas de remoções e/ou demolições

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Plantas da infraestrutura de entrada e recepção de sinais:** plantas externas, preferencialmente em escala 1:50, contendo a representação detalhada da infraestrutura de entrada das redes de telecomunicações, as instalações de antenas, assim como dos respectivos cabeamentos nestes caminhos.
- b) **Plantas gerais de distribuição do sistema:** plantas de cada nível da edificação, preferencialmente em escala 1:50, com a representação

dos equipamentos de utilização final e suas respectivas tomadas de telecomunicações (previstas no projeto do sistema de cabeamento estruturado), assim como as projeções dos respectivos espaços e caminhos (sejam estes caminhos compartilhados com os demais sistemas de telecomunicações do edifício, ou exclusivos, conforme concepção adotada).

- c) **Plantas dos espaços:** plantas em escala adequada contendo a representação do cabeamento de redes particulares e dos provedores de serviços de telecomunicações, provenientes da infraestrutura de entrada, passando pelas salas de entrada e espaço dos provedores de serviços, chegando até os distribuidores nas salas de equipamentos e/ou *data center*. Representação dos equipamentos específicos destes sistemas no *data center*, na sala de equipamentos, nas salas de telecomunicações e demais espaços, incluindo a forma de interligação destes equipamentos ao sistema de cabeamento estruturado.
- d) **Cortes verticais:** representação gráfica vertical do cabeamento proveniente de antenas específicas dos sistemas de telecomunicações, em escala adequada, passando pelas salas de entrada de antenas, e sua interligação ao cabeamento estruturado da edificação.
- e) **Diagramas e desenhos esquemáticos de interligação:** desenhos esquemáticos e/ou diagramas de todos os sistemas de telecomunicações, contendo a interligação entre todos os componentes e equipamentos projetados e o cabeamento adotado.
- f) **Plantas de remoções e/ou demolições:** indicação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados (quando cabível).

7.11.5.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Diagramas funcionais e de controle
Plantas de detalhes de instalação

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Diagramas funcionais e de controle**, dos equipamentos e dispositivos do sistema.
- b) **Plantas de detalhes de instalação**: plantas contendo desenhos de detalhamento completo de instalação de todos os painéis, equipamentos e componentes do sistema, assim como de toda a infraestrutura necessária, incluindo: plantas de leiaute e detalhamento das instalações de antenas, equipamentos do sistema de recepção, transmissão e processamento de sinais, Central Telefônica (PABX), equipamentos do *data center* etc.; detalhamento de instalação dos caminhos do cabeamento (canaletas, eletrodutos, eletrocalhas, leitões, ganchos tipo “J” etc.); detalhamento de montagem e instalação dos *shafts*, painéis, equipamentos, componentes a serem instalados nos distribuidores e demais dispositivos; detalhe de todos os furos necessários nos elementos estruturais e de todas as peças a serem embutidas ou fixadas nas estruturas de concreto ou metálicas, para passagem e suporte da instalação.

7.11.5.6. Modelo BIM

O Modelo BIM dos Sistemas de Telecomunicações deverá ser tratado como uma disciplina isolada e ser integrado às demais disciplinas do projeto por meio do modelo federado, e nos momentos de trabalho colaborativo entre as diversas disciplinas, principalmente o arquitetônico e o estrutural. Ele deverá ser apresentado diretamente da plataforma aos analistas e fiscalização e entregue em mídia associado às demais pastas digitais do projeto.

O modelo deverá garantir a perfeita execução do projeto, definindo e estabelecendo: o correto posicionamento (dimensionamento, recuos/espacamento, prumada, nível, cota, entre outras); as formas de fixação/suporte; os materiais (tipo, características, espessuras, entre outras); as conexões com outros sistemas (Elétrico, Automação, Cabeamento Estruturado, entre outros); a infraestrutura e

7.11.5.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Sistemas de Telecomunicações	2	Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados tendo como referência a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma e orientação.

suas especificações; o local onde o projeto será instalado. Todas essas informações devem ser definidas e estabelecidas pelo projetista em atendimento ao Programa de Necessidades da edificação, Leis e Normativas.

E ainda, o modelo também deverá garantir a coordenação e compatibilização com a Arquitetura, Estrutura e demais disciplinas de projeto da edificação. O nível de detalhe no desenvolvimento do projeto será correspondente à fase de projeto. As definições/dimensionamentos de maior impacto em termos geométricos e de integração com outros sistemas devem ser estabelecidos na fase do Anteprojeto.

Deverá atender, no mínimo, aos seguintes requisitos:

- a) Seguir as referências de cotas de trabalho dos demais projetos (instalações e arquitetura).
- b) Os condutos (tubulações, eletrocalhas, bandejas, perfilados etc.) deverão ser apresentados com suas devidas conexões e suporte/fixações. Os condutos deverão estar, sempre que possível, conectados aos quadros, caixas e/ou equipamentos. Se a conexão não for possível ou for inviável no software em uso, a Contratante deverá ser imediatamente comunicada para avaliar as consequências da ausência destes elementos no modelo.
- c) Os componentes do sistema deverão ser apresentados no modelo de forma fiel ao que deverá ser executado/instalado, sempre que possível.
- d) A modelagem do cabeamento/fiação é opcional, uma vez que poucos softwares conseguem representá-los em conformidade com as normas vigentes. Porém, nas peças gráficas deve estar representado seguindo o padrão tradicional.
- e) O modelo deverá seguir as mesmas diretrizes estabelecidas para o Projeto de Instalações Elétricas de Média e Baixa Tensão, no que for aplicável.

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
			<p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representação dos elementos/ componentes do projeto (tais como: eletrodutos, eletrocalhas, entre outros condutos; Tomadas de telecomunicações, entre outros componentes; caixas de ligação e passagem; quadros/painéis, racks; Central Telefônica e demais equipamentos; etc), através de geometria genérica de dimensões gerais/flexíveis (como altura, largura e comprimento), com determinação dos respectivos posicionamentos e/ ou encaminhamentos.
Ante-projeto	Sistemas de Telecomunicações	2	<p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de pré-dimensionamento, com definição de materiais, tipologias, níveis de tensão, potência (para atendimento pelo projeto de instalações elétricas), forma de instalação (embutida, aparente, pendente) etc; • Parâmetros gerais de orçamentação e planejamento. <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo; • Avaliação prévia de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento). <hr/> <p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados com precisão em relação a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma, orientação e interfaces com outros sistemas.</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representação de todo os elementos/ componentes do projeto através de geometria com dimensões específicas definidas (representação tridimensional fiel), com determinação precisa dos respectivos posicionamentos, espaçamentos e/ou encaminhamentos; • Representação e detalhamento das conexões, suportes, fixações e acessórios; • Representação de todo o cabeamento/fiação; • Detalhamento das interfaces e conexões entre elementos da mesma disciplina ou de disciplinas distintas; • Tabelas de quantitativos precisas, que incluem as características técnicas dimensionais, localização e orientação de todos os elementos, conforme os parâmetros de planejamento e orçamentação para a obra. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de dimensionamento, com especificações completas, incluindo definição de materiais, tipologias, informações técnicas, forma de instalação (embutida, aparente etc), acabamentos, numerações e identificações, codificações e classificações etc; • Parâmetros específicos de orçamentação e planejamento.
Projeto Básico	Sistemas de Telecomunicações	3	

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Projeto Básico	Sistemas de Telecomunicações	3	<p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elementos 3D associados às informações paramétricas que formam a edificação virtual, representando os elementos/componentes da disciplina; • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo, conforme composição do orçamento; • Extração de documentação e desenhos técnicos com informações suficientes para execução da obra com todo detalhamento necessário; • Verificação de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento) em conformidade com os parâmetros de orçamentação.
Projeto Executivo	Sistemas de Telecomunicações	4	<p>Inclui toda a descrição do LOD 3 acrescentando as seguintes:</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagramas gerais da instalação; • Diagramas específicos de ligação dos quadros/painéis, racks, Central Telefônica, equipamentos do sistema e demais componentes; • Detalhamentos específicos, em formato tridimensional sempre que possível, para fabricação, montagem e/ou instalação de elementos ou componentes das instalações projetadas. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Documentação de execução dos serviços (instruções, especificações, normas etc); • Referências de fabricantes.
As Built	Sistemas de Telecomunicações	5	<p>A descrição do LOD 4 incluindo as informações construtivas da obra conforme foi executada e demais informações tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Especificação de marca, modelo, fabricante, data de aquisição e instalação, relatórios de testes e comissionamento, entre outros; • Informações referente à garantia dos elementos/componentes; • Informações pertinentes e necessárias para a manutenção preventiva e corretiva das instalações, bem como para o seu controle e operação.

7.11.5.7. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- a) Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- b) Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

7.11.5.7.1. Levantamento Tradicional

No caso específico dos Sistemas de Telecomunicações, os quantitativos de materiais e serviços podem ser agrupados nas seguintes seções:

- c) Equipamentos e instalações dos sistemas de recepção, transmissão e processamento.
- d) Central telefônica (PABX).
- e) Equipamentos do *data center*.
- f) Cabeamento.
- g) Caminhos para passagem do cabeamento.
- h) Equipamentos e dispositivos de utilização.
- i) *Patch cords* dos equipamentos.
- j) Demais componentes, equipamentos e conexões do sistema.
- k) Software.
- l) Certificação e comissionamento do sistema.
- m) Manual de Operação e Conservação do Sistema.
- n) Serviços Diversos (quando houver): demolições e/ou remoções: informação quantitativa de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos (separando o tipo de demolição, manual ou mecânica), removidos ou fresados; escavações (para instalação de dutos, caixas, cabos enterrados etc.); reaterros (manual e/ou compactado); e recomposições.

7.11.5.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos e características técnicas deverá ser executada preferencialmente de forma direta do modelo dos Sistemas de Telecomunicações, e ter exata correlação com as tabelas geradas para as pranchas de desenho.

Para tanto é fundamental que os elementos estejam devidamente classificados e categorizados para os sistemas de arquitetura conforme os parâmetros de planejamento, de orçamento, e devidamente orientados pelo plano de execução de projeto. Deverá ser garantida a precisão, a consistência, a rastreabilidade e a agilidade de acessos as informações.

Todos os itens descritos nas Especificações Técnicas do Projeto deverão ter seus correlatos na quantificação e nas unidades da mesma forma que o levantamento tradicional, sendo de responsabilidade dos projetistas garantir a interdependência de todos os documentos técnicos com o planejamento e orçamento da obra.

À CONTRATADA é facultada a modelagem de componentes que não os exigidos neste Manual. Contudo, os quantitativos que não puderem ser levantados de forma automática deverão ser apresentados em forma tradicional e, ainda, retornar ao modelo, via software de integração, para fins de planejamento e orçamentação nas simulações.

7.11.5.8. Referências

ABNT NBR 10501: Cabo telefônico blindado para redes internas — Especificação

ABNT NBR 14075: Cordão óptico - Determinação da deformação da fibra óptica por tração de cordão óptico

ABNT NBR 14076: Cabos ópticos — Determinação do comprimento de onda de corte

ABNT NBR 14565: Cabeamento estruturado para edifícios comerciais

ABNT NBR 14703: Cabos de telemática de 100 Ω para redes internas estruturadas — Especificação

ABNT NBR 14705: Cabos internos para telecomunicações - Classificação quanto ao comportamento frente à chama

ABNT NBR 16384: Segurança em eletricidade — Recomendações e orientações para trabalho seguro em serviços com eletricidade

ABNT NBR 16415: Caminhos e espaços para cabeamento estruturado

ABNT NBR 16665: Cabeamento estruturado para data centers

- ABNT NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão
- Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC. Brasília, 2016.
- Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. [s.l.]: AsBEA, 2015.
- MARIN, P. S. Cabeamento estruturado: do projeto à instalação. 3. ed. rev. e atual. São Paulo: Érica, 2009.
- NR 10: Norma Regulamentadora nº 10: Segurança em Instalações e serviços em eletricidade
- PARANÁ. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Caderno BIM: Coletânea de Cadernos Orientadores, Curitiba: SEIL/PR, 2018. V.4.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2.
- SEAP - Secretaria de Estado da Administração e do Patrimônio. Manual de obras públicas -Edificações 2020.
- SINDUSCON-MG: Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais. ABRASIP-MG. Manual técnico: redes de telecomunicações em edificações. 3. Ed. Belo Horizonte, 2017.

7.12. Instalações Mecânicas

7.12.1. Introdução

Para os fins de aplicação deste manual, um projeto de instalações mecânicas pode ser definido como um conjunto de elementos gráficos, como memoriais, que visa definir e disciplinar a instalação de gás combustível, condicionamento de ar, ventilação mecânica, elevadores, escadas e esteiras rolantes, pontes de embarque, entre outros nas edificações.

De acordo com a aplicabilidade de cada subdisciplina, no mínimo os seguintes conceitos e sistemas devem ser considerados, ao desenvolver um projeto de instalações mecânicas:

- a) Equipamentos principais.
- b) Componentes e acessórios.
- c) Estrutura de apoio ou sustentação.
- d) Infraestrutura hidráulica.
- e) Infraestrutura elétrica.
- f) Infraestrutura de comunicação e dados.
- g) Sistema de monitoramento, controle e automação.
- h) Infraestrutura mecânica.

Além dos tópicos acima, que acompanham a itemização padrão das respectivas especificações, cabem também dimensionar os sistemas de forma a atender os requisitos de qualidade, segurança, conforto acústico e ergonomia, bem como a devida apresentação de certificados, garantias e manuais de instalação, manutenção, operação e controle.

Os entregáveis da disciplina de instalações mecânicas são:

Entregável
Memorial Descritivo
Especificação Técnica
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Representações Gráficas
Modelo BIM

 Planilha de Serviços

 Memorial de Quantificação

7.12.2. Memorial Descritivo

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens (quando aplicáveis):

- a) Responsáveis técnicos: listar todos os responsáveis técnicos por essa fase do projeto, identificando os respectivos números das Anotações de Responsabilidade Técnica emitidas junto ao CREA local.
- b) Referências normativas: listagem das normas ou códigos específicos adotados no projeto desenvolvido.
- c) Documentos de referência: informações, documentos e plantas da edificação (planta baixa, cortes etc., referentes ao projeto de arquitetura e/ou demais disciplinas/instalações) que foram levantados e utilizados para elaboração do projeto.
- d) Informações das concessionárias de serviços públicos: devem ser registradas todas as informações fornecidas para a elaboração do projeto de instalações de mecânicas, conforme o caso.
- e) Programa de necessidades: devem ser apresentadas as necessidades do cliente referente a sistemas mecânicos, assim como as necessidades elétricas, hidráulicas, mecânicas, entre outras específicas de cada sistema e equipamento da edificação.
- f) Alternativas de solução: devem ser apresentadas todas as alternativas de solução para atendimento às necessidades do cliente.
- g) Concepção final adotada: concepção final aprovada, devendo ser adotada a solução mais vantajosa para a edificação, considerando parâmetros técnicos, econômicos e ambientais.
- h) Visão geral: descrição geral de todo o sistema, suas interfaces, das partes que o compõem e dos princípios em que se baseou, apresentando, ainda, justificativa que evidencie o atendimento às exigências estabelecidas pelas respectivas normas técnicas e pela instrução para elaboração de projetos. Apresentar a solução adotada evidenciando a sua compatibilidade com o projeto arquitetônico e com os demais projetos especializados e sua exequibilidade.

7.12.3. Especificação Técnica

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens (quando aplicáveis):

- a) **Equipamentos principais:** local de aplicação, finalidade, materiais e características construtivas, Informações de montagem e fixação, características de desempenho, outros critérios e condições gerais, outros critérios e condições específicas, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.
- b) **Infraestrutura hidráulica:** local de aplicação, finalidade, materiais e características construtivas, Informações de montagem e fixação, características de desempenho, outros critérios e condições gerais, outros critérios e condições específicas, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.
- c) **Infraestrutura elétrica:** local de aplicação, finalidade, materiais e características construtivas, Informações de montagem e fixação, características de desempenho, outros critérios e condições gerais, outros critérios e condições específicas, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.
- d) **Infraestrutura de comunicação e dados:** local de aplicação, finalidade, materiais e características construtivas, Informações de montagem e fixação, características de desempenho, outros critérios e condições gerais, outros critérios e condições específicas, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.
- e) **Sistema de monitoramento, controle e automação:** local de aplicação, finalidade, materiais e características construtivas, Informações de montagem e fixação, características de desempenho, outros critérios e condições gerais, outros critérios e condições específicas, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.
- f) **Infraestrutura mecânica e de refrigeração:** local de aplicação, finalidade, materiais e características construtivas, Informações de montagem e fixação, características de desempenho, outros critérios e condições gerais, outros critérios e condições específicas, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.
- g) **Componentes e acessórios:** local de aplicação, finalidade, materiais e características construtivas, Informações de montagem e

fixação, características de desempenho, outros critérios e condições gerais, outros critérios e condições específicas, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.

- h) **Estrutura de apoio ou sustentação:** local de aplicação, finalidade, materiais e características construtivas, Informações de montagem e fixação, características de desempenho, outros critérios e condições gerais, outros critérios e condições específicas, composição orçamentária e unidade de quantificação, critérios de medição e pagamento.

7.12.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens referentes aos principais equipamentos, componentes e acessórios (quando aplicáveis):

- Dimensionamentos relativos ao atendimento de critérios de desempenho ou qualidade;
- Dimensionamentos relativos à infraestrutura mecânica.
- Dimensionamentos relativos ao atendimento de critérios de segurança.
- Dimensionamentos relativos ao atendimento de critérios de conforto acústico e ergonomia.

7.12.5. Representações Gráficas

7.12.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes peças gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de situação dos ramais de entrada de serviços públicos
Plantas gerais de instalações mecânicas
Diagramas esquemáticos preliminares

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Planta de situação dos ramais de entrada de serviços públicos:** Planta de situação da edificação ao nível da rua, em escala adequada, com a indicação dos ramais de entrada de serviços públicos, tubulações e demais instalações externas.
- Plantas gerais de instalações mecânicas de cada nível da edificação:** Plantas gerais de cada nível da edificação, em escala adequada, contendo o caminhamento das tubulações e localização dos componentes do sistema.
- Diagramas esquemáticos preliminares,** dos sistemas envolvidos no projeto de instalações mecânicas, contendo simbologia adequada e usual de projetos de instalações mecânicas, legendas e informações suficientes ao entendimento do sistema proposto.

7.12.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes peças gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de situação final dos ramais de entrada de serviços públicos
Plantas e cortes finais de instalações mecânicas
Diagramas definitivos e detalhados dos sistemas

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Planta de situação final dos ramais de entrada de serviços públicos:** Planta de situação da edificação ao nível da rua, em escala adequada, com a indicação dos ramais de entrada de serviços públicos, tubulações e demais instalações externas em leiaute final e com localização precisa de todos os elementos;
- Plantas e cortes finais de instalações mecânicas:** Plantas de cada nível da edificação e cortes, em escala adequada, contendo o leiaute final de caminhamento das tubulações e localização definitiva dos componentes do sistema
- Diagramas definitivos e detalhados dos sistemas,** envolvidos no projeto de instalações mecânicas, com indicação de todas as características e descrições necessárias dos sistemas empregados.

7.12.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, as peças que devem ser incorporadas ao projeto básico aprovado são:

Entregável

Diagramas funcionais e de controle

Plantas do projeto de aprovação de entrada de serviço

Plantas de detalhes de instalação

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Diagramas funcionais e de controle:** Diagramas definitivos e detalhados dos sistemas envolvidos no projeto de instalações mecânicas, com indicação de todas as características e descrições necessárias dos sistemas empregados para perfeito funcionamento do sistema.
- Plantas do projeto de aprovação de entrada de serviço:** deverá conter todo o pacote de plantas e documentos exigidos pelas concessionárias locais, para aprovação do projeto e liberação para a execução.
- Plantas de detalhes de instalação:** plantas contendo desenhos de detalhamento completo de instalação de todos os equipamentos e

7.12.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Instalações Mecânicas	2	<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados tendo como referência a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma e orientação.</p> <p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> Representação dos elementos/ componentes do projeto através de geometria genérica de dimensões gerais/flexíveis (como altura, largura e comprimento), com determinação dos respectivos posicionamentos e/ ou encaminhamentos.

componentes do sistema, assim como de toda a infraestrutura necessária.

7.12.6. Modelo BIM

O Modelo BIM do projeto de instalações mecânicas deverá ser tratado como uma disciplina isolada e ser integrado às demais disciplinas do projeto por meio do modelo federado, e nos momentos de trabalho colaborativo entre as diversas disciplinas, principalmente o arquitetônico e o estrutural. Ele deverá ser apresentado diretamente da plataforma aos analistas e fiscalização e entregue em mídia associado às demais pastas digitais do projeto.

Deverá atender, ao menos, os seguintes requisitos:

- Seguir as referências de cotas de trabalho dos demais projetos (instalações e arquitetura).
- Os condutos deverão ser apresentados com suas devidas conexões e suporte/fixações. Deverão estar, sempre que possível, conectados aos equipamentos. Se a conexão não for possível ou for inviável no software em uso, a Contratante deverá ser imediatamente comunicada para avaliar as consequências da ausência destes elementos no modelo.
- Os componentes deverão ser apresentados no modelo de forma fiel ao que deverá ser executado/instalado.

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Instalações Mecânicas	2	<p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de pré-dimensionamento, com definição de materiais, tipologias, forma de instalação (embutida, aparente, pendente) etc; • Parâmetros gerais de orçamentação e planejamento. <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo; • Extração de documentação legal (aprovação e acompanhamento); • Avaliação prévia de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento).
			<p>Os elementos do projeto devem ser localizados e orientados com precisão em relação a origem definida pelo projeto de arquitetura, assim como a malha de eixos e as identificações dos níveis. Todos os elementos do modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma, orientação e interfaces com outros sistemas.</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representação de todo os elementos/ componentes do projeto através de geometria com dimensões específicas definidas (representação tridimensional fiel), com determinação precisa dos respectivos posicionamentos e/ou encaminhamentos; • Representação e detalhamento das conexões, suportes, fixações e acessórios; • Detalhamento das interfaces e conexões entre elementos da mesma disciplina ou de disciplinas distintas; • Tabelas de quantitativos precisas, que incluem as características técnicas dimensionais, localização e orientação de todos os elementos, conforme os parâmetros de planejamento e orçamentação para a obra.
Projeto Básico	Instalações Mecânicas	3	<p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de dimensionamento, com especificações completas, incluindo definição de materiais, tipologias, informações técnicas, forma de instalação (embutida, aparente, pendente), acabamentos, numerações e identificações, codificações e classificações etc; • - Parâmetros específicos de orçamentação e planejamento. <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elementos 3D associados às informações paramétricas que formam a edificação virtual, representando os elementos/ componentes da disciplina; • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo, conforme composição do orçamento; • Extração de documentação e desenhos técnicos com informações suficientes para execução da obra com todo detalhamento necessário; • Verificação de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento) em conformidade com os parâmetros de orçamentação.

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Projeto Executivo	Instalações Mecânicas	4	Inclui toda a descrição do LOD 3 acrescentando as seguintes: Informações gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Diagramas gerais dos sistemas da instalação; • Detalhamentos específicos, em formato tridimensional sempre que possível, para fabricação, montagem e/ou instalação de elementos ou componentes das instalações projetadas. Informações não gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Documentação de execução dos serviços (instruções, especificações, normas etc); • Referências de fabricantes.
			5

7.12.7. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

7.12.7.1. Levantamento Tradicional

No caso específico das instalações mecânicas, os quantitativos de materiais e serviços podem ser agrupados conforme a seguinte estrutura:

- Serviços técnico-profissionais.
- Equipamentos principais.
- Componentes e acessórios.
- Estrutura de apoio ou sustentação.
- Infraestrutura hidráulica.
- Infraestrutura elétrica.

- Infraestrutura de comunicação e dados.
- Sistema de monitoramento, controle e automação.
- Infraestrutura mecânica.

7.12.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos e características técnicas deverá ser executada preferencialmente de forma direta do modelo do projeto de instalações mecânicas, e ter exata correlação com as tabelas geradas para as pranchas de desenho. Para tanto é fundamental que os elementos estejam devidamente classificados e categorizados para os sistemas de arquitetura conforme os parâmetros de planejamento, de orçamento, e devidamente orientados pelo plano de execução de projeto. Deverá ser garantida a precisão, a consistência, a rastreabilidade e a agilidade de acessos às informações.

Todos os itens descritos nas Especificações Técnicas do Projeto deverão ter seus correlatos na quantificação e nas unidades da mesma forma que o levantamento tradicional, sendo de responsabilidade dos projetistas garantir a interdependência de todos os documentos técnicos com o planejamento e orçamento da obra.

À CONTRATADA é facultada a modelagem de componentes que não os exigidos neste Manual. Contudo, os quantitativos que não puderem ser levantados

de forma automática deverão ser apresentados em forma tradicional e, ainda, retornar ao modelo, via software de integração, para fins de planejamento e orçamentação nas simulações..

7.12.8. Referências

Códigos, Leis, Decretos, Portarias e Normas Federais, Estaduais e Municipais.

Instruções e Resoluções dos Órgãos do Sistema CREA/CONFEA.

Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e do Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO).

Normas das concessionárias locais de serviços públicos.

Normas de entidades normativas estrangeiras internacionalmente reconhecidas (ISO, IEC, AMN, DIN, IEEE, entre outras).

Normas do corpo de bombeiros do estado.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Caderno BIM: Coletânea de Cadernos Orientadores, Curitiba: SEIL/PR, 2018. V.4.

7.13. Instalações Hidrossanitárias

O Projeto de Instalações Hidrossanitárias consiste no desenvolvimento de soluções técnicas para elaboração de projetos de instalações prediais de água fria, instalações prediais de água quente, coleta e tratamento de esgoto sanitário, coleta e direcionamento de rede de águas pluviais para aproveitamento e/ou sistema de drenagem. Toda edificação requer ao menos um dos projetos desta disciplina, os quais, deverão estar harmonizados com o projeto de arquitetura, observando a não interferência entre elementos dos diversos sistemas e considerando as facilidades de acesso para inspeção e manutenção das instalações de um modo geral.

Os principais objetivos do Projeto de Instalações Hidrossanitárias são: preservar a potabilidade da água; garantir o fornecimento de água de forma contínua e em quantidade adequada; promover economia de água e de energia; possibilitar manutenção fácil e econômica; evitar níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente; proporcionar conforto aos usuários; evitar a contaminação da água; permitir o rápido escoamento da água utilizada e dos despejos introduzidos; impedir que os gases provenientes do interior do sistema predial de esgoto sanitário atinjam áreas de utilização; impossibilitar o acesso de corpos estranhos ao interior do sistema; permitir que os seus componentes sejam facilmente inspecionáveis; e impossibilitar o acesso de esgoto ao subsistema de ventilação.

A apresentação deverá conter uma descrição detalhada das soluções adotadas, incluindo a interligação com possíveis instalações existentes, e o dimensionamento de todos os dispositivos do sistema. Contempla ainda, em regiões servidas por sistema de abastecimento público de água e esgotamento sanitário, a descrição e os cálculos dos elementos necessários para atender as exigências da concessionária local, como por exemplo a elaboração de projetos de prolongamento ou reforço de rede de água e/ou esgoto, para que seja possível a interligação.

O projeto de Instalações Hidrossanitárias está inter-relacionado com os projetos arquitetônico, estrutural, de instalações elétricas (estações elevatórias) e de prevenção e combate a incêndio. A integração entre os projetistas no desenvolvimento destes projetos deve ser contínua e colaborativa, devendo os resultados das interferências ser registradas na documentação do projeto.

O projeto deverá ser modelado digitalmente, de onde serão extraídas todas as informações para a apresentação do anteprojeto, projeto básico e projeto executivo.

7.13.1. Instalações Hidráulicas

7.13.1.1. Introdução

Um projeto de Instalações Hidráulicas (água fria / quente) pode ser definido como um conjunto de documentos, elementos gráficos e especificações que visa definir e disciplinar as instalações dos subsistemas de abastecimento, reservação e distribuição de água à Edificação.

A Resolução RDC nº 91, de 30 de junho de 2016, estabelece critérios e procedimentos para o controle sanitário da água destinada ao consumo humano proveniente de sistema de abastecimento de água ou solução alternativa de abastecimento de água em portos, aeroportos e passagens de fronteiras em todo o território nacional.

A norma da ABNT NBR 5626 – Sistemas prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção, estabelece exigências e recomendações relativas ao projeto dessas instalações, conforme itens abaixo:

- a) Condições gerais.
- b) Abastecimento, reservação e distribuição.
- c) Dimensionamento das tubulações.
- d) Proteção sanitária da água potável.
- e) Economia de água e conservação de energia.
- f) Acessibilidade e proteção das tubulações e componentes em geral.
- g) Controle de ruídos e vibrações.

Conforme essas normas, as exigências e recomendações emanam fundamentalmente do respeito aos princípios de bom desempenho da instalação e do uso doméstico da água em qualquer tipo de edificação. O uso doméstico da água prevê a possibilidade de uso de água potável e de água não potável, tendo em vista resguardar a segurança sanitária aos usuários.

Para garantir a segurança sanitária dos sistemas de abastecimento, reservação e distribuição de água potável, recomenda-se fortemente o conhecimento dos critérios definidos pela Anvisa na RDC nº 91, de 30 de junho de 2016, que, além diretrizes para a manutenção e operação de sistemas de abastecimento de água potável em aeroportos, insere critérios que devem ser observados na concepção dos projetos para infraestrutura destes sistemas. Além desta, observar também as diretrizes da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, e suas atualizações, para definições de padrões de potabilidade de água destinada para consumo humano.

No uso de água não potável a instalação deverá ser totalmente independente daquela destinada ao uso potável, ou seja, deve-se evitar a conexão cruzada. A água não potável pode ser utilizada para limpeza de bacias sanitárias e mictórios, para combate a incêndios e para outros usos onde o requisito de potabilidade não se faça necessário.

Para definição do tipo de abastecimento a ser adotado (direto, indireto, misto etc.) deve-se dispor de algumas informações preliminares, tais como: características do consumo predial e da oferta de água; necessidade de reservação; e no caso no caso de captação local, as características da água, a posição do nível do lençol subterrâneo e a previsão quanto ao risco de contaminação. A adoção do tipo direto para alguns pontos de utilização e do indireto para outros, explorando-se as vantagens de cada tipo de abastecimento, constitui, em muitos casos, a melhor solução.

Definido o tipo de abastecimento, sendo este indireto ou misto haverá a presença de um reservatório do qual a água será encaminhada aos aparelhos de consumo através da rede de distribuição. Os reservatórios deverão ser dimensionados de forma a garantir o abastecimento de água contínuo e adequado (vazão e pressão) para toda a edificação, assim como, o seu armazenamento referente a pelo menos um dia de consumo. O reservatório deve ser um recipiente estanque com tampa de um material resistente a corrosão ou anticorrosivo de modo a evitar a entrada de insetos, animais, poeiras e líquidos e deve ser previsto acesso e mecanismos que permitam a sua limpeza e desinfecção. Além destes, visando manter a segurança sanitária, deverão ser observados os critérios da RDC Anvisa nº 91/2016 supracitada, que define critérios para o sistema de reservação de água potável.

A rede de distribuição predial é iniciada após o dispositivo de medição de consumo, o hidrômetro, até os pontos de utilização, logo são as tubulações que fazem com que a água chegue aos aparelhos de utilização, sendo denominadas de barrilete, coluna, ramal e sub-ramal. Com o intuito de realizar manutenção em qualquer ponto da rede em uma edificação é necessário prever a colocação de registros de fechamento no barrilete após o reservatório, nas colunas de distribuição a montante do primeiro ramal e no ramal a montante do primeiro sub-ramal.

Os pontos de distribuição de água potável para veículos de apoio às aeronaves devem ser projetados distantes de fontes de contaminação, identificados como “ponto de água potável”, protegidos contra intempéries e possuir bocal de saída de água em distância suficiente da entrada do reservatório do veículo de apoio. Deve ser previsto sistema de drenagem no piso na área de abastecimento.

A instalação de água quente deverá ser projetada de tal forma que, nos pontos de consumo com misturador, a pressão de água quente seja constante e igual ou próxima à da água fria. No caso de utilização de válvula para controle de pressão, esta deverá exclusivamente ser do tipo globo e nunca de gaveta.

Deve ser previsto a instalação de registros para bloqueio de fluxo de água junto a aparelhos e dispositivos sujeitos a manutenção, como é o caso de aquecedores e bombas, na saída dos reservatórios de água quente, nas colunas de distribuição, nos ramais de grupos e pontos de consumo, ou em casos especiais.

Quando for adequado impedir o refluxo de água quente, deve ser previsto a instalação de válvulas de retenção ou outros dispositivos adequados nas tubulações.

O projeto deverá levar em consideração as dilatações térmicas para as tubulações em trechos retilíneos longos, prevendo elementos que a absorvam.

Os suportes para as tubulações suspensas deverão ser posicionados de modo a não permitir a sua deformação física. Para as tubulações de cobre deverão ser previstos isolamentos entre a tubulação e os suportes para se evitar a corrosão galvânica.

Prever sistemas de acionamento automático, a fim de obter economia no consumo de água, conforme orientações da Instrução Normativa SLT/MPOG n°01 de 19/01/2010.

A tubulação de alimentação de água quente deverá ser feita com material resistente à temperatura máxima admissível do aquecedor.

Prever o isolamento térmico adequado para as canalizações e equipamentos, e proteção contra infiltração.

Nesse contexto, deverão ser atendidos na elaboração do projeto de instalações hidráulicas (água fria e quente) os seguintes requisitos:

- Fornecimento de água de forma contínua, em quantidade suficiente e temperatura controlável, com segurança, aos usuários para cada atividade a ser desenvolvida;
- Armazenamento do maior volume de água ao menor custo possível, minimizando os efeitos decorrentes da interrupção do funcionamento do sistema de abastecimento;
- Preservação da qualidade da água ao fim a que ela se destina, por meio de técnicas de reservação e distribuição adequadas, proporcionando aos usuários boas condições de higiene, saúde e conforto;

- Limitação de pressões e velocidades como indicados na norma técnica, assegurando a maior durabilidade das instalações, evitando vazamentos e ruídos nas tubulações e aparelhos de utilização; e
- Racionalização do consumo de energia, devendo levar em consideração a opção mais econômica e de maior sustentabilidade.

Enfim, a documentação do projeto de instalações hidráulicas deve conter toda a informação necessária para assegurar uma correta e completa instalação de todos os dispositivos que compõem o sistema como tubos, conexões, válvulas, reservatórios, medidores, peças de utilização e outros componentes que vão surgindo com o avanço tecnológico para aumentar sua eficiência.

Deve ser projetado por profissionais habilitados, considerando os seguintes entregáveis:

Entregável
Memorial Descritivo
Especificação Técnica
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Representações Gráficas
Modelo BIM
Planilha de Serviços
Memorial de Quantificação

7.13.1.2. Memorial Descritivo

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Responsáveis técnicos: listar todos os responsáveis técnicos por essa fase do projeto, identificando os respectivos números das Anotações de Responsabilidade Técnica.
- Referências normativas: listagem de normas ou códigos específicos adotados no projeto.
- Levantamento de dados, incluindo registros de vistorias ou inspeções no local, verificação e correção das informações de referência, identificação das companhias concessionárias, caracterização, aná-

lise e avaliação das condições do terreno, das edificações e das instalações existentes e aproveitáveis. Informações técnicas a produzir:

Disposição em rede pública: localização e cadastro da rede existente e prevista;

Disposição no subsolo: permeabilidade do solo; nível do lençol freático; necessidade de tratamento secundário dos efluentes;

Disposição em mananciais de superfície: localização do manancial passível de receber os efluentes de esgotos; condições do manancial (capacidade para o recebimento de dejetos);

Edificação existente: rede de esgotos do ponto de ligação à rede pública; fossa séptica, sumidouro, valas de infiltração e filtros anaeróbios (localização, capacidade e desempenho atual).

- d) Caracterização das necessidades da edificação nova e das existentes a ampliar, para as instalações sanitárias, considerando: estabelecimento de necessidade de tratamento anaeróbio dos efluentes sanitários; estabelecimento de necessidade de aterro para receber filtro anaeróbio, sumidouros ou valas de infiltração.
- e) Estudo de viabilidade: Alternativas de projeto para as instalações sanitárias (disposição), sendo apresentadas com a produção de desenhos, esquemas gráficos, diagramas, cronograma, relatório e tabelas.
- f) Documentos de referência: informações, documentos e plantas da edificação (planta baixa, cortes etc., referentes ao projeto de arquitetura e/ou demais disciplinas/ instalações) que foram levantados e utilizados para elaboração do projeto.
- g) Descrição dos elementos: Identificar e descrever todos os elementos constituintes do projeto hidráulico, informando os trechos constituintes, os tipos de dispositivos construtivos, e como se relacionam (redes de alimentação e distribuição; reservatórios e barrilete; ramais e sub-ramais; aparelhos sanitários e ligação destes; tipologia do subsistema de aquecimento; demais informações julgadas necessárias ao entendimento e execução deste projeto).
- h) Remoções e/ou demolições: se cabível, o projeto deve fornecer identificação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidas, removidas ou fresados, com as respectivas justificativas.
- i) Alternativas de solução: devem ser apresentadas todas as alternativas de solução para o projeto quanto as fontes e tipos de abastecimento, considerando os requisitos relativos à segurança sanitária.

Onde o abastecimento provém da rede pública, as exigências da concessionária devem ser obedecidas.

- j) Concepção final adotada: concepção final aprovada, sendo adotada a mais vantajosa para a edificação, considerando parâmetros técnicos, econômicos e ambientais.
- k) Visão geral: descrição geral de toda instalação hidráulica, suas interfaces, das partes que o compõem e dos princípios em que se baseou, apresentando, ainda, justificativa que evidencie o atendimento às exigências estabelecidas pelas respectivas normas técnicas e pela instrução para elaboração de projetos. Apresentar a solução adotada evidenciando a sua compatibilidade com o projeto arquitetônico e com os demais projetos especializados e sua exequibilidade.
- l) Interferências com outras disciplinas: devem ser listados os requisitos a serem atendidos pelos projetos das demais disciplinas de projeto da edificação, tais como o projeto de arquitetura, fundações e estrutura, instalações elétricas e eletrônicas, prevenção e combate a incêndio, entre outros.

7.13.1.3. Especificação Técnica

Deverá conter, para cada um dos subsistemas (abastecimento, reservação, distribuição e aquecimento) que compõem o projeto de instalações hidráulicas de água fria e/ou quente, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Serviços diversos: demolições; escavação de valas; reaterro compactado; lastros (areia, brita e concreto); recomposições (pisos e asfalto); bases de concreto (reservatórios e equipamentos hidromecânicos); composição orçamentária e unidade de quantificação; Critérios de medição e pagamento.
- b) Reservatórios: local; finalidade; material e tipo construtivo; dimensões; capacidade bruta; capacidade efetiva; níveis de água; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- c) Tanque de Pressão: local; finalidade; tipo; material; pressão de serviço; capacidade; acabamento; elementos componentes; condições especiais necessárias; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- d) Bombas hidráulicas: local; finalidade; características do líquido e finalidade; tipo de bomba; vazão; altura manométrica, de sucção, de recalque e total; NPSH (net positive suction head) disponível; mate-

- rial básico (carcaça, rotor, eixo); composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- e) Acionadores: local; Finalidade; tipo; alimentação; proteção e isolamento; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- f) Instrumentação (macromedidor, hidrômetro, manômetro, medidor de nível e outros): Local; finalidade; tipo; dimensões físicas e forma; faixa de operação e tolerâncias; tipo de acabamento; elementos componentes; condições especiais necessárias; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- g) Aquecedores: local; finalidade; tipos (Elétrico: passagem individual, passagem central ou acumulação; Gás: passagem ou acumulação; e Solar: acumulação); faixa de operação (vazão, pressão e temperatura); elementos componentes (quadro, coletor, boiler e outros); Tipo de acabamento; classe de isolamento; condições especiais necessárias; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- h) Tubos e conexões: local; finalidade; tipo; material e tipo construtivo; classe ou espessura da parede; acabamento; tipo de extremidade; diâmetro nominal; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- i) Isolamento térmico: tipo; material; espessura; forma de aplicação; acabamento; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- j) Suportes: local; finalidade; tipo; material; dimensões; acabamento; características das fixações; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- k) Válvulas e registros: finalidade; local; tipo; material básico do corpo e mecanismo interno; tipos de haste, castelo, tampa, disco e outros; classe; tipo de extremidade; acabamento; elementos componentes; condições especiais necessárias; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- l) Aparelhos sanitários: local; finalidade; tipo de aparelho e classificação; dimensões e forma; material e tipo construtivo; acabamento; condições especiais necessárias; elementos componentes; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- m) Acessórios sanitários (torneiras, tubos de ligação, aparelho misturador e outros): local; finalidade; tipo; material e tipo de fabricação; dimensões físicas e forma; tipo de acabamento; elementos componentes do acessório; condições especiais necessárias; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- n) Pintura: local; finalidade; classificação das tintas a serem usadas quanto às superfícies a serem pintadas; cores de identificação das tubulações pintadas; espessura de película e características da aplicação; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- o) Proteção contra corrosão: local; finalidade; tipo; características; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- p) Ensaio e inspeções, especificando quais operações e procedimentos de testes, medições e ensaios devem ser realizados para garantir que as instalações hidráulicas operem de acordo com projeto e em atendimento aos requisitos das normas técnicas e de segurança, incluindo os seguintes ensaios e inspeções: ensaio de estanqueidade das tubulações; ensaio de estanqueidade em peças de utilização e reservatórios domiciliares; e inspeção, com entrega de relatório assinado por profissional qualificado e habilitado.

7.13.1.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Consumo diário: Demonstrar o cálculo para determinação do consumo diário da edificação levando em consideração o tipo e número de usuários, e demanda dos aparelhos.
- b) Alimentador predial: Descrever o roteiro de cálculo, ou apresentar planilha específica, para dimensionamento do alimentador predial, barrilete, colunas de água e ramais, especificando vazão, perda de carga, diâmetro da tubulação e cálculo da pressão nos pontos mais desfavoráveis.
- c) Recalque: Apresentar o cálculo completo de dimensionamento dos conjuntos motobomba e de outros equipamentos necessários.
- d) Reservatório: Demonstrar o cálculo do volume dos reservatórios inferior e superior, especificando as dimensões destes reservatórios e incluindo reserva técnica de incêndio;
- e) Água quente: Determinar a capacidade volumétrica de armazena-

mento de água quente em função do consumo e da capacidade de recuperação do equipamento e dados do fabricante.

- f) Planilha de pressões, demonstrando o cálculo de pressões para a conexão ou peça de utilização que se deseja analisar, apresentando ao final os seguintes resultados: pressão estática inicial; perda de carga; pressão dinâmica disponível; pressão mínima necessária; e situação da pressão no ponto.

7.13.1.5. Representações Gráficas

7.12.1.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes peças gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta do subsistema de abastecimento
Planta do subsistema de reservação
Planta do subsistema de distribuição
Planta do subsistema de aquecimento

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta do subsistema de abastecimento.** Caracterização, traçado, localização e dimensionamento dos elementos necessários à captação e adução da água, devendo ser apresentados (quando aplicável) desenhos, em escala adequada, esquemas gráficos e relatório de cálculo, contemplando no mínimo, em função do tipo de abastecimento as seguintes informações: Rede pública - entrada (cavalete, hidrômetro); Manancial subterrâneo - poço raso, poço tubular profundo; Manancial de superfície - fontes, rios, lagos, açudes; e Emergencial - carros pipa, tratamento.
- b) **Planta do subsistema de reservação.** Caracterização, traçado, localização e dimensionamento dos elementos necessários à reservação de água devendo ser apresentados (quando aplicável) desenhos, em escala adequada, esquemas gráficos e relatório de cálculo, contemplando, no mínimo, as seguintes informações:
Reservatório inferior - entrada, inspeção, limpeza, extravasão e poço de sucção;

Reservatório superior - entrada, inspeção, limpeza, extravasão, tomada para distribuição;

Recalque - bombas, tubulação de recalque e sucção, válvulas de retenção e crivo, sistema de comando (incluindo automático de boia).

- c) **Planta do subsistema de distribuição.** Caracterização, traçado, localização e dimensionamento dos elementos necessários à distribuição da água nas peças de utilização da edificação, devendo ser apresentados (quando aplicável) desenhos, em escala adequada, esquemas gráficos e relatório de cálculo, contemplando no mínimo as seguintes informações: barrilete; colunas; ramais; sub-ramais; pontos de utilização (consumo).
- d) **Planta do subsistema de aquecimento.** Caracterização, traçado, localização e dimensionamento dos elementos necessários para o aquecimento da água nas peças de utilização da edificação, devendo ser apresentados (quando aplicável) desenhos, em escala adequada, esquemas gráficos e relatório de cálculo, contemplando no mínimo as seguintes informações: Aquecimento elétrico - devem ser observadas as indicações dos fabricantes na escolha e dimensionamento do equipamento/aparelho e também interação com o projetista das instalações elétricas; Aquecimento a Gás - Devem ser observadas as indicações, normas e recomendações da concessionária local de distribuição de gás (para aquecedores desse tipo) e também dos fabricantes dos equipamentos; Aquecimento Solar - quando adotado, deve-se prever sistema de aquecimento auxiliar com capacidade para suprir integralmente as necessidades (consumo diário como referência).

7.13.1.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de implantação
Planta de situação ao nível da rua
Planta baixa de cada pavimento

 Detalhes em perspectiva isométrica

 Cortes e elevações

 Detalhes dos reservatórios

 Esquema vertical

 Perspectivas

 Plantas de remoções e demolições

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta de implantação:** Desenhos em planta, em escala adequada, indicando implantação da obra no terreno. Deve ser colocado junto à prancha de desenho um resumo de quantidade dos materiais (tubos, conexões, metais, aparelhos sanitários etc.) a serem utilizadas na execução, de forma que venha a facilitar a manipulação e leitura do projeto.
- b) **Planta de situação ao nível da rua:** Desenhos em planta, em escala mínima de 1:750, indicando localização de todas as tubulações externas, redes existentes das concessionárias, localização do cavalete para hidrômetro e outros pontos que sejam importantes para implantação do projeto. Deve indicar a direção do Norte verdadeiro. Deve constar na prancha uma legenda indicativa, de forma que seja possível identificar a função de cada tubulação, isto é, se é uma tubulação de alimentação do reservatório, linha de recalque etc.
- c) **Planta baixa de cada pavimento:** Desenhos em planta, em escala 1:50, contendo a indicação das tubulações quanto a comprimentos, materiais e diâmetros, com localização precisa dos aparelhos sanitários e ponto de consumo, indicação de conexões (tê, joelho, curva etc.), aparelhos (aquecedores, pressurizadores etc.) localização dos reservatórios, dos conjuntos motobomba, estações redutoras de pressão ou outros equipamentos necessários ao funcionamento das instalações hidráulicas. Deve ser integrada a esta prancha legenda adequada indicando a função de cada tubulação, isto é, se alimen-

tação do reservatório, linha de recalque, linha de alimentação dos pontos de consumo, linha de extravasão etc. Deve ser indicado o tipo de descarga dos vasos sanitários, podendo ser: válvula de descarga (VD), caixa de descarga (CD) ou caixa acoplada (CA); Peças de utilização, exemplo vaso sanitário (VS), ducha higiênica (DH), mictório (MIC) etc.; quando houver sobreposição de tubulação, deve ser indicada a espessura da parede; Tipo de aquecedor utilizado; Tipo e espessura do isolamento utilizado.

- d) **Detalhes em perspectiva isométrica:** Desenhos isométricos, dos banheiros, cozinhas, lavanderias e demais dependências que necessitam de abastecimento de água fria e/ou quente, indicando diâmetros, cotas verticais (altura de abastecimento), nível do piso acabado, conexões, válvulas, registros e outros elementos. Escala de apresentação 1:25.
- e) **Cortes e elevações:** Desenhos, em escala adequada, contendo cortes e elevações considerados importantes para melhor entendimento.
- f) **Detalhes dos reservatórios:** Desenhos, em escala adequada, contendo o detalhamento da alimentação e saída dos reservatórios (tubos, conexões, registros etc.).
- g) **Esquema vertical:** Deve ser apresentado sempre que a obra tiver mais do que um pavimento, sem escala, indicando os componentes do sistema e suas interligações.
- h) **Perspectiva:** Desenhos em perspectiva, sem escala, indicando todos os componentes do sistema. Deve ser indicado o tipo de descarga dos vasos sanitários, podendo ser: válvula de descarga (VD), caixa de descarga (CD) ou caixa acoplada (CA); Peças de utilização, exemplo vaso sanitário (VS), ducha higiênica (DH), mictório (MIC) etc.; quando houver sobreposição de tubulação, deve ser indicada a espessura da parede; Tipo de aquecedor utilizado; Tipo e espessura do isolamento utilizado.
- i) **Plantas de remoções e/ou demolições:** Desenhos em planta, em escala adequada, indicando remoções e/ou demolições de redes existentes e/ou interferências para passagem das novas instalações.

7.12.1.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta(s) de Detalhe(s) de instalação
Detalhe da passagem em elementos estruturais

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Detalhes de instalação:** Plantas contendo desenhos de detalhamento completo de todos os componentes dos subsistemas das instalações hidráulicas, assim como de toda a infraestrutura necessária;
- Detalhe da passagem em elementos estruturais:** Detalhamento das aberturas nos elementos estruturais e de todas as peças a serem embutidas ou fixadas nas estruturas de concreto ou metálicas, para passagem e suporte das instalações. Todos os detalhes que interfiram com outros subsistemas deverão ser elaborados em conjunto, de forma a ficarem perfeitamente harmonizados entre si.

As plantas deverão conter legendas completas, com as informações de especificações de todos os elementos e materiais utilizados nos sistemas, incluindo seus quantitativos por prancha.

7.13.1.6. Referências

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 91, de 30 de junho de 2016. Brasília, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Brasília, 2017.

Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC. Brasília, 2016.

Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. [s.l.]: AsBEA, 2015.

Ministério da Educação. Recomendações Técnicas Edificações. Elaboração de Projetos de Instalações Hidráulicas e Sanitárias, 1997 Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me000577.pdf>

IFC: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense. Departamento de Engenharia. Instruções Normativas para Elaboração de Projetos de Instalação Predial de Água Fria, Água Quente, Esgoto Sanitário e Drenagem de Águas Pluviais, 2010.

Instrução Normativa nº 01, de 19 de janeiro de 2010. Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências.

NBR 10067 - Princípios Gerais de Representação em Desenho Técnico

NBR 12212 - Projeto de poço para captação de água subterrânea

NBR 12218 - Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público

NBR 15569 - Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto – Projeto e Instalação

NBR 5580 - Tubos de Aço Carbono para Rosca Whitworth Gás, para Uso

NBR 5626 – Sistemas prediais de água fria e água quente: Projeto, execução, operação e manutenção.

NBR 5648 - Tubo de PVC rígido para instalações prediais de Água Fria - Especificação

NBR 5651 - Recebimento de Instalações Prediais de Água Fria - Especificação

NBR 5657 - Verificação da Estanqueidade à Pressão Interna de Instalações Prediais de Água Fria - Método de Ensaio.

NBR 5658 - Determinação das Condições de Funcionamento das Peças de Utilização de uma Instalação Predial de Água Fria - Método de Ensaio

NBR 9256 - Montagem de Tubos e Conexões Galvanizadas para Instalações Prediais de Água Fria

NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho

PARANÁ. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Caderno BIM: Coletânea de Cadernos Orientadores, Curitiba: SEIL/PR, 2018. V.4.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2. (206 p.).

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2.

7.13.2. Instalações de Esgoto

7.13.2.1. Introdução

Um projeto de Instalações de Esgoto pode ser definido como um conjunto de documentos, elementos gráficos e especificações que visa definir e disciplinar as instalações dos subsistemas prediais de esgoto sanitário, coleta, ventilação, tratamento e disposição final de efluentes.

As normas da ABNT NBR 8160 – Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução e NBR 13969 – Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação, estabelecem exigências e recomendações relativas ao projeto dessas instalações e unidades de tratamento, conforme itens abaixo:

- a) Requisitos gerais.
- b) Generalidades.
- c) Subsistema de coleta e transporte.
- d) Componentes do subsistema de ventilação.
- e) Unidades de tratamento complementar.
- f) Disposição final dos efluentes líquidos.

Conforme essas normas, as exigências e recomendações emanam fundamentalmente às exigências mínimas quanto à higiene, segurança e conforto dos usuários e necessidades de saneamento básico efetivo das áreas não abrangidas por sistema de rede coletora e tratamento de esgotos de porte, da proteção do meio ambiente e do manancial hídrico.

Se houver rede pública de esgotos sanitários, em condições de atendimento, as instalações de esgoto das edificações deverão ligar-se obrigatoriamente a ela, respeitando a exigência das concessionárias.

No caso de lançamento dos esgotos sanitários em sistema receptor que não seja público, por inexistência e/ou inviabilidade temporal deste prever a possibilidade da futura ligação do coletor ao sistema público.

Em zonas desprovidas de rede pública de esgotos sanitário, os resíduos líquidos, sólidos ou em qualquer estado de agregação da matéria, provenientes de edificações, somente podem ser despejados em águas interiores ou costeiras, superficiais ou subterrâneas, após receberem tratamento que proporcione a redução da carga poluidora aos valores compatíveis com as condições e padrões

de lançamento de efluentes em corpos receptores, conforme diretrizes da legislação ambiental local e da Resolução Conama nº 430, de 13 de maio de 2011.

Deverão ser previstos meios para acesso e coleta de amostras do efluente bruto e tratado, visando a análise da sua qualidade, para monitoramento da eficiência da Estação de Tratamento de Efluentes e das condições e padrões de lançamento determinados pelo órgão ambiental competente.

A condução dos esgotos sanitários à rede pública ou ao sistema receptor deverá ser feita por gravidade, sempre que possível, e adotar os seguintes critérios de projeto:

- Admitir o rápido escoamento dos despejos.
- Facilitar os serviços de desobstrução e limpeza sem que seja necessário danificar ou destruir parte das instalações, alvenaria e/ou estruturas.
- Impedir a formação de depósitos de gases no interior das tubulações.
- Não interligar o sistema de esgoto sanitário com outros sistemas.

Enfim, a documentação do projeto de instalações de esgoto deve conter toda a informação necessária para assegurar uma correta e completa instalação de todos os dispositivos que compõem o sistema como tubos, conexões, válvulas, unidades de tratamento, peças de utilização e outros componentes que vão surgindo com o avanço tecnológico para aumentar sua eficiência.

Deve ser projetado por profissionais habilitados, considerando os seguintes entregáveis:

Entregável
Memorial Descritivo
Especificação Técnica
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Representações Gráficas
Modelo BIM
Planilha de Serviços
Memorial de Quantificação

7.13.2.2. Memorial Descritivo

Deverá conter no mínimo os seguintes itens (quando aplicáveis):

- a) Responsáveis técnicos: listar todos os responsáveis técnicos por essa fase do projeto, identificando os respectivos números das Anotações de Responsabilidade Técnica.
- b) Referências normativas: listagem de normas ou códigos específicos adotados no projeto.
- c) Levantamento de dados: Registros de vistorias ou inspeções no local, verificação e correção das informações de referência, identificação das companhias concessionárias, caracterização, análise e avaliação das condições do terreno, das edificações e das instalações existentes e aproveitáveis. Informações técnicas a produzir:
 - Disposição em rede pública:* localização e cadastro da rede existente e prevista;
 - Disposição no subsolo:* permeabilidade do solo; nível do lençol freático; necessidade de tratamento secundário dos efluentes;
 - Disposição em mananciais de superfície:* localização do manancial passível de receber os efluentes de esgotos; condições do manancial (capacidade para o recebimento de dejetos); e
 - Edificação existente:* rede de esgotos do ponto de ligação à rede pública; fossa séptica, sumidouro, valas de infiltração e filtros anaeróbios (localização, capacidade e desempenho atual).
- d) Caracterização das necessidades da edificação nova e das existentes a ampliar, para as instalações sanitárias. Disposição: estabelecimento de necessidade de tratamento anaeróbio dos efluentes sanitários; estabelecimento de necessidade de aterro para receber filtro anaeróbio, sumidouros ou valas de infiltração.
- e) Estudo de viabilidade: Alternativas de projeto para as instalações sanitárias (disposição), sendo apresentadas com a produção de desenhos, esquemas gráficos, diagramas, cronograma, relatório e tabelas.
- f) Documentos de referência: informações, documentos e plantas da edificação (planta baixa, cortes etc., referentes ao projeto de arquitetura e/ou demais disciplinas/ instalações) que foram levantados e utilizados para elaboração do projeto.
- g) Descrição dos elementos, identificando e descrevendo todos elementos constituintes do projeto sanitário, informando os trechos constituintes, os tipos de dispositivos construtivos, e como se rela-

cionam: aparelhos sanitários e ligação destes (ralos, grelhas e sifões); poços de visita, caixas de inspeção e caixas de gordura; ramais de descarga e esgoto; tubos de queda; ramais e colunas de ventilação; subcoletor e coletor predial; área para descarte de dejetos de aeronaves (descarte QTU ou "cloaca"); e unidades de tratamento individual (tanque séptico, filtros anaeróbios, sumidouro etc.) na ausência de rede pública coletora.

- h) Remoções e/ou demolições: se cabível, o projeto deve fornecer identificação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados, com as respectivas justificativas.
- i) Alternativas de solução, com descrição detalhada, indicando os critérios técnicos, a caracterização e justificativa clara para as instalações sanitárias a serem realizadas, bem como para os materiais e dispositivos a serem utilizados na solução, considerando: efluentes sanitários; esgoto primário; esgoto secundário e sistema de ventilação.
- j) Concepção final adotada, que corresponde à mais vantajosa para a edificação, considerando parâmetros técnicos, econômicos e ambientais.
- k) Visão geral: descrição de toda instalação sanitária, suas interfaces, partes componentes premissas, metodologia e justificativa que evidencie o atendimento às exigências estabelecidas pelas respectivas normas técnicas. Importante apresentar a solução adotada, evidenciando a sua compatibilidade com o projeto arquitetônico e com os demais projetos especializados e sua exequibilidade.
- l) Interferências com outras disciplinas: devem ser listados os requisitos a serem atendidos pelos projetos das demais disciplinas de projeto da edificação, tais como o projeto de arquitetura, fundações e estrutura, instalações elétricas e eletrônicas, prevenção e combate a incêndio, entre outros.

7.13.2.3. Especificação Técnica

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Serviços diversos: demolições; escavação de valas; reaterro compactado; lastros (areia, brita e concreto); recomposições (pisos e asfalto); bases de concreto (unidades de tratamento e equipamentos); composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- b) Unidades de tratamento e disposição final: local de implantação;

nível de tratamento (primário, secundário ou terciário); sistema (anaeróbio, aeróbio ou combinado); unidades constituintes (estação compacta, reator biológico, filtros, sumidouro, valas de infiltração, leito de secagem e outros); material e tipo de fabricação; dimensões físicas e forma; tipo de acabamento; vazões (mínima, média e máxima); origem do esgoto (doméstico, industrial ou combinado); DBO (entrada/saída); frequência de limpeza; prazo de estabilização; período de contribuição; regime de geração de esgoto; sistema de aeração; tipo de operação (manual ou automatizada); tratamento de gás (queima); composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.

- c) Instrumentação: local; finalidade; tipo; dimensões físicas e forma; faixa de operação e tolerâncias; tipo de acabamento; elementos componentes; condições especiais necessárias; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- d) Tubos e conexões: local; finalidade; tipo; material e tipo construtivo; classe ou espessura da parede; acabamento; tipo de extremidade; diâmetro nominal; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- e) Suportes: local; finalidade; tipo; material; dimensões; acabamento; características das fixações; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- f) Válvulas e Registros: finalidade; local; tipo; material básico do corpo e mecanismo interno; tipos de haste, castelo, tampa, disco e outros; classe; tipo de extremidade; acabamento; elementos componentes; condições especiais necessárias; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- g) Bombas Hidráulicas: local; finalidade; tipo de bomba; vazão; altura manométrica, de sucção, de recalque e total; NPSH (Net Positive Suction Head) disponível; material básico (carcaça, rotor, eixo, gaxeta, selo); composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- h) Acionadores: local; finalidade; tipo; alimentação; proteção e isolamento; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- i) Aparelhos Sanitários: local; finalidade; tipo de aparelho e classificação; dimensões e forma; material e tipo construtivo; acabamento; condições especiais necessárias; elementos componentes; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.

- j) Acessórios (caixa sifonada, ralos, grelhas e outros): local; finalidade; tipo; material e tipo de fabricação; dimensões físicas e forma; tipo de acabamento; elementos componentes do acessório; condições especiais necessárias; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- k) Pintura: local; finalidade; classificação das tintas a serem usadas quanto às superfícies a serem pintadas; cores de identificação das tubulações pintadas; espessura da película e características da aplicação; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- l) Ensaio e testes: composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento; especificação de quais operações e procedimentos de testes, medições e ensaios devem ser realizados para garantir que as instalações de esgoto e as unidades de tratamento destes operem de acordo com projeto e em atendimento aos requisitos das normas técnicas e de segurança, incluindo, quando aplicáveis os seguintes ensaios de recebimento dos sistemas prediais de esgoto (Anexo G da NBR 8160) e ensaio para estimar a capacidade de percolação do solo (Anexo A da NBR 13969).

7.13.2.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens (quando aplicáveis):

- a) Despejos e tubulação: Demonstrar o cálculo da contribuição de despejos e o dimensionamento da tubulação, trecho por trecho, deverão obedecer ao estipulado na Norma NBR8160 – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário, Projeto e Execução, levando em consideração o tipo e número de usuários, e de eventuais equipamentos e necessidades de demanda.
- b) Vazões: Demonstrar o cálculo das vazões através da contabilização estatística das diversas peças, simultaneidade de utilização e seus respectivos pesos.
- c) Sistema de ventilação: Demonstrar os dimensionamentos dos sistemas de ventilação das tubulações.
- d) Elevatória: Demonstrar o cálculo de dimensionamento do sistema de recalque (se existir), definição do conjunto motobomba, vazão e altura manométrica.
- e) Unidades de tratamento: Demonstrar o cálculo de dimensionamento

do sistema de tratamento de esgoto indicado a eficiência na remoção de cargas orgânicas e adequação às condições de lançamento em corpos receptores ou na infiltração no subsolo.

7.13.2.5. Representações Gráficas

7.13.2.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta do subsistema de coleta
Planta do subsistema de ventilação
Planta do subsistema de tratamento
Planta de disposição final

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta do subsistema de coleta:** coletor predial e subcoletor (incluindo caixas de inspeção, de gordura e neutralizadoras); tubos de queda; ramais de esgoto; ramais de descarga; desconectores; aparelhos sanitários (bacias, pias, lavatórios, tanques e outros); recalque (poço de coleta, bombas elevatórias, tubulação); área para descarte de dejetos de aeronaves (descarte QTU ou “cloaca”).
- b) **Planta do subsistema de ventilação:** tubos ventiladores individuais; ramais de ventilação; colunas de ventilação; barrilete de ventilação.
- c) **Planta do subsistema de tratamento:** sistema primário (caixa de gordura, fossa séptica); sistema secundário (valas de filtração, filtros anaeróbios).
- d) **Planta de disposição final:** em coletor público; no subsolo (sumidouro, vala de infiltração); em mananciais de superfície.

7.13.2.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de situação ao nível da rua
Planta de implantação
Planta baixa de cada pavimento da edificação
Planta geral da rede
Detalhes
Esquema vertical
Perspectivas
Plantas de remoções e demolições

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Planta de situação ao nível da rua:** Desenho em planta, em escala mínima de 1:750, indicando localização de todas as tubulações externas, redes existentes das concessionárias e outros pontos que sejam importantes para implantação do projeto. Deve indicar a direção do Norte verdadeiro. Deve constar na prancha uma legenda indicativa, de forma que seja possível identificar a função de cada tubulação, isto é, se é coletor externo, coletor predial etc., especificando comprimento, diâmetro e inclinação da tubulação. Localização e caracterização do sistema de tratamento quando for o caso.
- Planta de implantação:** Desenhos em planta, em escala adequada, indicando implantação da obra no terreno indicando áreas a serem ampliadas e detalhadas. Indicar a posição das caixas de tratamento, caixas de inspeção etc.
- Planta baixa de cada pavimento da edificação:** Desenhos em planta, em escala 1:50, contendo a indicação das tubulações quanto a material, diâmetro e elevação, com localização precisa dos aparelhos sanitários, ralos e caixas sifonadas, peças e caixas de inspeção, tubos de ventilação, caixas coletoras, caixas separadoras e instalações de conjunto motobomba quando houver;
- Rede geral:** Desenhos em planta, em escala adequada, referente à rede geral de esgoto, com indicação de diâmetro e inclinação dos tubos, ramais, coletores e subcoletores. Deve ser colocado junto à prancha de desenho um resumo de quantidade dos materiais (tubos, conexões, aparelhos sanitários etc.) a serem utilizadas na execução, de

forma que venha a facilitar a manipulação e leitura do projeto.

- Detalhes:** Desenhos em planta, em escala adequada, dos conjuntos sanitários (banheiros e cozinhas) e/ou outros ambientes com despejo de água, indicando diâmetro e inclinação das tubulações, posição de ralo sifonado, posição do ramal de ventilação, coluna de ventilação e tubo de queda.
- Esquema vertical:** Apresentado sempre que a obra tiver mais do que um pavimento, sem escala, com indicação das unidades Hunter de contribuição ao longo dos trechos.
- Perspectivas:** Desenhos em perspectiva, sem escala, com os componentes do sistema.
- Plantas de remoções e demolições:** Desenhos em planta, em escala adequada, indicando remoções e/ou demolições de redes existentes e/ou interferências para passagem das novas instalações.

7.13.2.5.3 Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Detalhes de instalação
Detalhe da passagem em elementos estruturais

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Detalhes de instalação:** plantas contendo desenhos de detalhamento completo de todos os componentes dos subsistemas das instalações de esgoto, assim como de toda a infraestrutura necessária.
- Detalhe da passagem em elementos estruturais:** Detalhamento das aberturas nos elementos estruturais e de todas as peças a serem embutidas ou fixadas nas estruturas de concreto ou metálicas, para passagem e suporte das instalações. Todos os detalhes que interfiram com outros subsistemas deverão ser elaborados em conjunto, de forma a ficarem perfeitamente harmonizados entre si.

As plantas deverão conter legendas completas, com as informações de especificações de todos os elementos e materiais utilizados nos sistemas, incluindo seus quantitativos por prancha.

7.13.2.6. Referências

- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Resolução nº 430, de 13 de Maio de 2011. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília. DF. 2011.
- Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC. Brasília, 2016.
- Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. [s.l.]: AsBEA, 2015.
- IFC: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense. Instruções Normativas para Elaboração de Projetos de Instalação Predial de Água Fria, Água Quente, Esgoto Sanitário e Drenagem de Águas Pluviais, 2010.
- Ministério da Educação. Elaboração de Projetos de Inst. Hidráulicas e Sanitárias, 1997 Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me000577.pdf>
- NBR 10067 - Princípios Gerais de Representação em Desenho Técnico
- NBR 12208 - Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário
- NBR 13969 - Tanques Sépticos. Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos
- NBR 14486 - Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário
- NBR 5580 - Tubos de Aço Carbono para Rosca Whitworth Gás para Usos Comuns na Condução de Fluidos - Especificação
- NBR 5645 - Tubo cerâmico para Canalizações - Especificações
- NBR 5688 - Tubo e Conexões de PVC Rígido para Esgoto Predial e Ventilação -Especificação
- NBR 6943 - Conexões de Ferro Fundido, maleável, com Rosca para Tubulações - Padronização
- NBR 7229 - Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos
- NBR 7362 - Tubo de PVC Rígido com Junta Elástica, Coletor de Esgoto - Especificação

NBR 8160 - Instalações Prediais de Esgotos Sanitários

NBR 8161 - Tubos e Conexões de Ferro Fundido, para Esgoto e Ventilação - Padronização

NBR 9649 - Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário

NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho

PARANÁ. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Caderno BIM: Coletânea de Cadernos Orientadores, Curitiba: SEIL/PR, 2018. V.4.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2. (206 p.).

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2. (100 p.).

7.13.3. Instalações de Águas Pluviais

7.13.3.1. Introdução

Um projeto de Instalações de Águas Pluviais pode ser definido como um conjunto de documentos, elementos gráficos e especificações que visa definir e disciplinar as instalações de captação e drenagem de águas pluviais e sistema de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis à Edificação.

As normas da ABNT NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais e NBR 15527 - Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos, estabelecem exigências e critérios necessários ao projeto, conforme itens abaixo:

- a) Condições gerais: Materiais; Instalações de drenagem de águas pluviais; Concepção do sistema de aproveitamento de água de chuva; Calhas e condutores; Pré-tratamento; Reservatórios; Instalações prediais (ABNT NBR 5626); Qualidade da água; Tratamento; Manutenção.
- b) Condições específicas: Fatores meteorológicos; Área de contribuição; Vazão de projeto; Coberturas horizontais de laje; Calhas; Condutores verticais; Condutores horizontais.

Conforme essas normas, as exigências e critérios necessários aos projetos dessas instalações visam garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia.

No caso de haver sistema de aproveitamento de água de chuva de coberturas, serão, para fins não potáveis.

Sempre que possível, devem ser adotados os seguintes critérios de projeto:

- Garantir de forma homogênea, a coleta de águas pluviais, acumuladas ou não, de todas as áreas atingidas pelas chuvas.
- Conduzir as águas pluviais coletadas para fora dos limites da propriedade até um sistema público ou sistema de captação para aproveitamento, nos pontos onde não haja exigência de uso de água potável.
- Não interligar o sistema de drenagem de águas pluviais com outros sistemas como: esgoto sanitário, água etc.
- Permitir a limpeza e desobstrução de qualquer trecho da instalação através de caixas de ligação e poços de visita, sem que seja necessário danificar ou destruir parte das instalações.

A viabilidade da implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial depende essencialmente dos seguintes fatores: precipitação, área de captação e demanda de água. Além disso, para projetar tal sistema, deve-se levar em conta as condições ambientais locais, clima, fatores econômicos, finalidade e usos da água, buscando não uniformizar as soluções técnicas.

Deve-se também fazer uma revisão teórica acerca da instalação do sistema para captação, baseando-se nas normas que fornecem os requisitos necessários e também quais tubulações deverão ser utilizadas (materiais), acessórios, componentes, sistemas para tratamento dessa água e outros parâmetros de projeto para o dimensionamento hidráulico. No estudo devem constar o alcance do projeto, a população que utiliza a água da chuva e a determinação da demanda. Incluem-se também os estudos das séries históricas e sintéticas das precipitações da região onde será feito o projeto de aproveitamento de água da chuva.

A documentação do projeto de instalações de águas pluviais deve conter toda a informação necessária para assegurar correta e completa instalação de todos os dispositivos que compõem o sistema, como tubos, conexões, válvulas, reservatórios, medidores, peças de utilização e outros componentes que vão surgindo com o avanço tecnológico para aumentar sua eficiência.

Deve ser projetado por profissionais habilitados, considerando os seguintes entregáveis:

Entregável

Memorial Descritivo

Especificação Técnica

Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Representações Gráficas

Modelo BIM

Planilha de Serviços

Memorial de Quantificação

7.13.3.2. Memorial Descritivo

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens :

- a) Responsáveis técnicos: listar todos os responsáveis técnicos por essa fase do projeto, identificando os respectivos números das Anotações de Responsabilidade Técnica.
- b) Referências normativas: listagem de normas ou códigos específicos adotados no projeto.
- c) Levantamento de dados, com registros de vistorias ou inspeções no local, verificação e correção das informações de referência, identificação das companhias concessionárias, caracterização, análise e avaliação das condições do terreno, das edificações e das instalações existentes e aproveitáveis. Informações técnicas a produzir: Drenagem em Rede Pública - localização e cadastro da rede existente e prevista; Drenagem no Subsolo - permeabilidade e nível do lençol freático; Edificação Existente - canaletas (localização, dimensões, sentido de escoamento das águas), captação, tubulações e locais de lançamento.
- d) Caracterização das necessidades da edificação nova e das existentes a ampliar, para as instalações de águas pluviais. Informações técnicas a produzir: Identificação de necessidade de drenagem subterrânea; e Identificação de necessidade de aterro para possibilitar o escoamento superficial de águas superficiais.
- e) Alternativas de projeto para as instalações de águas pluviais (captação, drenagem e escoamento superficial), sendo apresentadas com a produção de desenhos, esquemas gráficos, diagramas, cronogra-

- ma, relatório e tabelas.
- f) Documentos de referência: informações, documentos e plantas da edificação (planta baixa, cortes etc., referentes à arquitetura e/ou demais disciplinas) que foram levantados e utilizados para elaboração do projeto.
- g) Descrição dos elementos constituintes do projeto de águas pluviais, informando os trechos constituintes, os tipos de dispositivos construtivos, e como se relacionam:
Materiais: ralos sifonados; condutores verticais e horizontais; caixas de inspeção e poços de visita; bocas de lobo e canaletas.
Sistema de aproveitamento de águas pluviais: captação, armazenamento e distribuição da água, detalhando o tratamento necessário para evitar contaminações biológicas que podem causar odores e disseminação de micro-organismos.
Sistema de impermeabilização: quando não for descrito em outro memorial, deve ser descrito em item específico no projeto de coleta de águas pluviais.
- h) Remoções e/ou demolições: se cabível, o projeto deve fornecer identificação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados, com as respectivas justificativas.
- i) Alternativas de solução, indicando os critérios técnicos, a caracterização e justificativa da solução, bem como para os materiais e dispositivos, considerando as contribuições: águas pluviais provenientes das coberturas, terraços e marquises; águas pluviais provenientes de áreas impermeáveis descobertas como pátios, calçadas, arruamento e estacionamentos; águas pluviais provenientes de superfícies receptoras permeáveis como jardins e áreas não pavimentadas; e sistema de aproveitamento de águas pluviais (se houver).
- j) Concepção final adotada: concepção final aprovada, sendo a mais vantajosa para a edificação, considerando parâmetros técnicos, econômicos e ambientais.
- k) Visão geral: descrição de toda instalação pluvial, suas interfaces, partes componentes, justificativa que evidencie o atendimento às exigências estabelecidas pelas respectivas normas técnicas e pela instrução para elaboração de projetos. Deve-se apresentar a solução adotada, evidenciando a sua compatibilidade com o projeto arquitetônico e com os demais projetos especializados e sua exequibilidade.
- l) Interferências com outras disciplinas: devem ser listados os requisi-

tos a serem atendidos pelos projetos das demais disciplinas de projeto da edificação, tais como o projeto de arquitetura, fundações e estrutura, instalações elétricas e eletrônicas, prevenção e combate a incêndio, entre outros.

7.13.3.3. Especificação Técnica

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Serviços diversos: demolições; escavação de valas; reaterro compactado; lastros (areia, brita e concreto); recomposições (pisos e asfalto); bases de concreto (unidades de tratamento e equipamentos); composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- Tubos e conexões: local; finalidade; tipo; material e tipo construtivo; classe ou espessura da parede; acabamento; tipo de extremidade; diâmetro nominal; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- Suportes: local; finalidade; tipo; material; dimensões; acabamento; características das fixações; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- Válvulas e Registros: finalidade; local; tipo; material básico do corpo e mecanismo interno; tipos de haste, castelo, tampa, disco e outros; classe; tipo de extremidade; acabamento; elementos componentes; condições especiais necessárias; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- Bombas Hidráulicas: local; finalidade; tipo de bomba; vazão; altura manométrica, de sucção, de recalque e total; NPSH (Net Positive Suction Head) disponível; material básico (carcaça, rotor, eixo, gaxeta, selo); composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- Acionadores: local; finalidade; tipo; alimentação; proteção e isolamento; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- Calhas: local; finalidade; dimensões físicas; forma; material; características físicas; elementos acessórios; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- Acessórios (Grelhas, Grades e Outros): local; finalidade; tipo; material e tipo construtivo; dimensões físicas e forma; tipo de acabamento; elementos componentes do acessório; condições especiais neces-

- sárias; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
- i) Instrumentação (medidor de nível e outros): local; finalidade; tipo; dimensões físicas e forma; faixa de operação e tolerâncias; tipo de acabamento; elementos componentes; condições especiais necessárias; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
 - j) Pintura: local; finalidade; classificação das tintas a serem usadas quanto às superfícies a serem pintadas; cores de identificação das tubulações pintadas; espessura da película e características da aplicação; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
 - k) Proteção contra Corrosão: local; finalidade; tipo; características; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
 - l) Sistema de aproveitamento de águas pluviais: cisterna; filtro; desvio “first flush”; tratamento/desinfecção; composição orçamentária e unidade de quantificação; critérios de medição e pagamento.
 - m) Ensaios e Inspeções: especificar quais operações e procedimentos de testes, medições e ensaios devem ser realizados para garantir que as instalações pluviais operem de acordo com projeto e em atendimento aos requisitos das normas técnicas e de segurança.

7.13.3.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Área de contribuição: demonstrar o cálculo da área de contribuição, deve-se considerar os incrementos devido a inclinação da cobertura e às paredes que interceptam água de chuva que também deva ser drenada pela cobertura.
- b) Vazão de Projeto: demonstrar o cálculo da vazão de projeto através do método racional a partir de dados hidrológicos da região e, na ausência destes, deve-se justificar os dados utilizados para o cálculo.
- c) Calhas: demonstrar o cálculo dos parâmetros necessários (área, perímetro e raio hidráulico) para o dimensionamento das calhas.
- d) Condutores verticais e horizontais: demonstrar o dimensionamento dos condutores.
- e) Elementos de inspeção e drenagem: demonstrar o dimensionamento de caixas de inspeção, poços de visita, boca de lobo e ca-

naletas, indicando as cotas de fundo e de tampa, cotas dos tubos afluente e efluente.

- f) Elevatória: demonstrar o dimensionamento do sistema de recalque (se existir), definição do conjunto motobomba, vazão e altura manométrica.
- g) Sistema de aproveitamento de águas pluviais: devem ser apresentados todos os cálculos referentes ao dimensionamento deste sistema, reservatórios (acúmulo e/ou retardo), unidades de recalque, unidades de tratamento (desinfecção “cloração”) ramais e suas interligações, poços de visita, caixas de inspeção e de ligação, canaletas e de outros equipamentos necessários para o perfeito funcionamento do sistema.

7.13.3.5. Representações Gráficas

7.13.3.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta da captação e drenagem de águas pluviais
Plantas do sistema de aproveitamento
Planta de disposição final

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta da captação e drenagem de águas pluviais:** calhas e canaletas; funil e caixa receptora; ralo hemisférico e plano; condutores verticais e horizontais; caixas de areia e de inspeção.
- b) **Planta do sistema de aproveitamento:** área de captação (telhado, área e piso), os elementos de condução de água (tubulações, calhas, condutores horizontais e verticais), a unidade de tratamento da água (reservatório de autolimpeza, telas ou filtros para remoção de materiais grosseiros como folhas e galhos) e o reservatório de armazenamento. Pode ainda ser necessário representar tubulação de recalque, reservatório superior (caixa d'água) e rede de distribuição dessa água.
- c) **Planta de disposição final:** córregos, rios e lagos; sarjetas, rede

pública.

7.13.3.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de situação ao nível da rua
Planta de implantação
Planta de cobertura e demais pavimentos
Planta de Prumadas
Cortes
Detalhes dos elementos de inspeção e drenagem
Detalhes das instalações de bombeamento
Planta do aproveitamento de águas pluviais
Perspectivas
Planta de remoções e demolições

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Planta de situação ao nível da rua:** Desenho em planta, em escala mínima de 1:750, indicando localização de ramais externos, redes existentes das concessionárias, posicionamento de todos os elementos de coleta e características das respectivas áreas de contribuição, com dimensões, limites, cotas, inclinação, sentido de escoamento e permeabilidade. Quando houver necessidade deve indicar as áreas detalhadas. Deve indicar o norte verdadeiro e local de armazenamento em caso de aproveitamento de águas pluviais.
- Planta de implantação:** Desenho em planta, em escala adequada, indicando implantação da obra no terreno indicando áreas a serem ampliadas e detalhadas. Deve ser colocado junto à prancha de desenho um resumo de quantidade dos materiais (tubos, conexões, calhas etc.) a serem utilizadas na execução, de forma que venha a

facilitar a manipulação e leitura do projeto.

- Planta da cobertura e demais pavimentos:** Desenhos em planta, das áreas de contribuição (terraços e marquises), em escala 1:50, contendo a indicação das tubulações quanto a material, diâmetro e declividades, e demais características dos condutores verticais, calhas, rufos e canaletas. Devem indicar águafurtada, beiral e platibanda.
- Planta de Prumadas:** Desenhos em planta, com indicação das prumadas de águas pluviais, usualmente na escala 1:50. Estes desenhos devem indicar as caixas coletoras dos condutores verticais e respectivas dimensões, apresentar o traçado em planta dos condutores horizontais, indicando diâmetros, caixas de passagem, cotas e conexões eventualmente necessárias.
- Cortes:** Desenhos em corte, extraídos do modelo digital, em escala 1:50, indicando o posicionamento dos condutores verticais, quando for necessário para melhor elucidação.
- Detalhes dos elementos de inspeção e drenagem:** As caixas de inspeção, coletoras, poços de visita, bocas de lobo, canaletas e outras peças, devem ser detalhadas separadamente, indicando as cotas de fundo e de tampa, cotas dos tubos afluente e efluente.
- Detalhes das instalações de bombeamento:** Desenhos em escala adequada, onde constem o posicionamento dimensões físicas e características das unidades de recalque, quando houver, detalhes de drenos, caixas de inspeção, de areia e coletora, canaletas, ralos, suportes, fixações, filtros e demais equipamentos para uso no sistema de captação para aproveitamento e outros;
- Planta do aproveitamento de águas pluviais:** Desenhos em escala adequada, referente ao sistema de aproveitamento da água pluvial, considerando as mesmas premissas do projeto de instalações hidráulicas e sanitárias com a inclusão de detalhamentos específicos ao sistema (ex: reservatório de autolimpeza, telas ou filtros para remoção de materiais grosseiros como folhas e galhos)
- Perspectivas:** Desenhos em perspectiva, sem escala, com os componentes do sistema.
- Plantas de remoções e demolições:** Desenhos em planta, em escala adequada, indicando remoções e/ou demolições de redes existentes e/ou interferências para passagem das novas instalações.

7.13.3.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Detalhes de instalação
Detalhe da passagem em elementos estruturais

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Detalhes de instalação:** plantas contendo desenhos de detalhamento completo de todos os componentes dos subsistemas das instalações de águas pluviais, assim como de toda a infraestrutura necessária.
- Detalhe da passagem em elementos estruturais:** Detalhamento das aberturas nos elementos estruturais e de todas as peças a serem embutidas ou fixadas nas estruturas de concreto ou metálicas, para passagem e suporte das instalações. Todos os detalhes que interfiram com outros subsistemas deverão ser elaborados em conjunto, de forma a ficarem perfeitamente harmonizados entre si.

As plantas deverão conter legendas completas, com as informações de especificações de todos os elementos e materiais utilizados nos sistemas, incluindo seus quantitativos por prancha.

7.13.3.6. Referências

Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC. Brasília, 2016.

Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. [s.l.]: AsBEA, 2015.

IFC: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense. Instruções Normativas para Elaboração de Projetos de Instalação Predial de Água Fria, Água Quente, Esgoto Sanitário e Drenagem de Águas Pluviais, 2010.

Ministério da Educação. Elaboração de Projetos de Instalações Hidráulicas e Sanitárias, 1997 Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me000577.pdf>

NBR 10067 - Princípios Gerais de Representação em Desenho Técnico

NBR 10843 - Tubos de PVC Rígido para Instalações Prediais de Águas Pluviais - Especificação

NBR 10844 - Instalações Prediais de Águas Pluviais

NBR 12213 – Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público;

NBR 12214 – Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público;

NBR 12217 – Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público

NBR 15527 – Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis

NBR 5580 - Tubo de Aço Carbono para Rosca Whitworth Gás para Usos Comuns na Condução de Fluidos - Especificação

NBR 5645 - Tubo Cerâmico para Canalizações - Especificação

NBR 5680 - Tubo de PVC Rígido, Dimensões - Padronização

NBR 8056 - Tubo Coletor de Fibrocimento para Esgoto Sanitário - Especificação

NBR 8161 - Tubos e Conexões de Ferro Fundido para Esgoto e Ventilação - Padronização

NBR 9793 - Tubo de Concreto Simples de Seção Circular para Águas Pluviais - Especificação

NBR 9794 - Tubo de Concreto Armado de Seção Circular para Águas Pluviais -Especificação

NBR 9814 - Execução de Rede Coletora de Esgoto Sanitário - Procedimento

PARANÁ. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Caderno BIM: Coletânea de Cadernos Orientadores, Curitiba: SEIL/PR, 2018. V.4.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2.

7.13.4. Modelo BIM

O Modelo BIM do projeto de Instalações Hidrossanitárias deverá ser construído isoladamente, considerando as três subdisciplinas ora contempladas (**Instalações Hidráulicas, Instalações de Esgoto e Instalações de Águas Pluviais**) e integrado às demais disciplinas do projeto por meio do modelo federado e nos momentos de trabalho colaborativo entre as diversas disciplinas principalmente o arquitetônico e o estrutural. Também deverá dar suporte para o desenvolvimento dos projetos de prevenção e combate a incêndio (PCI) e ter seu desenvolvimento

7.13.4.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Instalações Hidrossanitárias	2	<p>Os elementos de projeto estão georeferenciados, localizados e orientados com precisão em relação à origem, definidos pelos projetos de arquitetura com malha de eixos e identificação dos níveis. Todos os elementos de modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma e orientação.</p> <p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> Representação como um objeto genérico com dimensões flexíveis e determinação do posicionamento de todos os elementos/ componentes do projeto hidrossanitário (reservatórios, tubos, conexões, válvulas, registros, equipamentos, unidades de tratamento, drenos, canaletas, metais e acessórios); <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Informações de pré-dimensionamento dos projetos de hidráulica, esgoto e pluvial; Parâmetros de características técnicas (definição de materiais e tipologias); Parâmetros gerais de orçamentação e planejamento; <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo; Extração de documentação legal (aprovação e acompanhamento); Avaliação de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento);

em função do trabalho colaborativo com as equipes de gestão, fiscalização e de projeto. Ele deverá ser apresentado diretamente da plataforma aos analistas e fiscalização e entregue em mídia associado às demais pastas digitais do projeto.

Deverá atender ao menos os seguintes requisitos:

- Deve ser iniciado seguindo as referências de cotas de trabalhos dos demais projetos de instalações e arquitetura.
- O modelo deverá apresentar as tubulações com suas devidas conexões. A tubulação, sempre que possível, deverá estar efetivamente conectada com os equipamentos hidrossanitários. Em alguns softwares, a conexão com os equipamentos não acontece ou é inviável. Portanto, nestes casos, a Contratante avaliará se a falta de conexão dos elementos comprometerá os usos pré-definidos, por exemplo, a simulação de fluidos.
- As inclinações das tubulações modeladas deverão seguir fielmente as identificadas no projeto, a fim de permitir a compatibilização e a correta execução a partir do modelo.

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Projeto Básico	Instalações Hidrossanitárias	3	<p>Todos os elementos físicos das instalações hidrossanitárias formadores da construção deverão ter seus elementos modelados, georeferenciados, localizados e orientados com precisão em relação à origem, definido pelo projeto de arquitetura com malha de eixos e identificação dos níveis. Todos os elementos de modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma, orientação e interfaces com outros sistemas.</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representação como um objeto específico com dimensões definitivas e posicionamento de todos os elementos/componentes do projeto hidrossanitário (reservatórios, tubos, conexões, válvulas, registros, equipamentos, unidades de tratamento, drenos, canaletas, metais e acessórios); • Detalhamento de elementos que possuem ligação com elementos da mesma disciplina ou de disciplinas distintas. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informações de dimensionamento dos projetos de hidráulica, esgoto e pluvial; • Parâmetros específicos de orçamentação e planejamento; • Nos casos em que se aplica, deve-se definir as camadas de impermeabilização, pintura, isolamento entre outros (Ex: tubulação, reservatórios, cisternas e poços); <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elementos 3D associados às informações paramétricas que formam a edificação virtual, representando os elementos das demais disciplinas; • Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo, conforme composição do orçamento; • Extração de documentação, desenhos técnicos com informações suficientes para execução da obra sem gerar dúvidas; • Confirmação de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; • Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento) em conformidade com os parâmetros de orçamentação;
Projeto Executivo	Instalações Hidrossanitárias	4	<p>Inclui toda a descrição do LOD 3 acrescentando as seguintes:</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelagem detalhada de todos os elementos construtivos e componentes necessários para fabricação, execução, instalação e montagem dos sistemas e subsistemas das instalações hidrossanitárias conforme os parâmetros de planejamento e orçamento para a obra; • Tabelas de quantitativos precisas, que incluem as características técnicas dimensionais, localização e orientação de todos os elementos, conforme os parâmetros de planejamento e orçamentação para a obra; • Documentação de execução dos serviços (especificações, normas etc). <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Referências de fabricantes;

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
As Built	Instalações Hidrossanitárias	5	A descrição do LOD 4 incluindo as informações construtivas da obra conforme foi executada e demais informações pertinentes para manutenção preventiva e corretiva das instalações, bem como sua operação.

7.13.5. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

7.13.5.1. Levantamento Tradicional

No caso específico das Instalações Hidrossanitárias, os quantitativos de materiais e serviços podem ser agrupados conforme a seguinte estrutura:

- Instalações Hidráulicas – Água Fria e Quente:** Serviços preliminares; Subsistema de abastecimento; Subsistema de reservação; Subsistema de distribuição; Subsistema de aquecimento; Louças, metais e acessórios; Ensaio e inspeções; Manual de operação e conservação das instalações; Serviços Diversos; Demolições e/ou remoções.
- Instalações de Esgoto:** Serviços Preliminares; Subsistema de coleta; Subsistema de ventilação; Subsistema de tratamento; Disposição final; Ensaio; Manual de operação e conservação das instalações; Serviços Diversos; Demolições e/ou remoções.
- Instalações de Águas Pluviais:** Serviços preliminares; Captação e drenagem de águas pluviais; Sistema de aproveitamento de águas pluviais; Disposição final; Ensaio e inspeções; Manual de operação e conservação das instalações; Serviços Diversos; Demolições e/ou remoções.

7.13.5.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativo e características técnicas deverá ser executada preferencialmente de forma direta do modelo de instalações hidrossanitárias e ter exata correlação com as tabelas geradas para as pranchas de desenho.

Para tanto, é fundamental que os elementos estejam devidamente classificados e categorizados para os sistemas e subsistemas das instalações hidrossanitárias conforme os parâmetros de planejamento, de orçamento e devidamente orientados pelo plano de execução de projeto.

Deverá ser garantida a precisão, a consistência, a rastreabilidade e a agilidade de acessos as informações.

Todos os itens descritos nos tópicos “7.13.2.3, 7.13.3.3 e 7.13.4.3 Especificações Técnicas” deverão ter seu correlatos na quantificação e nas unidades da mesma forma que o levantamento tradicional e é de responsabilidade dos projetistas garantir a interdependência de todos os documentos técnicos com o planejamento e orçamento da obra.

À CONTRATADA é facultada a modelagem de componentes que não os exigidos neste Manual. Contudo, os quantitativos que não puderem ser levantados de forma automática deverão ser apresentados em forma tradicional e, ainda, retornar ao modelo, via software de integração, para fins de planejamento e orçamentação nas simulações.

7.14. Prevenção e Combate a Incêndio

7.14.1. Introdução

Um projeto de Prevenção e Combate a Incêndio (PPCI) pode ser definido como um conjunto de documentos, elementos gráficos e especificações, necessários para definição das medidas de segurança contra incêndios, obrigatórias em determinadas edificações.

Na elaboração dos PPCI deve-se observar uma hierarquia que, ao mesmo tempo, representa o crescente grau de detalhamento e especificidade das regras de dimensionamento dos vários sistemas componentes deste projeto, de acordo com o artigo 7º da Lei nº 13.425, de 30 de março de 2017, as diretrizes gerais estabelecidas por esta, deverão ser suplementadas por normas estaduais, municipais e do Distrito Federal, considerando as peculiaridades regionais e locais.

Conforme esses documentos (leis, decretos, normas, instruções técnicas e pareceres), as exigências e recomendações emanam fundamentalmente da proteção da vida humana, do patrimônio e, por último, da continuidade do processo produtivo, ou seja, o PPCI de uma edificação deve ser focada em duas premissas básicas: evitar o início do fogo e, havendo sua ocorrência, prever meios apropriados para confinar o fogo no seu local de origem, permitir a desocupação da edificação com segurança e rapidez e facilitar o acesso e o combate ao fogo de forma rápida e eficaz. As medidas de proteção ao fogo podem ser classificadas em passivas e ativas.

As medidas de proteção passiva são aquelas tomadas durante a fase de elaboração do projeto arquitetônico e de seus complementares, com o objetivo de evitar ao máximo a ocorrência de um foco de fogo e, caso aconteça, reduzir as condições propícias para o seu crescimento e alastramento para o resto da edificação e para as edificações vizinhas, tais como: afastamento entre edificações; segurança estrutural das edificações; compartimentações horizontais e verticais; controle da fumaça de incêndio; controle dos materiais de revestimento e acabamento; controle das possíveis fontes de incêndio; saídas de emergência; sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA); brigada de incêndio; e acesso das viaturas do corpo de bombeiros junto à edificação.

As medidas de proteção ativa, também chamadas de medidas de combate, são aquelas tomadas quando o fogo já está ocorrendo. São sistemas e equipamentos que devem ser acionados e operados, de forma manual ou automática, para combater o foco de fogo, com o objetivo de extingui-lo ou, em último

caso, mantê-lo sob controle até sua auto extinção, e também auxiliar na saída dos ocupantes da edificação com segurança e rapidez, tais como: sistema de detecção e alarme de incêndio; sistema de sinalização de emergência; sistema de iluminação de emergência; sistema de proteção por extintores de incêndio; sistema de hidrantes ou mangotinhos; sistema de chuveiros automáticos do tipo sprinkler; sistema de espuma mecânica; e sistema fixo de extinção automática por agentes gasosos.

A concepção do PPCI deve ser cuidadosamente definida desde os estágios iniciais de projeto de uma nova edificação, pois o dimensionamento de muitas de suas partes vai depender também das normas de incêndio.

Dessa forma, apresentam interveniência nas especificações de paredes, portas, corredores, número de saídas, instalações hidráulicas, elétricas, tipo de laje, material de pisos, tetos, dentre outras diretrizes de serviços, as quais terão que absorver determinadas condições de segurança.

Mesmo no caso de edificações existentes, é dever do profissional da engenharia e/ou arquitetura fazer o levantamento do imóvel e, se necessário, fazer as modificações associadas.

Para a classificação de qualquer edificação, primeiramente devem ser consideradas as atividades que serão realizadas naquele espaço, bem como o tipo de material da estrutura e o material de acabamento de obras já existentes ou definidos em projeto.

A NBR 9077 é a uma norma que trata de “Saídas de Emergência em Edifícios”, sendo a principal e mais importante NBR da área de prevenção de incêndios. É a base, tanto para as Leis Complementares citadas anteriormente, quanto para todas as Legislações de Prevenção de Incêndio pelo país. Suas recomendações devem ser seguidas para classificação das edificações quanto a sua ocupação, altura, dimensões em planta e características construtivas.

O PPCI deverá contemplar, em função da classificação da edificação, todas as medidas de segurança necessárias e quais os sistemas de proteção e combate a incêndio precisam ser projetados, conforme exigências legais e normativas, para apresentação, análise e aprovação do Corpo de Bombeiros.

Enfim, a documentação do PPCI deve conter toda a informação necessária para assegurar uma correta e completa instalação. É obrigatório para todas as edificações existentes, mesmo aquelas que se encontram em situação de construção ou reforma (naquelas que possuem ampliação de área superior a 10% da sua área total).

Deve ser elaborado apenas por profissionais habilitados (Engenheiros Civis e Arquitetos), fiscalizado e aprovado pelo Corpo de Bombeiros, mediante vistorias e concessão de alvarás, sendo exigido por órgãos públicos para qualquer imóvel, a fim de proporcionar maior segurança às pessoas, considerando os entregáveis abaixo evidenciados:

Entregável
Memorial Descritivo
Especificação Técnica
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Representações Gráficas
Modelo BIM
Planilha de Serviços
Memorial de Quantificação

7.14.2. Memorial Descritivo

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Responsáveis técnicos e número das respectivas Anotações de Responsabilidade Técnica – ART: listar todos os responsáveis técnicos por essa fase do projeto, identificando os respectivos números das ART emitidas junto ao CREA local.
- Referências normativas: listagem das normas ou códigos específicos adotados no projeto desenvolvido.
- Documentos de referência: informações, documentos e plantas da edificação (planta baixa, cortes etc., referentes ao projeto de arquitetura e/ou demais disciplinas/ instalações) que foram levantados e utilizados para elaboração do projeto.
- Concepção inicial: Análise das características arquitetônicas e estruturais do edifício e suas possíveis limitações, devendo ser abordados todos os aspectos relevantes em cumprimento às diretrizes e descrições dos projetos. Deverá apresentar as justificativas e os critérios adotados, contendo, entre outros, a análise do custo de implantação, custo operacional, confiabilidade, flexibilidade, manutenção e

cumprimento às normas do Corpo de Bombeiros e demais normas e leis pertinentes ao assunto. No caso de reforma e/ou ampliação o estudo deve levar em consideração todos os equipamentos de proteção existentes, analisando a capacidade operacional de cada equipamento, verificando necessidade de ajustes, reparos ou substituições, deve considerar as características das edificações no sentido de viabilidade de instalação dos sistemas necessários.

- Remoções e/ou demolições: se cabível, o projeto deve fornecer identificação de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, removidos ou fresados, com as respectivas justificativas;
- Alternativas de solução: devem ser apresentadas todas as alternativas de solução para o projeto, considerando a interação entre os projetistas (arquiteto e engenheiros) quanto à concepção das áreas de circulação, especificação dos materiais (paredes, pisos e forro) e posicionamento de portas e janelas que podem facilitar ou impedir o fogo de começar e se propagar.
- Concepção final adotada: concepção final aprovada, devendo ser adotada a solução mais vantajosa para a edificação, considerando parâmetros técnicos, econômicos e ambientais.
- Visão geral: descrição geral do projeto, suas interfaces, partes que o compõem, premissas e princípios, bem como justificativa que evidencie o atendimento às exigências estabelecidas pelas respectivas normas técnicas e instruções deste Manual. Além da apresentação da solução adotada, deve-se evidenciar sua compatibilidade com o projeto arquitetônico e demais disciplinas, bem como sua exequibilidade.
- Proteção passiva: descrever como se dará a execução de cada uma das medidas de proteção passiva (aplicáveis na edificação) a saber: Afastamento entre edificações; Segurança estrutural das edificações; Compartimentações horizontais e verticais; Controle da fumaça de incêndio; Controle dos materiais de revestimento e acabamento; Controle das possíveis fontes de incêndio; Saídas de emergência; Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA); Brigada de incêndio; Acesso das viaturas do corpo de bombeiros junto à edificação.
- Proteção ativa: descrever como se dará a execução de cada uma das medidas de proteção ativa (aplicáveis na edificação) a saber: Sistema de detecção e alarme de incêndio; Sistema de sinalização

de emergência; Sistema de iluminação de emergência; Sistema de proteção por extintores de incêndio; Sistema de hidrantes ou mangotinhos; Sistema de chuveiros automáticos do tipo sprinkler; Sistema de espuma mecânica; Sistema fixo de extinção automática por agentes gasosos.

- k) Interferências com outras disciplinas: devem ser listados os requisitos a serem atendidos pelos projetos das demais disciplinas de projeto da edificação, tais como o projeto de arquitetura, fundações e estrutura, instalações hidráulicas e elétricas, entre outros.

7.14.3. Especificação Técnica

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens (quando aplicáveis):

- a) Sistema de hidrante e mangotinho:

Reservatório e reserva técnica de incêndio: local; finalidade; material e tipo construtivo; dimensões; capacidade bruta; capacidade efetiva; níveis de água.

Bomba de incêndio: local; finalidade; tipo de bomba; vazão; alturas manométricas, de sucção, de recalque e total; NPSH (Net Positive Suction Head) disponível; material básico (carcaça, rotor, eixo, gaxeta, selo).

Tubulações e conexões: local; finalidade; tipo; material e tipo construtivo; classe ou espessura da parede; acabamento; tipos de extremidades; diâmetro nominal; comprimento específico ou médio.

Acessórios: local; finalidade; tipo; material e tipo construtivo; dimensões físicas e forma; tipo de acabamento; elementos componentes; condições especiais necessárias.

Válvulas e registros: local; finalidade; tipo; material básico do corpo e mecanismo interno; tipos de haste, castelo, tampa, disco e outros; classes; tipos de extremidades; acabamento; elementos componentes; condições especiais necessárias.

Hidrantes e ou mangotinhos: local; finalidade; tipo; material; diâmetro; espessura da parede; pressão máxima de trabalho; pressão de teste; pressão de ruptura; padrão (storz, NPT ou carretel).

Abrigo de mangueiras e mangotinhos: local; finalidade; tipo; material; dimensões; acabamento.

Esguicho (tipo de jato e alcance, pressão, vazão e vedação): lo-

cal; finalidade; tipo; material; dimensões; acabamento; extremidade; pressão de serviço.

Mangueira de incêndio: local; finalidade; tipo; material; dimensões; revestimentos internos e externos; pressão de serviço.

Instrumentação (manômetro, medidor de nível e outros): local; finalidade; tipo; dimensões físicas e forma; faixa de operação e tolerâncias; tipo de acabamento; elementos componentes; condições especiais necessárias.

Suportes: local; finalidade; tipo; material; dimensões; acabamento.

- b) Sistema de chuveiros automáticos ("Sprinklers"):

Fonte de abastecimento de água: local; finalidade; fonte (reservatórios, represas, rios, lagos, tanque de pressão); material e tipo construtivo; dimensões; capacidade bruta; capacidade efetiva; níveis de água.

Subsistema de bombeamento (principal) e pressurização (jockey): local; finalidade; tipo de bomba e material (carcaça, rotor, eixo, gaxeta, selo); vazão; alturas manométricas, de sucção, de recalque e total; NPSH (Net Positive Suction Head) disponível;

Válvula de governo e alarme: local; finalidade; diâmetro; elementos componentes; linha de alarme; condições especiais necessárias.

Tubulações e conexões: local; finalidade; tipo; material e tipo construtivo; classe ou espessura da parede; acabamento; tipos de extremidades; diâmetro nominal; comprimento específico ou médio.

Sprinklers: local; finalidade; tipo construtivo tipo de resposta; fator k (l/min/ bar); diâmetro do bulbo; rosca; pressão máxima de trabalho; pressão mínima de trabalho; pressão de teste; alcance do spray d'água; acabamento; material do componente (defletor, bulbo e corpo, disco obturador); temperatura de acionamento

- c) Sistema de proteção por extintores de incêndio: extintor portátil e/ou de carreta (água, gás carbônico, pó químico, espuma mecânica, espuma química, classe e capacidade): local; finalidade; tipo e modelo; capacidade; material; acabamento; elementos componentes e acessórios.

- d) Saídas de emergência (porta corta-fogo): local; finalidade; tipo, classificação; dimensões; material; acessórios.

e) Sistema de iluminação de emergência:

Painel de controle: local; finalidade; designação de função; tipo de ação (“on-off”, proporcional e outros); tipo construtivo do gabinete, com indicação do grau de proteção; relação e tipo dos componentes internos; forma de interligação elétrica entre componentes; forma de aterramento do quadro; forma de proteção e sinalização elétrica dos circuitos internos; tensão de alimentação elétrica; tensão de comando e sinalização; tipo de tratamento e acabamento do painel.

Baterias: tipo; características construtivas; tensão nominal; tensão de flutuação; tensão de equalização; capacidade.

Rede de alimentação elétrica:

Caixa de passagem - material (tipo e espessura; formato e dimensões; tipo de instalação; acabamento; furação (tamanho e localização dos furos); outros dados.

Condutes - material do corpo; tipo e modelo; rosca das entradas (bitola, tipo e localização); tipo de tampa.

Fios e cabos: condutor (material e formação); material isolante; têmpera; blindagem; classe de tensão; cores; formação do cabo; seção da parte condutora; capa protetora.

Acessórios para amarração e marcação - tipo; material; tensão de isolamento.

Eletrodutos - material (tipo, tratamento, costura); bitola nominal; tipo de rosca; classe; comprimento de peça; conexões.

Leitos para cabos, eletrocalhas e perfilados - material; forma; tipo e dimensões dos elementos construtivos; comprimento e largura; acessórios.

Conectores e terminais - material; tipo; aplicação; bitola; acessórios (trilhos, placas de extremidade, identificações).

Grupo motor gerador (se necessário) - local; finalidade; potência mínima [kva]; regime de funcionamento; tanque de base mínimo, capacidade [litros]; tensão de saída [volts]; frequência [hz]; fator de potência mínimo; motor; alternador; acessórios; quadro de transferência automática e USCA; infraestrutura.

Luminárias - tipo; aplicação; material; corpo; soquete; acabamento; fixação; tipo de lâmpada que se adapta; fiação; refletor; difusor refrator; altura de montagem; juntas vedadoras; lentes; tipo de instalação; dispositivo de articulação.

f) Sistema de detecção e alarme de incêndio:

Central de detecção e alarme; Painel repetidor e Painel sinóptico: local; finalidade; tipo; características dos ramais; tipos de sinalização e alarmes disponíveis (normal, defeito, incêndio, falta CA, falta CC, outros).

Circuitos de comando - circuito cruzado, retardador, chave de bloqueio para retardador, chave de bloqueio externa, comando de portas, comando de desligamento de equipamentos elétricos, outros.

Características construtivas e dimensionais.

Características do sistema de alimentação - tensão de alimentação principal, variação de tensão da alimentação, tensão de alimentação do sistema de emergência, consumo máximo na condição de repouso, características do carregador flutuador, outros.

Detectores de incêndio: local; finalidade; tipo; características construtivas; características do indicador; faixa de atuação.

Detector de fumaça (pontual e linear): local; finalidade; tipo; características construtivas; tipo de terminais; sensibilidade (mA); sensibilidade à fumaça (%/m); tempo de resposta (seg.); temperatura admissível (°C); tensão admissível (Vcc); indicação visual.

Detector de temperatura (pontual e linear): local; finalidade; tipo; características construtivas; tipo de terminais; características termovelocimétricas (°C/minuto); temperatura fixa (°C); tensão máxima (Vcc); condições de utilização (descartável ou auto-restaurável).

Detectores de chama: local; finalidade; tipo; características construtivas; características do indicador; características de sinalização; características de botão de alarme; faixa de atuação.

Detector por amostragem de ar: local; finalidade; tipo; características construtivas; tipo de terminais; corrente de repouso (mA, para ar limpo); sensibilidade (mA); tensão admissível (Vcc); temperatura admissível (°C); corrente máxima (mA); atividade nominal (mCi); indicação visual.

Acionadores manuais: local; finalidade; tipo; características construtivas; tipo de contato; tipo de acionador; tensão de operação; corrente admissível.

Avisadores sonoros e/ou visuais: local; finalidade; tipo; características construtivas; tensão de alimentação (Vcc); consumo (W); pressão acústica (dB a metros de distância); frequência de áudio (Hz); frequência da sinalização visual; lâmpadas utilizadas.

Eletrodutos e Eletrocalhas: material (tipo e tratamento); dimensões; classe; comprimento da peça.

Fios e cabos: local; finalidade; tipo; características de condutor; características da capa; características do isolamento; número de condutores; tensão de isolamento nominal; bitola.

Fontes de alimentação: tipo; características construtivas; tensões de alimentação; conectores e alimentação; potência (W); interruptores.

Baterias: tipo; características construtivas; tensão nominal; tensão de flutuação; tensão de equalização; capacidade.

- g) Sinalização de emergência: local; finalidade; tipo; dimensões; cores.; classificação das tintas a serem usadas quanto às superfícies a serem pintadas; cores de identificação das tubulações pintadas; espessura da película e características da aplicação. Placas fotoluminescentes de sinalização, equipamentos de prevenção de incêndio, portas, rotas de fuga e escadas, saídas, obstáculos, mudanças de direção, pavimentos em caixas de escada e outros.
- h) Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA): conforme exigências contidas no item de instalações elétricas e eletrônicas deste manual acerca do SPDA.
- i) Serviços Diversos: Demolições.

7.14.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Registro de todas as considerações, premissas técnicas, métodos de dimensionamento, detalhamento das fórmulas de cálculo e de dimensionamento de todos os elementos que compõem o projeto de Prevenção e Combate a Incêndio.
- b) Classificação da classe de ocupação e classes de risco: apresentar a classificação da edificação em função do tipo de ocupação, altura, dimensões em planta, características construtivas e carga de incêndio, conforme NBR 9077 e instruções técnicas do Corpo de Bombeiros.
- c) Determinação das medidas de segurança contra incêndio: apresentar quais as medidas de segurança necessárias, quais os sistemas de proteção e combate a incêndio que precisam ser dimensionados e presentes em cada tipo de edificação, conforme exigências legais e

normativas.

- d) Cálculo da população: dever ser realizado conforme a tabela de dimensionamento das saídas da NBR 9077. A população será a razão entre a área da edificação e o dado de “pessoas por área” fornecido pela “Tabela 15” para cada classe de ocupação.
- e) Sistema de hidrante e mangotinho: detalhar todo o processo de cálculo adotado para dimensionamento e posicionamento de todos os componentes deste sistema, composto basicamente por reserva de incêndio, bombas de recalque, rede de tubulação, hidrantes e mangotinhos, abrigo para mangueira e acessórios e registro de recalque. A principal norma utilizada para dimensionamento do sistema é a NBR 13714.
- f) Sistema de chuveiros automáticos (sprinklers): detalhar todo o processo de cálculo adotado para dimensionamento e posicionamento de todos os componentes deste sistema, composto pelas seguintes partes: abastecimento de água; sistema de bombeamento; conjunto de tubulações; e sprinklers.
- g) Sistema de proteção por extintores de incêndio: detalhar todo o processo de cálculo adotado para especificação e dimensionamento (quantidade e localização) de todos os extintores, conforme NBR 12693 e, em locais de trabalho, a NR 23 do Ministério do Trabalho.
- h) Saídas de emergência: detalhar todo o processo de cálculo adotado para o dimensionamento das saídas de emergência (portas, corredores, escadas, rampas ou combinações destes elementos), conforme parâmetros da NBR 9077 (número de saídas e tipo de escadas; distâncias máximas a serem percorridas; e largura das saídas de emergência)
- i) Sistema de iluminação de emergência: detalhar todo o processo de cálculo adotado para o dimensionamento do sistema, classificado quanto às fontes de energia a serem utilizadas (subsistema centralizado de acumuladores; grupo motor-gerador; e conjunto de blocos autônomos), suas características (fontes de energia, eletrodutos e condutores, autonomia, tipos de luminárias) e posicionamento, conforme NBR 10898, decretos estaduais/municipais e instruções técnicas do Corpo de Bombeiros.
- j) Sistema de detecção e alarme de incêndio: detalhar todo o processo de cálculo adotado para o dimensionamento dos componentes do sistema de acionamento manual (central de alarme, fonte de energia alternativa, circuito de alarme, acionadores, avisadores acústicos

- e visuais) e/ou automático (detectores de fumaça, temperatura e chama), que fornecem informações de princípios de incêndios por meio de indicações sonoras e visuais, além de controlar os dispositivos de segurança e de combate automático instalados no edifício, conforme NBR 17240.
- k) Sinalização de emergência: Apresentar os detalhes de projeto e instalação da sinalização de emergência na edificação, conforme consta nas duas partes da NBR 13434, sendo que a NBR 13434-1 trata de princípios de projeto e a NBR 13434-2 trata de símbolos e suas formas, dimensões e cores.
 - l) Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA): seguir as exigências contidas no capítulo de instalações elétricas e eletrônicas deste manual acerca do SPDA.
 - m) Laudos técnicos: apresentar as justificativas técnicas para explicar e defender uma decisão de projeto que pode ser requerido pelo Corpo de Bombeiros e deve ser acompanhado de sua respectiva ART, sendo os laudos mais comumente cobrados o de segurança estrutural e de materiais de acabamento.

7.14.5. Representações Gráficas

7.14.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes peças gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de situação
Plantas gerais dos pavimentos
Isometrias
Esquemas

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta de situação:** Desenho em planta, em escala adequada, indicando as canalizações externas, as redes existentes e outras de interesse;
- b) **Plantas gerais dos pavimentos:** Desenhos em planta, de cada nível da edificação, em escala adequada, com a localização e indicação dos componentes dos diversos sistemas que integram o PPCL;
- c) **Isometrias:** Desenhos isométricos, em escala adequada, dos sistemas de hidrantes ou mangotinho, chuveiros automáticos, com indicação de diâmetros, comprimentos dos tubos e das mangueiras, vazões nos pontos principais, cotas de elevação e outros;
- d) **Esquemas:** Desenhos esquemáticos da sala de bombas, reservatórios e abrigos, central de detecção, detectores de fumaça, acionadores manuais, sirenes de alarme, indicadores visuais, chaves, extintores, hidrantes, rede de sprinkler, iluminação de emergência, bombeamentos e demais componentes dos diversos sistemas.

7.14.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes peças gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Plantas do sistema de hidrante e mangotinho (canalização preventiva para a edificação)
Plantas do sistema de chuveiros automáticos do tipo sprinkler
Plantas do sistema fixo de extinção automática por agentes gasosos
Plantas do sistema de iluminação de emergência
Planta do sistema de sinalização de emergência
Planta do sistema de proteção por extintores de incêndio
Planta de exaustão mecânica
Planta de saídas de emergência
Planta do sistema de proteção contra descargas atmosféricas
Plantas do sistema de detecção e alarme de incêndio
Planta de remoções e demolições

Após adequação às necessidades apresentadas ao projeto pelo Corpo de Bombeiros, o projetista deverá entregar uma via dos documentos atualizados e com todas as solicitações determinadas, juntamente com o Laudo de Exigências,

para verificação final necessária para o recebimento do Projeto Básico, contendo, no mínimo, as seguintes peças gráficas:

- a) **Sistema de hidrante e mangotinho** (canalização preventiva para a edificação): Apresentar, se exigido, os elementos obrigatórios pelo Corpo de Bombeiros e, ainda:
 - **Planta Baixa**, em escala adequada, para cada nível da construção, contendo indicação das tubulações, comprimento, vazões, pressões nos pontos de interesse, cotas de elevação, registros, válvulas e outros.
 - **Planta Situação**, em escala adequada, com indicação das canalizações externas, inclusive redes existentes das concessionárias e outras de interesse.
 - **Representação isométrica**, em escala adequada, dos sistemas de hidrantes com indicação de diâmetros, comprimentos dos tubos e das mangueiras, vazões nos pontos principais, cotas de elevação e outros.
 - **Planta de Cobertura**, em escala adequada, com desenho dos barriletes e demais componentes necessários.
 - **Desenhos esquemáticos** referentes à sala de bombas, reservatórios e abrigos.
- b) **Sistema de chuveiros automáticos do tipo sprinkler**: Apresentar, se exigido, todos os elementos obrigatórios pelo Corpo de Bombeiros e, ainda:
 - **Planta Baixa**, em escala adequada, para cada nível da construção, contendo indicação das tubulações, comprimento, vazões, pressões nos pontos de interesse, cotas de elevação, registros, válvulas e outros.
 - **Planta de Cobertura**, em escala adequada, com desenho dos barriletes e demais componentes necessários.
 - **Representação isométrica**, em escala adequada, dos sistemas de chuveiros automáticos com indicação de diâmetros, comprimentos dos tubos, vazões nos pontos, cotas de elevação e outros.
- c) **Sistema fixo de extinção automática por agentes gasosos**: Apresentar, se exigido, todos os elementos obrigatórios pelo Corpo de Bombeiros e, ainda:
 - **Planta Baixa**, em escala adequada, para cada nível da construção, contendo indicação das tubulações, comprimento, difusores, cilindros, cotas de elevação, registros, válvulas e outros.
 - **Representação isométrica**, em escala adequada, dos sistemas

com indicação de diâmetros, comprimentos dos tubos, cotas de elevação, difusores, cilindros e outros.

- d) **Sistema de Iluminação de Emergência**: Apresentar, se exigido, todos os elementos obrigatórios pelo Corpo de Bombeiros e a composição do sistema, contemplando no mínimo, as seguintes informações:
 - **Plantas**, preferencialmente na escala 1:50 e 1:100, devidamente convencionadas, identificando as áreas percorridas pelos circuitos de iluminação de emergência, localização das fontes de energia, posição dos pontos de luz e demais componentes e proteções do sistema e da montagem.
 - **Detalhes** técnicos necessários para as montagens e proteções em escala compatível. Deve constar NOTA, fazendo referência quanto à bitola mínima dos condutores; queda máxima de tensão na última luminária; tipo de fonte de energia; autonomia do sistema, na temperatura mais baixa possível de ser atingida pela bateria no local da instalação; proteção dos condutores contra riscos de incêndio ou danos físicos e agressão por produtos químicos; e tempo de comutação do sistema.
- e) **Sistema de Sinalização de Emergência**: Apresentar, se exigido, todos os elementos obrigatórios pelo Corpo de Bombeiros e, ainda, uma **Planta Baixa**, em escala adequada, com os detalhes necessários para cada nível da construção, contendo indicação das sinalizações.
- f) **Sistema de Proteção por Extintores de Incêndio**: Apresentar, se exigido, todos os elementos obrigatórios pelo Corpo de Bombeiros e, ainda, uma **Planta Baixa**, em escala adequada, com os detalhes necessários para cada nível da construção, contendo indicação dos extintores, considerando os já existentes, de acordo com a ABNT-NBR 12693, ABNT-NBR 15808 e demais legislações aplicáveis.
- g) **Exaustão Mecânica**: Apresentar, se exigido, todos os elementos obrigatórios pelo Corpo de Bombeiros e, ainda, uma **Planta Baixa**, em escala adequada, contendo a indicação dos dutos de insuflamento ou exaustão de ar, quanto a materiais, comprimentos, dimensões, com elevações; bocas de insuflamento e exaustão; localização precisa dos equipamentos, abertura para tomadas e saídas de ar, pontos de consumo, interligações elétricas, comando e sinalização e outros elementos.
- h) **Saídas de emergência (Rotas de Fuga)**: Apresentar, se exigido, to-

dos os elementos obrigatórios pelo Corpo de Bombeiros e, ainda, uma **Planta Baixa**, em escala adequada, contendo indicação da rota de fuga.

- i) **Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas:** Apresentar, se exigido, todos os elementos obrigatórios pelo Corpo de Bombeiros e, ainda, uma **Planta Baixa**, cobertura e fachada, em escala adequada, com os detalhes necessários para cada nível da construção com indicação dos captosres, descidas, localização dos eletrodos de terra, localização e tipo de para-raios, localização de aterramentos, esquema, prumadas, todas as ligações efetuadas, característica dos materiais a entregar, bem como áreas de proteção estabelecidas, em plano vertical e horizontal, considerando os sistemas existentes.
- j) **Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio:** Apresentar, se exigido, todos os elementos obrigatórios pelo Corpo de Bombeiros e, ainda:
- **Plantas baixas gerais**, para cada nível da edificação, preferencialmente em escala 1:50, contendo, no mínimo: demonstração das áreas de risco; tipo e quantidade de detectores por área de risco; localização da central, painel repetidor (se houver) e painel sinóptico, detectores (de incêndio, fumaça, temperatura, chama, por amostragem de ar etc.), acionadores manuais, avisadores sonoros e/ou visuais, fonte alternativa de energia, e demais componentes do sistema; abrangência dos ramais, incluindo o trajeto dos condutores elétricos nas diferentes áreas com a identificação do material combustível do ambiente a ser protegido, diâmetros dos eletrodutos, caixas, e identificação dos bornes de ligação de todos os equipamentos envolvidos. Todos os equipamentos devem possuir numeração de circuito e sua identificação dentro do sistema. Deverá ser adotada a simbologia apresentada na tabela de símbolos para projetos de sistemas de detecção e alarme de incêndio apresentada no Anexo A da NBR 17240. As plantas deverão conter, também, legendas completas, com as informações de especificações de todos os elementos e materiais utilizados no sistema, incluindo seus quantitativos por prancha.
 - **Diagrama multifilar típico:** Planta contendo diagrama de interligação entre todos os equipamentos dos circuitos de detecção (com suas respectivas identificações no sistema), alarme e comando, e entre estes e a central, assim como a identificação dos bornes de ligação de todos os equipamentos envolvidos.
- k) **Demolições e Remoções:** Desenho em planta, em escala adequa-

da, indicando remoções e/ou demolições de redes existentes e/ou interferências para passagem das novas instalações.

7.14.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Localção dos equipamentos e seus componentes
Detalhamentos gerais
Cortes
Esquema vertical isométrico
Detalhamento motobomba
Painéis
Esquema elétrico

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Localção dos equipamentos e seus componentes:** Pranchas de desenhos em formato digital contemplando todas as áreas com a devida localção dos equipamentos e respectivos componentes representados em escalas adequadas que permitam o perfeito entendimento das informações contidas nos projetos para instalação, indicando os elementos a serem remanejados, alterados e/ou mantidos, bem como os decorrentes das novas soluções, definições ou redefinições.
- b) **Detalhamentos gerais:** Desenhos finais de plantas de todas as áreas beneficiadas pelo projeto, complementados com as listas de materiais, as características técnicas dos dispositivos e os detalhes construtivos necessários para a execução dos sistemas, bem como com os detalhamentos adicionais que se fizerem necessários;
- c) **Cortes:** Desenhos em escala adequada contendo vistas de cortes detalhados da instalação para melhor visualização do posicionamento dos componentes.
- d) **Esquema vertical isométrico:** plantas contendo detalhamen-

to isométrico de todas as “prumadas” que possuam mais de um componente na mesma posição na planta baixa, porém que devem ser instalados em alturas diferentes, para possibilitar ao instalador a correta interpretação do posicionamento de todos os componentes.

- e) **Detalhes da motobomba:** Detalhamento das instalações de acionamento de conjunto motobomba, se for o caso, e indicar detalhamentos de montagens, tubulações, fixações e outros elementos necessários à compreensão da execução.
- f) **Painéis:** Layout do painel central e dos painéis repetidores, plantas contendo desenhos das vistas interna e externa dos painéis, mostrando todos os seus componentes, inclusive os bornes e suas respectivas identificações.
- g) **Esquema elétrico:** planta contendo esquemas elétricos e/ou diagramas dos painéis e das fontes de alimentação do sistema de detecção e alarme de incêndio.

As plantas deverão conter legendas completas, com as informações de especificações de todos os elementos e materiais utilizados nos sistemas, incluindo seus quantitativos por prancha.

7.14.6. Modelo BIM

O Modelo BIM do projeto de Prevenção e Combate a Incêndio (PCI) deverá ser construído isoladamente e integrado às demais disciplinas do projeto por meio do modelo federado e nos momentos de trabalho colaborativo entre os projetistas das diversas disciplinas, equipes de gestão e fiscalização. Ele deverá

ser apresentado diretamente da plataforma aos analistas e fiscalização e entregue em mídia associado às demais pastas digitais do projeto.

Deverá atender ao menos os seguintes requisitos:

- a) Deve ser iniciado seguindo as referências de cotas de trabalhos dos demais projetos de instalações e arquitetura.
- b) O modelo deverá apresentar as tubulações com devidas conexões. A tubulação, sempre que possível, deverá estar efetivamente conectada aos equipamentos hidráulicos. Em alguns softwares, a conexão com os equipamentos não acontece ou é inviável. Portanto, nestes casos, a Contratante avaliará se a falta de conexão dos elementos comprometerá os usos pré-definidos como, por exemplo, a validação da pressão da rede de água.
- c) A sinalização e iluminação de emergência deverão ser modeladas.
- d) Para validação em softwares de checagem, como, por exemplo, o Solibri Model Checker, referente à rota de fuga definida no projeto, é indispensável que as portas estejam classificadas como portas de saídas de emergência e porta corta-fogo.
- e) Para validação de alguns parâmetros do Código de Prevenção contra Incêndio e Pânico, o modelo deverá: conter espaço conforme área mínima exigida ao redor dos extintores; conter espaço conforme área mínima exigida ao redor dos hidrantes; apresentar classificação da edificação conforme tipo de ocupação e grau de risco; apresentar propriedade de carga de incêndio; conter espaço de escada e rampas; apresentar denominação dos espaços, como Abrigo de GLP ou Central de GLP, caso não estejam denominados no projeto de instalação de gás; informar a população que ocupa a edificação; nas escadas e rampas, apresentar guarda-corpos e corrimãos, piso podotátil e acessórios antiderrapantes, quando necessário.

7.14.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	PCI	2	Os elementos de projeto estão georeferenciados, localizados e orientados com precisão em relação à origem, definidos pelos projetos de arquitetura e hidráulico com malha de eixos e identificação dos níveis. Todos os elementos de modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma e orientação.

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	PCI	2	<p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> Representação como um objeto genérico com dimensões flexíveis, e determinação do posicionamento de todos os elementos/componentes do projeto de PCI (espaços; hidrantes, mangueiras e mangotinhos; tubulação; alarme de incêndio, sprinkler e detectores de fumaça; extintores; iluminação de emergência; e sinalização de emergência). <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Informações de pré-dimensionamento dos projetos de PCI; Parâmetros de características técnicas (definição de materiais e tipologias); Parâmetros gerais de orçamentação e planejamento; <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo; Extração de documentação legal (aprovação e acompanhamento); Avaliação de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento);
Projeto Básico	PCI	3	<p>Todos os elementos físicos do projeto de PCI formadores da construção deverão ter seus elementos modelados, georeferenciados, localizados e orientados com precisão em relação à origem, definido pelo projeto de arquitetura e hidráulico com malha de eixos e identificação dos níveis. Todos os elementos de modelo são graficamente representados em termos de quantidade, dimensões, forma, orientação e interfaces com outros sistemas.</p> <p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Representação como um objeto específico com dimensões definitivas e posicionamento de todos os elementos/componentes do projeto de PCI (espaços; hidrantes, mangueiras e mangotinhos; tubulação; alarme de incêndio, sprinkler e detectores de fumaça; extintores; iluminação de emergência; e sinalização de emergência). Detalhamento de elementos que possuem ligação com elementos da mesma disciplina ou de disciplinas distintas. <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Informações de dimensionamento do projeto de PCI; Informações necessárias para a realização de simulações e análises a partir de informações do modelo em relação: ao posicionamento de extintores e acessórios (alarmes, sprinkler e detectores de fumaça); à disposição da iluminação e sinalização de emergência; Parâmetros específicos de orçamentação e planejamento; <p>O modelo deverá permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> Elementos 3D associados às informações paramétricas que formam a edificação virtual, representando os elementos das demais disciplinas;

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Projeto Básico	PCI	3	<ul style="list-style-type: none"> Quantitativos com Levantamento Automatizado por elementos do modelo, conforme composição do orçamento; Extração de documentação, desenhos técnicos com informações suficientes para execução da obra sem gerar dúvidas; Confirmação de compatibilidade com os modelos das demais disciplinas; Informações e elementos dimensionais suficientes para demonstração ordenada no tempo (planejamento) em conformidade com os parâmetros de orçamentação;
			Inclui toda a descrição do LOD 3 acrescentando as seguintes:
Projeto Executivo	PCI	4	<p>Informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Modelagem detalhada de todos os elementos construtivos e componentes necessários para fabricação, execução, instalação e montagem dos sistemas e subsistemas do projeto de PCI conforme os parâmetros de planejamento e orçamento para a obra; Tabelas de quantitativos precisas, que incluem as características técnicas dimensionais, localização e orientação de todos os elementos, conforme os parâmetros de planejamento e orçamentação para a obra; Documentação de execução dos serviços (especificações, normas etc). <p>Informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Referências de fabricantes;
As Built	PCI	5	A descrição do LOD 4 incluindo as informações construtivas da obra conforme foi executada.

7.14.7. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

7.14.7.1. Levantamento Tradicional

No caso específico do Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio, os quantitativos de materiais e serviços podem ser agrupados nas seguintes seções: serviços preliminares; sistema de hidrante e mangotinhos; sistema de chuveiros

automáticos do tipo sprinkler; sistema fixo de extinção automática por agentes gasosos; sistema de iluminação de emergência; sistema de sinalização de emergência; sistema de proteção por extintores de incêndio; exaustão mecânica; saídas de emergência (rota de fuga); sistema de proteção contra descargas atmosféricas; sistema de detecção e alarme de incêndio; serviços diversos: demolições e/ou remoções (informação quantitativa de áreas, elementos, redes, instalações e/ou edificações a serem demolidos, separando o tipo de demolição, manual ou mecânica).

7.14.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos e características técnicas deverá ser executada preferencialmente de forma direta do modelo de prevenção e combate a incêndio e ter exata correlação com as tabelas geradas para as pranchas de desenho. Para tanto é fundamental que os elementos estejam devidamente classificados e categorizados para os sistemas e subsistemas de PCI conforme os parâmetros de

planejamento, de orçamento e devidamente orientados pelo plano de execução de projeto. Deverá ser garantida a precisão, a consistência, a rastreabilidade e a agilidade de acessos as informações.

Todos os itens descritos na Especificação Técnica deverão ter seus correspondentes na quantificação e unidades. E, da mesma forma que o levantamento tradicional, é de inteira responsabilidade dos projetistas garantir a interdependência de todos os documentos técnicos com o planejamento e orçamento da obra.

À CONTRATADA é facultada a modelagem de componentes que não os exigidos neste Manual. Contudo, os quantitativos que não puderem ser levantados de forma automática deverão ser apresentados em forma tradicional e, ainda, retornar ao modelo, via software de integração, para fins de planejamento e orçamentação nas simulações.

7.14.8. Referências

Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC. Brasília, 2016.

Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. [s.l.]: AsBEA, 2015.

NBR 10897 – Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiro automático

NBR 10898 – Sistema de iluminação de emergência

NBR 11742 – Porta corta fogo para saída de emergência

NBR 11785 – Barra antipânico

NBR 11836 – Detectores automáticos de fumaça para proteção contra incêndio

NBR 12693 – Sistemas de proteção por extintores de incêndio

NBR 12779 – Mangueiras de incêndio – Inspeção, manutenção e cuidados

NBR 13434-1 – Sinalização de segurança contra incêndio – Parte 1: Princípios de projeto

NBR 13434-2 – Sinalização de segurança contra incêndio – Parte 2: Símbolos e suas formas, dimensões e cores

NBR 13434-3 – Sinalização de segurança contra incêndio – Parte 3: Requisitos e métodos de ensaio

NBR 13714 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio

NBR 13848 – Acionador manual para utilização em sistemas de detecção e alarme de incêndio

NBR 14432 – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações

NBR 15808 – Extintores de incêndio portáteis

NBR 15809 – Extintores de incêndio sobrerrodas

NBR 17240 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos

NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão

NBR 5667 – Hidrantes urbanos de incêndio

NBR 9077 – Saídas de emergência em edifícios

NBR 9441 – Execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio

NBR ISO 7240-1 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio Parte 1: Generalidades e definições

NBR ISO 7240-11 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio Parte 11: Acionadores manuais.

NBR ISO 7240-13 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio Parte 13: Avaliação de compatibilidade dos componentes do sistema.

NBR ISO 7240-2 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio Parte 2: Equipamentos de controle e de indicação

NBR ISO 7240-20 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio Parte 20: Detectores de fumaça por aspiração.

NBR ISO 7240-23 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio Parte 23: Dispositivos de alarme visual.

NBR ISO 7240-25 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio Parte 25: Componentes utilizando meios de transmissão por rádio.

NBR ISO 7240-3 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio Parte 3: Dispositivo de alarme sonoro.

NBR ISO 7240-4 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio Parte 4: Fontes de alimentação.

NBR ISO 7240-5 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio Parte 5: Detectores pontuais de temperatura.

NBR ISO 7240-7 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio Parte 7: Detectores pontuais de fumaça utilizando dispersão de luz ou ionização.

NBR ISO/TS 7240-9 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio Parte 9: Ensaio de fogo para detectores de incêndio.

NFPA 13 – Standart for the Installation of Sprinkler Systems

NFPA 2001 – Standard on clean agent fire extinguishing systems

NFPA 72 – National Fire Alarm Code

Normas, Decretos e Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado relativo ao projeto.

NR 23 – Proteção contra incêndio

NR 26 – Sinalização de Segurança

PARANÁ. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Caderno BIM: Coletânea de Cadernos Orientadores, Curitiba: SEIL/PR, 2018. V.4.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2.

7.15. Drenagem

7.15.1. Introdução

O Projeto de Drenagem consiste no desenvolvimento de soluções técnicas para a proteção contra a ação das águas pluviais e subterrâneas dos serviços de terraplenagem e de pavimentação. As grandes áreas que necessitam ser drenadas em um aeroporto requerem um sistema economicamente bem dimensionado.

Os objetivos do Projeto de Drenagem são: drenar rapidamente as águas pluviais das áreas pavimentadas; proteger os serviços de terraplanagem, principalmente os taludes de corte e de aterro; conduzir, quando necessário, os deflúvios que afluem à plataforma da faixa de pista a pontos de lançamento adequados; impedir a deterioração de subleitos e pavimentos conduzindo as águas profundas e subsuperficiais para locais convenientes de deságue.

A apresentação deverá conter uma descrição detalhada das soluções adotadas, incluindo a integração com possíveis redes existentes, e o dimensionamento de todos os dispositivos de drenagem. Contempla ainda a descrição e os cálculos dos elementos necessários para atender medidas mitigadoras ambientais, como por exemplo caixas separadoras de água e óleo ou emissários.

O projeto de Drenagem está interrelacionado com o projeto de Terraplanagem. A integração entre os projetistas no desenvolvimento destes projetos deve ser contínua e colaborativa, e os resultados das interferências devem ser registradas na documentação do projeto.

O projeto deverá ser modelado digitalmente, de onde serão extraídas todas as informações para a apresentação dos projetos básico e executivo.

A presente disciplina contempla os seguintes entregáveis:

Entregável
Estudo Hidrológico
Memorial Descritivo
Especificação Técnica
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Modelo BIM

 Representações Gráficas

 Planilha de Serviços

 Memorial de Quantificação

7.15.2. Estudo Hidrológico

O Estudo Hidrológico tem como objetivo descrever todas as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto de drenagem, a partir da coleta de dados hidrológicos e da definição as bacias de contribuição.

Deverá atender aos seguintes requisitos:

- a) Legislação local: Realizar uma pesquisa nos órgãos ambientais locais ou no município ou no estado sobre legislações ou normas que definam ou estabeleçam regras para o projeto de drenagem ou obrigações para o lançamento das águas pluviais drenadas nos corpos hídricos ou sistemas de drenagem pluvial existentes. Detalhar e listar as normas ou instruções ou legislações indicando os pontos que deverão ser seguidos no desenvolvimento do projeto de drenagem do aeroporto.
- b) Corpos hídricos: Identificar os corpos hídricos existentes que poderão ser utilizados para o lançamento das águas pluviais ou daqueles que precisam sofrer alterações de curso por conta dos serviços de terraplanagem. Ilustrar com fotos.
- c) Rede de drenagem existente: Identificar e detalhar todas as redes de drenagem existentes na área de influência do projeto. Resumir as dimensões, declividades e demais informações dos trechos que poderão ser utilizados ou aproveitados no projeto de drenagem. Ilustrar com fotos.
- d) Dados Pluviométricos: Indicar e caracterizar o posto ou estação meteorológica oficial de onde foram coletados os dados de chuvas; os respectivos períodos de observação; apresentar em gráficos ou tabelas as informações relativas a média anual de chuvas da região; média mensal; número de dias de chuva por mês; total anual; alturas máximas e mínimas; precipitação total; indicação do trimestre mais chuvoso e mais seco; para cada ano, indicar o valor da precipitação máxima diária e formar a série histórica de máximos anuais.
- e) Dados Fluviométricos: Necessária a apresentação caso haja alguma

interferência com o projeto de drenagem ou terraplanagem. Apresentar os fluviogramas das alturas d'água médias, máximas e mínimas mensais, dos rios ou cursos d'água ou registros de cheia máxima dos cursos d'água menores, desprovidos de medidores, o qual deverá ser feito por meio de vestígios e informações locais; apresentação das informações dos postos fluviométricos da região de interesse para o projeto, com identificação das entidades que os operam e os calendários de observação; curvas de frequência de níveis; curvas de descargas; levantamentos topo-hidrológicos nas travessias dos principais cursos d'água, que possibilitem a elaboração de projeto de implantação de pontes ou bueiros celulares de grandes dimensões.

- f) Tempo de Recorrência: Intervalo estimado entre ocorrências de chuvas de igual magnitude. Indicar o Tempo de Recorrência a ser considerado nos dimensionamentos de cada um dos elementos de drenagem. Indicar a referência bibliográfica (norma ou lei).
- g) Lençol freático: Extrair das sondagens apresentadas no relatório geotécnico um resumo com as alturas do nível do lençol freático ao longo de toda a área a ser pavimentada.
- h) Permeabilidade do terreno: Extrair dos ensaios apresentados no relatório geotécnico um resumo com os parâmetros do tipo e horizontes do solo natural e suas permeabilidades, a fim de se avaliar a possibilidade de construção de bacias de infiltração.
- i) Equação das Chuvas: Processar os dados pluviométricos para a obtenção das Curvas IDF - Intensidade x Duração x Frequência para os tempos de recorrência definidos anteriormente. Descrever o método utilizado e indicar a referência bibliográfica.

7.15.3. Memorial Descritivo

O Memorial descritivo do Projeto de Drenagem deverá descrever a concepção do sistema a ser projetado e, também, as redes que irão compor o sistema, devendo conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Soluções de drenagem: Descrição detalhada das soluções adotadas, indicando os critérios técnicos adotados, a caracterização e justificativa clara para as intervenções de drenagem a serem realizadas, bem como para os materiais e dispositivos a serem utilizados na solução. Informar o local e a necessidade de se implantar as caixas separadoras de água e óleo e sua interligação com o sistema. Indicar a forma e os pontos de deságue e as soluções para que não

ocorram erosões nas saídas d'água. Justificar a necessidade de implantar bacias ou lagoas de infiltração deixando claro as formas de evitar a atração de fauna, especialmente pássaros, nas proximidades do aeroporto. Incluir as referências bibliográficas utilizadas. Identificar possíveis pontos de acessos de animais ou pessoas pelas redes de drenagem e apresentar a solução de projeto para impedir estes acessos, em especial na área operacional do aeroporto. Comprovação clara de que as soluções atendem a necessidade de drenagem destacando-se os quantitativos de drenagem esperados e suportados pelo sistema receptor.

- b) Descrição das Redes: Identificar as redes de drenagem e descrever todos os seus elementos, informando as bacias de contribuição, os trechos constituintes, os tipos de dispositivos construtivos, e como se relacionam.
- c) Interferências com outras disciplinas: Listar todas as interferências com os projetos de terraplanagem, por exemplo espaço para as canaletas fora da faixa de pista; projetos de pavimentação, como as canaletas do pátio e drenos de pavimentos. Indicar as interferências também entre a rede de drenagem nova com a rede existente. Mostrar que foram tratadas e resolvidas.
- d) Demolições ou remoções de elementos de drenagem existentes: indicação e as justificativas para a demolição ou remoção dos elementos de drenagem.

7.15.4. Especificação Técnica

Cada um dos serviços de drenagem deverá possuir uma especificação técnica descrevendo os detalhes de execução, controle, aceitação e medição do serviço, devendo conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Identificação do serviço por código conforme padrão deste Manual.
- b) Separação dos serviços por elementos de drenagem.
- c) Separação dos serviços pelas dimensões dos dispositivos de drenagem.
- d) Separação dos serviços em função das características dos materiais dos dispositivos de drenagem.
- e) Definição da forma de execução dos serviços de drenagem.
- f) Fixação da resistência mínima do concreto a ser utilizado para a construção dos elementos de drenagem, como canaletas, caixas,

tubos, descidas, dissipadores etc., assim como os tipos de formas de madeira ou metálicas

- g) Definição do tipo de aço para as armaduras.
- h) Definição da classe de resistência das tampas e grelhas em ferro fundido.
- i) Indicação, caso exista, de restrições de horário ou de condição climática para a execução dos serviços;
- j) Definição das unidades para quantificação e de medição dos serviços;
- k) Definição dos controles tecnológicos e topográficos, os critérios de aceitação e de medição dos serviços ou referenciá-los às especificações de serviços de órgãos consagrados (DNIT, DIRINFRA, ABNT), ajustando-as às necessidades do projeto.

7.15.5. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Bacias de Contribuição: Extrair do modelo BIM as informações de drenagem das bacias que irão contribuir com volume de água a ser drenado por um determinado elemento de drenagem. Deverá conter a área, declividades máximas, tipo de cobertura, o coeficiente de deflúvio considerado, a vazão de contribuição e o tempo de concentração, incluindo o método utilizado para a determinação destes parâmetros.
- b) Dimensionamento das Redes: Descrever os métodos de dimensionamento utilizados no cálculo dos dispositivos de drenagem, incluindo a referência bibliográfica. Apresentar os parâmetros dos materiais e dos dispositivos de cada um dos trechos considerados no projeto, como o coeficiente de Manning, declividade e comprimento, cotas de entrada e de saída. Descrever, para todos os dispositivos, os resultados dos cálculos das vazões, intensidade no fim do trecho, tempos de concentração, tempo de escoamento e tempo de entrada, altura da lâmina d'água, raio hidráulico e a capacidade de descarga do dispositivo. Verificar se o percentual de enchimento do dispositivo está de acordo com o previsto no método, assim como a velocidade da água na saída.
- c) Demonstrar por meio de simulação por software no modelo BIM que os cálculos e o funcionamento do sistema de drenagem estão adequados. Incluir no relatório imagens das condições críticas obti-

- das das simulações considerando todos os parâmetros de projeto.
- d) Dimensionamento das caixas separadoras de água e óleo: Descrever o sistema das caixas separadoras de água e óleo utilizando o critério do *first flush*. Avaliar os volumes e concentrações de óleos, bem como a capacidade do sistema em fazer a filtragem. Definir o posicionamento da tubulação do by-pass.
 - e) Dimensionamento dos emissários de seção reduzida: No caso de serem utilizadas bacias de acumulação para saídas em emissários de seção reduzida, deverão constar os cálculos dos volumes das bacias de acumulação, os volumes de entrada e de saída, a altura máxima da lâmina d'água e o tempo de concentração.
 - f) Dimensionamento das bacias de infiltração: No caso de serem utilizadas bacias de infiltração no sistema de drenagem, o memorial deverá apresentar os cálculos dos volumes das bacias considerando as vazões de entrada, os tempos de concentração e a permeabilidade do terreno.
 - g) Dimensionamento dos drenos subterrâneos do pavimento: Descrever os métodos de dimensionamento utilizados, incluindo as referências bibliográficas. Indicar as espessuras obtidas das camadas drenantes, a granulometria dos materiais, as dimensões dos drenos profundos e as saídas de água.
 - h) Notas de Serviço de Drenagem: Planilha contendo as informações referentes à estaca, offset, coordenadas UTM Norte e Este, cota do ponto no nível do topo e fundo das caixas e tubulações das redes de drenagem.

7.15.6. Representações Gráficas

7.15.6.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta geral de drenagem
Plantas específicas

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta geral de drenagem:** Desenhos em planta, extraídos do modelo BIM, em escala de 1/2000 a 1/1000 ou adequada ao tamanho do projeto, com a localização e posicionamento de todos os elementos do sistema de drenagem superficial com o objetivo de permitir a visualização global da abrangência do sistema de drenagem superficial do sistema de pistas. Deverá constar a identificação dos elementos do sistema por codificação alfanumérica, direção e sentido do escoamento, declividades, bem como as dimensões dos elementos com base no memorial de cálculo e dimensionamento. Identificação dos elementos a serem demolidos ou removidos. O desenho deverá apresentar as curvas de nível do piso acabado das superfícies de projeto contribuintes, a geometria do sistema de pistas, as áreas pavimentadas destacadas, com tabelas de quantitativos totais dos dispositivos, extraídos automaticamente do modelo.
- b) **Plantas específicas:** Dependendo do escopo do anteprojeto, plantas adicionais com detalhes da Drenagem poderão ser entregues para melhor exemplificar algum ponto descrito no trabalho.

7.15.6.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta geral de drenagem
Planta de detalhes das redes
Planta de detalhes dos dispositivos
Planta de detalhes da drenagem profunda
Planta de elementos e dispositivos de drenagem a serem demolidos

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta geral de drenagem:** Desenhos em planta, extraídos do modelo BIM, em escala de 1/2000 a 1/1000 ou adequada ao tamanho do projeto, com a localização e posicionamento de todos os elementos do sistema de drenagem superficial com o objetivo de permi-

tir a visualização global da abrangência do sistema de drenagem superficial do sistema de pistas. Deverá constar a identificação dos elementos do sistema por codificação alfanumérica, direção e sentido do escoamento, declividades, bem como as dimensões dos elementos com base no memorial de cálculo e dimensionamento. O desenho deverá apresentar as curvas de nível do piso acabado das superfícies de projeto contribuintes, a geometria do sistema de pistas, as áreas pavimentadas destacadas, com tabelas de quantitativos totais dos dispositivos, extraídos automaticamente do modelo.

- b) **Planta de detalhes das redes:** Cada uma das redes de drenagem deverá possuir desenhos em escala variando entre 1/1000 a 1/250, ou adequada ao tamanho da rede, extraídos do modelo BIM, detalhando a indicação dos limites das áreas de contribuição tendo como fundo as curvas de nível de piso acabado das superfícies contribuintes, a geometria do sistema de pistas, as áreas pavimentadas destacadas. Deverão conter os perfis longitudinais dos dispositivos de drenagem nos quais deverão estar indicados: o perfil do terreno natural, o perfil da superfície acabada do projeto de terraplanagem e os perfis da geratriz inferior do dispositivo de drenagem. Deverão ser indicados os níveis de fundo, topo, entrada e saída dos dispositivos interligados. Deverá conter a tabela de quantitativos dos dispositivos da rede apresentada no desenho, extraídos automaticamente do modelo.
- c) **Planta de detalhes dos dispositivos:** Plantas de detalhes de todos os dispositivos, em planta, elevações e cortes, com cotas e detalhes dos materiais e armaduras de aço. Deverá conter tabelas de consumo de materiais para cada dispositivo, alturas das caixas identificadas por código alfanumérico.
- d) **Planta de detalhes da drenagem profunda:** Desenhos em planta com a localização e posicionamento de todos os elementos do sistema de drenagem dos pavimentos e sua interligação aos dispositivos do sistema de drenagem superficial, contemplando também, cortes ou seções transversais contendo os detalhes dos materiais e as dimensões dos elementos. Estas plantas deverão ser extraídas do modelo BIM de pavimentação.
- e) **Planta de elementos e dispositivos de drenagem a serem demolidos:** Identificação dos elementos a serem demolidos ou removidos; localização e detalhamento dos elementos a serem demolidos e removidos, com cores que os destaquem no desenho em relação aos elementos que serão mantidos ou acrescentados. Deta-

lhamento com legenda e cotas que permitam avaliar as dimensões dos elementos em destaque.

7.15.6.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de formas dos dispositivos

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta de formas dos dispositivos:** Detalhamento em nível executivo das formas para a conformação dos elementos de concreto da drenagem. Deverá conter tabelas de consumo de formas para cada dispositivo, cotas e dimensões.

7.15.7. Modelo BIM

O Modelo BIM do projeto de Drenagem deverá ser apresentado diretamente da plataforma aos analistas e à fiscalização e entregue em mídia associada às demais pastas digitais do projeto. O Modelo poderá ser elaborado em arquivo separado, usando o Modelo BIM de Terraplanagem como referência automática. Entretanto, deverá ser preparado um modelo BIM final integrando todas as disciplinas do projeto.

Deverá conter ao menos os seguintes requisitos:

- a) Canaletas ou valetas modeladas em montagens ou submontagens (assemblies) seguindo os corredores do projeto de terraplanagem nos pontos onde elas devem existir.
- b) Bueiros, bocas de bueiros, caixas coletoras e caixas de passagem, saídas de água, dissipadores deverão estar associados ao terreno do projeto final e modelados com base nas ferramentas do programa de modelagem. Caso algum dispositivo seja criado em arquivo diferente ao das bibliotecas disponíveis, deverão ser entregues também os arquivos de criação dos dispositivos.

7.15.7.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Ante-projeto	Drenagem	2	Os elementos de projeto estão georeferenciados e localizados com precisão em relação à origem em função de estarem baseados em topografia. As informações gráficas incluem: <ul style="list-style-type: none"> · Planta geral de drenagem · Plantas específicas · O modelo deve permitir a estimativa de quantitativos de serviços de Drenagem.
Projeto Básico	Drenagem	3	Todos os elementos gráficos do LOD 2 e ainda: As informações gráficas: <ul style="list-style-type: none"> · Fases do projeto. · Planta(s) de detalhes das redes · Planta(s) de detalhes dos dispositivos com as dimensões dos elementos de drenagem; · Planta(s) de detalhes da drenagem profunda · Superfícies superior e inferior de canais, valas, canaletas. E as seguintes informações não gráficas: <ul style="list-style-type: none"> · Identificador exclusivo do componente de construção ou de demolição conforme padrão deste Manual · Interferências com outras disciplinas. · Tipos de componentes ou de materiais nas superfícies, nos perfis e nas seções tipo · Materiais (concreto, PEAD, Ferro Fundido de tampões e grelhas). · Dados referentes à data e responsáveis pelo levantamento topográfico, nuvem de pontos, ortofoto. · Dados referentes à data e responsáveis pela modelagem da drenagem. O modelo deve permitir a extração precisa de quantitativos de serviços de Drenagem e a coordenação 4D.
Projeto Executivo	Drenagem	4	A descrição do LOD 3 incluindo as seguintes informações não gráficas: <ul style="list-style-type: none"> · Planta(s) de formas dos dispositivos · Componentes necessários para a implantação e execução no campo. · Documentação de execução dos serviços (especificações, normas etc).
As Built	Drenagem	5	A descrição do LOD 4 incluindo as informações construtivas.

7.15.8. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- a) Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- b) Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

Os serviços de drenagem deverão ser quantificados de forma geométrica não devendo ser aplicados fatores excedentes ou de perda.

Os quantitativos deverão ser separados em função dos seguintes critérios:

- a) Separação dos serviços por elementos de drenagem.
- b) Separação dos serviços pelas dimensões dos dispositivos de drenagem.
- c) Separação dos serviços em função das características dos materiais dos dispositivos de drenagem.
- d) Divisão dos quantitativos dos serviços de drenagem por fases, conforme o planejamento da obra.
- e) Divisão dos quantitativos de demolição ou remoção por tipos de materiais (concreto simples; concreto armado; alvenaria, tubulação de aço; tubulação de PEAD etc.); por dimensões ou espessuras (bueiros de 400mm; bueiros de 600mm etc.); e por formas de demolição ou remoção (manual, mecânica etc.).

7.15.8.1. Levantamento Tradicional

Os quantitativos referentes aos serviços de drenagem são obtidos a partir dos desenhos de forma não automática, sendo necessário somar manualmente cotas das extensões dos trechos de canaletas ou valas e, ainda, somando-se as unidades de caixas ou de outros elementos de drenagem.

7.15.8.2. Levantamento Automatizado

O Levantamento Automatizado dos quantitativos de serviços de drenagem será feita a partir do modelo BIM, por meio da criação de materiais referentes aos

elementos a serem construídos, demolidos ou removidos e que deverão constar de tabelas automáticas no modelo digital. As tabelas são automáticas e sincronizadas com o modelo BIM, de forma que qualquer alteração na modelagem promova atualização automática delas. As tabelas devem conter o quantitativo de todos os elementos de drenagem a serem construídos, demolidos e/ou removidos em conformidade com as unidades previstas nos itens de orçamentação.

7.15.9. Referências

ABNT NBR 10160: Tampões e grelhas de ferro fundido dúctil - Requisitos e métodos de ensaios

ABNT NBR 15396: Aduelas (galerias celulares) de concreto armado pré-moldadas - Requisitos e métodos de ensaios

ABNT NBR 15645: Execução de obras de esgoto sanitário e drenagem de águas pluviais utilizando-se tubos e aduelas de concreto

ABNT NBR 8890: Tubo de concreto de seção circular para água pluvial e esgoto sanitário - Requisitos e métodos de ensaios

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 154. Projeto de Aeródromos.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA TERRESTRE, Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem, Publicação IPR 736.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5200-33C – Hazardous wildlife attractants on or near airports.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5320-5D – Airport Drainage Design.

ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. "Airports", Volume I do Anexo 14 da Convenção de Aviação Civil Internacional de Chicago. Montreal, Canadá.

7.16. Sinalização Horizontal

7.16.1. Introdução

A sinalização horizontal é composta de marcas, símbolos e legendas, apositos sobre o pavimento da pista de pouso e decolagem, pistas de rolamento e pátios. Contempla também a sinalização horizontal viária de vias de serviço, acessos e estacionamento de veículos. A sinalização horizontal, por ser padronizada, tem a capacidade de fornecer informações importantes do sistema de pistas aos pilotos, aumentando a consciência situacional e a segurança e fluidez das operações. Permite, ainda, ordenar o fluxo de tráfego, canalizar e orientar as aeronaves nos deslocamentos.

O Projeto de Sinalização Horizontal, portanto, irá definir, com base no Regulamento RBAC 154 e da Instrução Suplementar – IS 154-001A e normas da ABNT as dimensões, cores e locação de todas as marcações e padrões necessários sobre a superfície dos pavimentos. Complementarmente, outras referências, como o Anexo 14 e seus Manuais (Doc 9157 Parte 4), Apron Markings and Signs Handbook da ACI, a Circular da FAA AC 150/5340-1M “Standards for Airport Markings” poderão ser utilizadas desde que não contrariem as instruções da ANAC.

Deverá abranger o sistema de pistas de pouso e decolagem, pistas de rolamento, pátios de aeronaves, assim como as vias de serviço operacional e outros, demarcando os limites das intervenções e a influência delas sobre a sinalização existente.

O projeto poderá ser elaborado e apresentado em 2D. Independentemente de ser em 2D, todas as marcações e elementos do projeto deverão ser elaborados em escala real, de forma que os quantitativos e detalhes possam ser obtidos e apresentados de forma automática do modelo digital.

Caso o aeroporto já possua um modelo digital de toda sinalização horizontal, o projeto deverá ser elaborado utilizando o modelo existente.

A presente disciplina contempla os seguintes entregáveis:

Entregável
Memorial Descritivo
Especificação Técnica

Entregável
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Modelo BIM
Representações Gráficas
Planilha de Serviços
Memorial de Quantificação

7.16.2. Memorial Descritivo

O Memorial Descritivo do Projeto de Sinalização Horizontal é uma descrição detalhada do objeto projetado e deverá apresentar as soluções técnicas adotadas e informando as respectivas justificativas.

Muitos dos elementos e das informações do Projeto de Sinalização Horizontal serão extraídos diretamente do Projeto Geométrico.

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Considerações Fundamentais: Definição dos Códigos de Referência da(s) pista(s) de pouso e decolagem, da(s) pista(s) de rolamento e do(s) pátios. Definição da regra de voo, se visual ou por instrumento não precisão ou precisão. Detalhar os fluxos de movimentos das aeronaves, restrições de aeronaves em determinadas pistas de rolamento ou pátio.
- Distâncias Declaradas: Extrair do projeto geométrico as distâncias declaradas e verificar se há necessidade de realizar a pintura de cabeceira recuada.
- Rosa dos Ventos: Extrair do projeto geométrico para identificar os números de designação das cabeceiras.
- Aeronaves do Projeto: Indicar todas as aeronaves que irão contribuir para o desenvolvimento do projeto, inclusive da aeronave crítica. Indicar a tabela de raios para os ângulos de giro a serem utilizados no dimensionamento das curvas.
- Posições de estacionamento no pátio: Extrair do projeto Geométrico o número de posições de estacionamento por tipo de aeronave, o tipo de operação, se push back ou PIPO (power in / power out) no pátio.

- f) Marcações da Sinalização Horizontal da(s) PPD: Descrição completa de todas as marcações a serem aplicadas na(s) PPD. Cada tipo deverá possuir um quadro resumo contendo a denominação da marcação; o item de enquadramento no RBAC 154; o código de referência da pista; as dimensões das marcas; a localização na PPD; a Cor da marcação e a cor do contraste (se houver); e, quando necessário, uma imagem ilustrativa da marca. Importante registrar todos as marcas descritas no RBAC, mesmo as que não serão utilizadas, devendo ser sinalizadas como: não aplicável. Inserir aqui as marcas do Blast Pad.
- g) Marcações da Sinalização Horizontal da(s) Pista(s) de rolamento: Descrição completa de todas as marcações a serem aplicadas na(s) Pista(s) de Rolamento. Cada tipo deverá possuir um quadro resumo contendo a denominação da marcação; o item de enquadramento no RBAC 154 ou no Manual da ICAO Parte 4; o código de referência da pista; as dimensões das marcas; a localização na Pista de Rolamento; a Cor da marcação e a cor do contraste (se houver); e, quando necessário, uma imagem ilustrativa da marca. Importante registrar todos as marcas descritas no RBAC, mesmo as que não serão utilizadas, devendo ser sinalizadas como: não aplicável.
- h) Marcações da Sinalização Horizontal do(s) Pátio(s): Descrição completa de todas as marcações a serem aplicadas no(s) Pátio(s). Cada tipo deverá possuir um quadro resumo contendo a denominação da marcação; o item de enquadramento no RBAC 154 ou no Manual da ICAO Parte 4 ou no Manual da ACI; as dimensões das marcas; a localização no Pátio; a Cor da marcação e a cor do contraste (se houver); e, quando necessário, uma imagem ilustrativa da marca. Importante registrar todos as marcas descritas no RBAC, mesmo as que não serão utilizadas, devendo ser sinalizadas como: não aplicável.
- i) Marcações da Sinalização Horizontal das Vias de Serviço: Descrição completa de todas as marcações a serem aplicadas na(s) Via(s) de Serviço, resumidas em um quadro contendo a denominação da marcação; o item de enquadramento no RBAC 153 ou 154, na IS 154-001A ou no Manual da ACI; as dimensões das marcas; a localização no Pátio; a Cor; e, quando necessário, uma imagem ilustrativa da marca.
- j) Outras Marcações: Detalhar outras marcações não previstas nos itens anteriores, caso sejam necessárias.
- k) Tintas de Sinalização: Descrever os tipos de tintas e as cromácidas a serem aplicadas, certificando que não irão causar danos no pavimento.

7.16.3. Especificação Técnica

As especificações técnicas dos serviços de Sinalização Horizontal deverão conter, no mínimo, as seguintes informações:

- Definição dos tipos de tintas e as referências técnicas das cores a serem utilizadas, destacando os requisitos mínimos descritos na Norma NBR 8.169 como critério de aceitação.
- Definir a forma de execução, os tipos de equipamentos para pintura mecânica e de ferramentas para a pintura manual.
- Definir o controle tecnológico, as tolerâncias nas dimensões e as formas de aceitação e medição dos serviços e todos os itens que devem ser considerados para o orçamentista elaborar a composição do custo unitário dos serviços.

7.16.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Dimensionamento das faixas da pintura de cabeceira de pista: Apresentar o cálculo que definiu a largura das faixas e dos espaçamentos entre faixas da pintura da cabeceira de pista.
- Dimensionamento das faixas da pintura de eixo de pista: Apresentar o cálculo que definiu o comprimento das faixas de eixo de pista e dos espaçamentos entre as faixas.
- Dimensionamento das curvas da área de Giro: Quando houver área de giro, extrair do projeto geométrico o cálculo dos raios e ângulos de giro que definem o giro das aeronaves nas cabeceiras.
- Dimensionamento das curvas nas pistas de rolamento: Extrair do projeto geométrico e apresentar o cálculo ou a relação entre o raio da curva, a velocidade de rolamento e o ângulo de giro da aeronave.
- Dimensionamento das curvas de manobras no pátio: Detalhar o dimensionamento dos raios de todas as curvas das pistas de rolamento para estacionamento (taxilanes), associando ao ângulo de giro e a

velocidade de deslocamento da aeronave de projeto, verificando os afastamentos de segurança da estrutura da aeronave (cauda, asa) em movimento para objetos fixos ou outras aeronaves estacionadas no pátio.

- f) Dimensionamento da posição do T de parada: Quando houver mais de um tipo de aeronave para uma mesma posição de estacionamento, apresentar o cálculo da localização do T de estacionamento para cada uma delas (ou grupo de aeronaves).

7.16.5. Representações Gráficas

7.16.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável

Planta Geral da Sinalização

Planta da Pintura de Sinalização Horizontal do Pátio

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Planta Geral da Sinalização:** Esta planta deverá ser extraída do modelo e conter apenas a sinalização horizontal do projeto, podendo ser dividida em dois ou mais planos. Deverá conter um Quadro de Pintura com informação das marcas de Sinalização com dimensões e quantitativos de todas as marcas de sinalização agrupados por cor. Os elementos de maior grandeza deverão estar cotados, em especial, as posições de espera em relação ao eixo da PPD; a localização dos pontos de visada e de toque, os raios das curvas das saídas rápidas etc.
- Planta da Pintura de Sinalização Horizontal do Pátio:** Planta extraída do modelo digital contendo todas as marcações do pátio cotadas. Quadro indicando as aeronaves que poderão ocupar cada uma das posições de estacionamento.

7.16.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável

Planta geral da Sinalização

Planta da pintura de Sinalização Horizontal do Pátio

Planta de marcas a serem apagadas ou removidas

Plantas de detalhes

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Planta geral da Sinalização:** Esta planta deverá ser extraída do modelo e conter apenas a sinalização horizontal do projeto, podendo ser dividida em dois ou mais planos. Deverá conter um Quadro de Pintura com informação das marcas de Sinalização com dimensões e quantitativos de todas as marcas de sinalização agrupados por cor, incluindo as marcas que deverão ser apagadas. Os elementos de maior grandeza deverão estar cotados, em especial, as posições de espera em relação ao eixo da PPD; a localização dos pontos de visada e de toque, os raios das curvas das saídas rápidas etc.
- Planta da pintura de Sinalização Horizontal do Pátio:** Planta extraída do modelo digital contendo todas as marcações do pátio cotadas. Adicionalmente poderá ser apresentado um quadro de coordenadas e informações das curvas da sinalização. Quadro indicando as aeronaves que poderão ocupar cada uma das posições de estacionamento.
- Planta de marcas a serem apagadas ou removidas:** Planta extraída do modelo digital contendo todas as marcações da sinalização horizontal existente que precisam ser apagadas ou removidas devidamente cotada.
- Plantas de detalhes:** Uma ou mais plantas contendo, em escala menor (1/500 ou 1/750), também extraída(s) do modelo, os detalhes da sinalização horizontal das cabeceiras, das interseções com PPD; interseções com Pista(s) de Rolamento; Interseções com Pátio(s), dos pontos de espera, das marcas de sinalização do pátio etc. Todos os elementos e marcas de sinalização deverão estar cotados.

7.16.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Plantas de detalhes das marcações
Plantas de sinalização horizontal provisórias

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Plantas de detalhes das marcações:** Plantas em escala ainda menor (1/10 a 1/200), também extraída do modelo, contendo os detalhes e cotas das marcas, faixas, números e designações das pinturas da sinalização horizontal.
- Plantas de sinalização horizontal provisórias:** plantas em escala adequada contendo os detalhes das marcas de sinalizações temporárias que serão necessárias para a interdição de trechos de pistas e pátios para a execução da obra.

7.16.6. Modelo BIM

O Modelo BIM do projeto de sinalização horizontal poderá ser apresentado em 2D na plataforma do Civil 3D ou Open Roads. A apresentação será feita diretamente da plataforma aos analistas e fiscalização e entregue em mídia associado às demais pastas digitais do projeto.

Todas as marcas da pintura de sinalização horizontal definidas no Memorial Descritivo e dimensionadas no Memorial de Cálculo deverão estar georreferenciadas e modeladas em escala real, com representação fiel das cores, de forma que os quantitativos e detalhes possam ser obtidos e apresentados a partir do modelo digital.

Utilizar as cores cinza claro para pavimento em concreto cimento, se houver, e cinza escuro para pavimento em concreto asfáltico.

Para o desenvolvimento da representação gráfica das linhas de restrição e linhas de segurança, e o cálculo das linhas de roda, com os afastamentos míni-

mos entre aeronaves entrando e saindo de posição de estacionamento e objetos/obstáculos adjacentes, poderá ser usado AviPLAN Airside PRO ou ferramentas computacionais similares que atendam aos regulamentos da aviação e possibilitem fazer verificação de interferências entre áreas de segurança de aeronaves e objetos, como veículos de apoio, que possam interferir na segurança das operações de pátio ou ferramenta, não sendo seu uso obrigatório.

O Modelo BIM de sinalização horizontal também poderá ser desenvolvido utilizando o AeroSTRIFE, software específico para a modelagem da sinalização horizontal lado ar e lado terra, o software possui as regras de sinalização horizontal de acordo com os padrões da ICAO. A referida ferramenta permite executar a extração de quantitativos automática e exportação para o IFC. Cabe ressaltar que outras ferramentas podem ser utilizadas, cabendo ao projetista decidir a que melhor se adequa às necessidades do projeto.

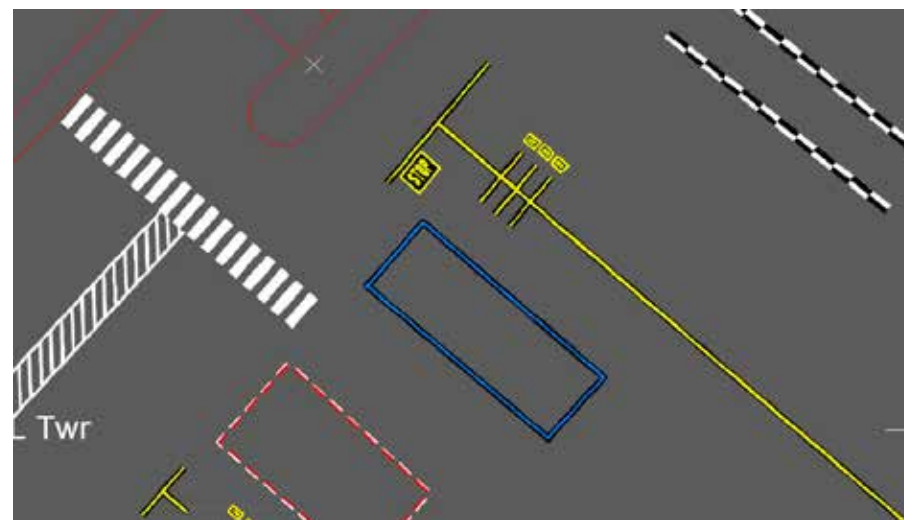


Figura 7-1: Exemplo de Sinalização Horizontal através do aplicativo AeroSTRIFE.

O Plano de Execução BIM deverá especificar as responsabilidades e o nível de definição LOD a ser apresentado no modelo BIM.

7.16.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Anteprojeto	Sinalização Horizontal	2	<p>Os elementos de projeto estão georeferenciados e localizados com precisão em relação à origem.</p> <p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forma, tamanho, espessura, comprimento, localização e orientação das marcas de sinalização. • Letras, caracteres, figuras, símbolos, setas e afins. <p>O modelo deve permitir a estimativa de quantitativos de serviços de sinalização horizontal.</p>
Projeto Básico	Sinalização Horizontal	3	<p>Todos os elementos gráficos do LOD 2 e ainda:</p> <p>As informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fases do projeto <p>E as seguintes informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificador exclusivo do componente de construção ou de demolição conforme padrão deste Manual • Interferências com outras disciplinas. • Tipos de marcas. • Espessura da letra, figuras, símbolos e linhas. • Cor, material, tipos e notas. • Dados referentes à data e responsáveis pela modelagem da Sinalização. <p>O modelo deve permitir a extração precisa de quantitativos de serviços de sinalização horizontal.</p>
Projeto Executivo	Sinalização Horizontal	4	<p>A descrição do LOD 3 incluindo as seguintes informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Componentes necessários para a implantação e execução no campo. • Documentação de execução dos serviços (especificações, normas etc)
As Built	Sinalização Horizontal	5	<p>A descrição do LOD 4 incluindo as informações construtivas.</p>

7.16.7. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- a) Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- b) Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

Os quantitativos de serviços de pintura de sinalização horizontal serão apresentados no Quadro de Pintura agrupados em termos das cores da sinalização e, dentro de cada cor, pelo tipo de sinalização.

Para compor a planilha de quantitativos de serviços, os quadros de pintura serão associados aos serviços de pintura de sinalização horizontal, que devem estar separados por cor e por espessura de pintura.

7.16.7.1. Levantamento Tradicional

Os quantitativos obtidos pelo processo não automático deverão estar detalhados em um Memorial de Quantificação, onde deverão constar as dimensões de todas as marcas de sinalização e o cálculo das áreas, separados por cores. Como o serviço é medido por área efetivamente pintada, não devem ser colocados fatores de perda ou de segurança.

Os dados do Memorial de Quantificação deverão constar do Quadro de Pintura que acompanha os desenhos da Sinalização Horizontal.

7.16.7.2. Levantamento Automatizado

A partir de um modelo BIM onde os elementos da sinalização horizontal estejam parametrizados, é possível se obter os quantitativos diretamente dos objetos do desenho no Quadro de Pintura. Qualquer alteração nas marcas de pintura e o quadro é automaticamente atualizado.

7.16.8. Referências

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 10.855 – Sinalização Horizontal de Pistas e Pátios em Aeroportos.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 16.184 Sinalização horizontal viária — Esferas e microsferas de vidro — Requisitos e métodos de ensaio.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 8.169 – Aeroportos - Tinta à base de resina acrílica estirenada.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 8.348 – Execução de sinalização horizontal de pistas e pátios em aeroportos.
- ACI - Airports Council International, Apron Markings and Signs Handbook.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, Instrução Suplementar – IS 154-001A, Auxílios visuais para pátios de aeronaves.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 154. Projeto de Aeródromos.
- Airport Planning Manuals ou Airplane Characteristics for Airport Planning Manual publicado pelos fabricantes de aeronaves.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. AC 150/5340-1M “Standards for Airport Markings”
- ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. “Aerodrome Design Manual – Part 1 Runways”. Doc. 9157. Montreal, Canadá.
- ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. “Aerodrome Design Manual – Part 2 Taxiways, Aprons and Holding Bays”. Doc. 9157. Montreal, Canadá.
- ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. “Aerodrome Design Manual – Part 4 Visual Aids”. Doc. 9157. Montreal, Canadá
- ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. “Airports”, Volume I do Anexo 14 da Convenção de Aviação Civil Internacional de Chicago. Montreal, Canadá.

7.17. Auxílios à Navegação Aérea

7.17.1. Introdução

O Projeto de Auxílios à Navegação Aérea vai tratar do conjunto dos sistemas visuais necessários às operações noturnas ou em condições não visuais do aeroporto. Os elementos contemplados no projeto vão desde os auxílios mais utilizados, como o Farol do Aeródromo, o indicador de ventos (biruta), a sinalização luminosa e vertical, o indicador de rampa de aproximação (PAPI), até os mais específicos, como a EMS, o ILS, ALS, ALSF. Outrossim, os projetos de sinalização vertical e horizontal devem ser levados em conta durante seu desenvolvimento, fins garantir a compatibilidade entre disciplinas.

As sinalizações Luminosa e Vertical são elementos de informação aeronáutica compostas por todas as luzes de pista de pouso e decolagem, de pista de táxi e de pátio de aeronaves e, também, por placas ou painéis destinados a fornecer mensagens de instrução obrigatória ou complementar. Assim como na sinalização horizontal, as sinalizações luminosa e vertical são padronizadas, e por isso tem a capacidade de fornecer informações importantes do sistema de pistas aos pilotos, aumentando a consciência situacional e a segurança e fluidez das operações. Permite, ainda, ordenar o fluxo de tráfego, canalizar e orientar as aeronaves nos deslocamentos.

Basicamente, o projeto possui uma parte relacionada à infraestrutura, onde o projetista determina a posição das caixas, luzes, cores e painéis, redes de dutos e o posicionamento dos instrumentos; e uma segunda parte relacionada aos sistemas elétricos, quando são dimensionados os transformadores, cabos e redes elétricas. O projeto deverá abranger todo o sistema de pistas de pouso e decolagem, pistas de rolamento e pátios de aeronaves.

A edificação da subestação deverá ser dimensionada e projetada com base nos dados informações extraídas tanto do projeto de sinalização luminosa e vertical, quanto no projeto de auxílios à navegação aérea. Por se tratar de edificação, o projeto da Subestação de energia deverá seguir as recomendações descritas neste Manual referentes às disciplinas que irão compor o projeto.

A presente disciplina contempla os seguintes entregáveis:

Entregável

Memorial Descritivo

Especificação Técnica

Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Modelo BIM

Representações Gráficas

Planilha de Serviços

Memorial de Quantificação

7.17.2. Memorial Descritivo

Descrição detalhada das soluções técnicas adotadas, motivações e justificativas para o investimento na instalação dos equipamentos de navegação aérea. Deverá informar quais os equipamentos a serem adquiridos pelo contratado e aqueles que serão fornecidos pela contratante.

Deverá, ainda, conter os seguintes itens:

- Considerações Fundamentais: Definição dos Códigos de Referência da(s) pista(s) de pouso e decolagem, da(s) pista(s) de rolamento e do(s) pátios. Definição da regra de voo, se visual ou por instrumento não precisão ou precisão. No caso de Precisão, detalhar o nível. Informações do sistema de alimentação elétrica do aeroporto; subestação existente; capacidade instalada; espaço disponível. Avaliação do sistema de sinalização existente, ilustrado com fotografias.
- Descrição das soluções adotadas para os sistemas de auxílio à navegação aérea para o aeroporto.
- Soluções adotadas para a sinalização luminosa: Descrever a concepção do projeto de sinalização luminosa, indicando quais os tipos de luminárias que serão instaladas; os tipos de circuitos e quais conjuntos de luzes associados; considerar a alimentação por dois ou mais circuitos de forma intercalada, de modo que em uma eventual falha de circuito de iluminação, as luzes acesas apresentem uma condição mínima de informação; os tipos de lâmpada de LED; o local e condição de instalação dos reguladores de corrente constante. Indicar o tipo de redundância para a alimentação elétrica.

- d) Luzes de PPD: Descrição completa de todas as luzes a serem aplicadas na(s) PPD, contemplando as Luzes de identificação de cabeceira de pista; Luzes de borda de pista de pouso e decolagem; Luzes de cabeceira de pista e de barra lateral de cabeceira; Luzes de fim de pista; Luzes de eixo de pista de pouso e decolagem; Luzes de zona de toque; Luzes de zona de parada; Luzes indicadoras de pista de táxi de saída rápida (RETIL). Cada tipo deverá possuir um quadro resumo contendo a denominação do tipo de luz ou luminária; elevada ou embutida; o item de enquadramento no RBAC 154; o código de referência da pista; os espaçamentos mínimos e máximos das luzes; a localização na PPD; a Cor das luzes; e, quando necessário, uma imagem ilustrativa. Importante registrar todos as luzes de pista descritas no RBAC, mesmo as que não serão utilizadas, devendo ser sinalizadas como: não aplicável.
- e) Luzes de Pistas de Rolamento e de Pátio: Descrição completa de todas as luzes a serem aplicadas na(s) Pista(s) de rolamento e no(s) Pátio(s), contemplando as Luzes de eixo de pista de táxi; Luzes de eixo de pistas de táxi de saída rápida; Luzes de eixo de táxi em saídas de pistas; Luzes de borda de pista de táxi; Luzes da área de giro de pista de pouso e decolagem; Barras de parada; Luzes de posições intermediárias de espera; Luzes de proteção de pista de pouso e decolagem. Cada tipo deverá possuir um quadro resumo contendo a denominação do tipo de luz ou luminária; elevada ou embutida; o item de enquadramento no RBAC 154; o código de referência da pista; os espaçamentos mínimos e máximos das luzes; a localização nas pistas ou pátios; a cor das luzes; e, quando necessário, uma imagem ilustrativa. Importante registrar todos as luzes descritas no RBAC, mesmo as que não serão utilizadas, devendo ser sinalizadas como: não aplicável. Apresentar a forma de codificação alfanumérico das luminárias, associada ao circuito de alimentação.
- f) Soluções adotadas para a sinalização vertical: Descrever a concepção do projeto de sinalização vertical, indicando quais os tipos de painéis e informações serão instalados (instrução obrigatória e de informação); descrever os circuitos associados; considerar painéis com lâmpadas de LED; o local e condição de instalação dos reguladores de corrente constante. Indicar o tipo de redundância para a alimentação elétrica.
- g) Painéis de sinalização vertical: Descrição completa de todos os painéis da sinalização vertical, indicando as dimensões, posicionamento no sistema de pistas, e as instruções indicadas nos painéis e a direção da informação. Justificar a necessidade e apresentar o enquadramento no RBAC 154. Apresentar uma tabela resumo com os tipos de placas. Apresentar a forma de codificação alfanumérico dos Painéis associado ao circuito de alimentação.
- h) Indicador de direção do vento: Detalhar o tipo, dimensões e localização no aeroporto. Descrever o tipo de iluminação, número de projetores, potência, a forma de alimentação elétrica e identificar o circuito de alimentação. Detalhar qual a rede de duto será utilizada. Descrever a forma de aterramento.
- i) Farol do aeródromo: Detalhar o tipo, dimensões e localização no aeroporto, bem como descrever o tipo de instalação: se em poste, torre ou edificação, indicando a altura, os materiais, a plataforma, escada de acesso, e demais elementos constitutivos. Descrever a potência do farol, o número de flashes e cores, a forma de alimentação elétrica e identificar o circuito de alimentação. Detalhar qual a rede de duto será utilizada. Descrever a forma de aterramento e proteção contra descargas atmosféricas.
- j) Indicador de rampa de aproximação - PAPI: Detalhar o tipo, número de lentes de cada conjunto óptico, se utiliza a tecnologia LED, dimensões, ângulos e localização no aeroporto. Descrever a forma de alimentação elétrica, os transformadores de isolamento e identificar o circuito de alimentação. Detalhar qual a rede de duto será utilizada. Descrever a forma de aterramento.
- k) Auxílios Específicos: Detalhar, individualmente, todos os auxílios específicos que foram contemplados no projeto. Para todos eles, descrever o tipo, os detalhes específicos, se utiliza a tecnologia LED, redes óticas, as dimensões, os ângulos e localização ao longo do sistema de pistas do aeroporto. Descrever a forma de alimentação elétrica e de dados, os transformadores, os tipos e localização dos "shelters" ou casas de força, e identificar o circuito de alimentação. Detalhar qual a rede de duto será utilizada. Descrever a forma de aterramento.
- l) Indicar os locais de instalação dos painéis de controle dos sistemas de auxílios à navegação aérea, indicando se está consolidado junto com o controle da sinalização luminosa e vertical. Detalhar o tipo de controle.
- m) Subestação: Descrever as alterações ou incorporações necessárias ao projeto da subestação de força que irá alimentar os circuitos de auxílios à navegação aérea. Em projetos de novas subestações deve ser registrado a sua concepção de projeto, os equipamentos que

nela serão instalados, forma de aterramento e proteção contra descargas atmosféricas. Caso a subestação seja existente, mas haja alteração em qualquer dos itens citados, a informação também deverá ser registrada.

- n) Caso o projeto preveja alimentação a partir de geradores fotovoltaicos, justificar a solução empregada e descrever minuciosamente o tipo de sistema, se conectado à rede ou não, utilização de baterias e fonte alternativa em caso de falha, com indicação de conexão com dispositivos de transferência automática e fontes de alimentação ininterruptas.
- o) Parcelamento do objeto: Justificar e comprovar a inviabilidade técnico-econômica de parcelamento da compra dos equipamentos dos auxílios à navegação aérea da obra de infraestrutura.
- p) Comissionamento: Detalhar os testes, ensaios e treinamentos de pessoal, inclusive inspeções de solo e em voo, homologação e publicação junto ao Instituto de Cartografia Aeronáutica (ICA) a serem executados ao fim da obra para comprovar o perfeito funcionamento dos sistemas de auxílios à navegação aérea, os quais deverão constar em cronograma.
- q) Interferências com outras disciplinas: Listar todas as interferências com os projetos de terraplanagem, por exemplo redes de dutos sem recobrimento; projetos de pavimentação, como as travessias das redes. Verificar as interferências da geometria do sistema de pistas nas áreas de influência dos auxílios. Indicar as interferências também com a rede de drenagem, como por exemplo pontos de cruzamento entre as redes. Indicar as interferências com o projeto de sinalização luminosa e vertical, em especial com relação às redes de dutos. Destacar as interferências com a subestação existente. Mostrar que foram tratadas e resolvidas.

7.17.3. Especificação Técnica

Cada um dos serviços de para a implantação dos auxílios à navegação aérea deverá possuir uma especificação técnica descrevendo os detalhes de execução, controle, aceitação e medição do serviço e, conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Identificação do serviço por código conforme padrão deste Manual.
- b) Separação dos serviços por tipos redes, cabos, transformadores, luminárias.
- c) Separação dos serviços por tipos de auxílios.

- d) Separação dos serviços em função das características dos materiais.
- e) Definir a forma de execução dos serviços.
- f) Fixar a resistência mínima do concreto a ser utilizado para a construção das caixas, bases dos equipamentos etc., assim como os tipos de formas de madeira ou metálicas.
- g) Definir o tipo de aço para as armaduras.
- h) Definir a classe de resistência das tampas e grelhas em ferro fundido.
- i) Definir os tipos de cabos, transformadores, luminárias e demais equipamentos dos auxílios à navegação aérea.
- j) Detalhar os materiais para o aterramento dos sistemas e equipamentos.
- k) Indicar caso exista, restrições de horário ou de condição climática para a execução dos serviços.
- l) Definir as unidades para quantificação e de medição dos serviços.
- m) Definir os controles tecnológicos e topográficos, os critérios de aceitação e de medição dos serviços ou referenciá-los às especificações de serviços de órgãos consagrados (DNIT, DIRINFRA, ABNT), ajustando-as às necessidades do projeto.

7.17.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá apresentar os critérios, parâmetros, gráficos, fórmulas, ábacos, programas de computador e referências bibliográficas utilizados na análise e dimensionamento dos sistemas e componentes e conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Luminárias de borda de pista de táxi em curvas: Descrever os cálculos para definir a posição e a quantidade de luminárias a serem dispostas nos trechos em curva das pistas de rolamento, conforme previsto nas referências técnicas.
- b) Cálculo do posicionamento das luminárias do PAPI: Descrever os cálculos para definir a posição correta dos conjuntos ópticos do PAPI, conforme previsto no RBAC 154. Deve ficar explícito os cálculos dos Pontos de Origem (PO); Deslocamento das unidades de luz e alturas dos pés (regulagem de altura) e respectivos ângulos.
- c) Dimensionamento da torre ou poste do farol: Memória de cálculo da torre metálica, de concreto ou do poste de sustentação do farol, bem como da fundação. Dimensionamento da torre ou poste da Iluminação do Pátio de Aeronaves: Memória de cálculo da torre metálica, de concreto ou do poste de sustentação das luminárias, bem como da fundação. Apresentar projeto luminotécnico das lu-

- minárias, conforme RBAC 154.
- d) Dimensionamento dos auxílios específicos: Detalhar o dimensionamento dos equipamentos e luzes, o posicionamento e localização no sistema de pistas quando necessário. Observar às recomendações das referências técnicas.
 - e) Transformadores de isolamento: Detalhar o dimensionamento dos transformadores de isolamento de todas as luminárias, painéis e auxílios utilizados no projeto. Observar às recomendações das referências técnicas.
 - f) Circuitos Elétricos: Descrição detalhada do dimensionamento dos circuitos elétricos e dos condutores indicando as luminárias, os auxílios e painéis interligados a cada circuito, o diâmetro dos cabos; as redes de dutos por onde vão passar, tipo e classe de isolamento, material do condutor, dispositivos de manobra e proteção. Também deve ser indicada a capacidade de condução de corrente do condutor adotado corrigida pelos fatores de agrupamento e temperatura, bem como a queda de tensão calculada.
 - g) Aterramento: Apresentar o dimensionamento dos condutores de aterramento e de proteção contra descargas atmosféricas dos sistemas de sinalização luminosa e vertical e de todos os auxílios projetados do aeroporto.
 - h) Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas: apresentar o relatório de análise e gerenciamento de riscos das instalações indicando a adequação do nível de proteção utilizado.
 - i) Redes de dutos: Detalhar o dimensionamento dos diâmetros dos dutos com base no número e bitola dos condutores, material do duto e tipo de instalação. Justificar a necessidade ou não de se implantar dutos reservas para futuras instalações.
 - j) Transformadores e Reguladores de corrente constante (RCC): Detalhar o dimensionamento da carga total dos transformadores e RCC projetados para a alimentação dos circuitos dos auxílios. Observar às recomendações das referências técnicas. Apresentar tensões nominais dos transformadores e níveis de correntes dos RCCs adotados, bem como as potências nominais de ambos. Apresentar a relação das cargas e respectivas quantidades, potências em kVA, FP e η . Justificar a necessidade ou não de Transformadores ou RCC reserva.
 - k) Subestação: Detalhar o dimensionamento de todos os quadros de carga, dos dispositivos de sobrecarga, dos sistemas de redundância, do aterramento e da proteção contra descargas atmosféricas.

7.17.5. Representações Gráficas

7.17.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta geral dos auxílios à navegação aérea
Plantas de detalhes
Plantas específicas

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta geral dos auxílios à navegação aérea:** Deverá conter toda a identificação e locação (em escala adequada/estendida) das caixas e circuitos das redes, das luminárias de pista, dos painéis verticais de sinalização, do farol do aeródromo, do indicador de direção do vento, do(s) conjunto(s) de PAPI, dos auxílios específicos, da subestação, tendo o cuidado de diferenciar os auxílios projetados dos auxílios existentes compatibilizado com a geometria da PPD, Pátio e Pista de Táxi. Deverá ser indicado todo o trajeto da rede/linha de dutos (circuitos de pista). Utilizar coloração cinza claro para pavimento em concreto, se houver, e cinza escuro para pavimento em concreto asfáltico. Apresentar tabelas contendo os quantitativos de redes, caixas, luminárias, poços de aterramento, equipamentos. Os elementos de maior grandeza deverão estar cotados.
 - b) **Plantas de detalhes:** Uma ou mais plantas, em escala menor (1/500 ou 1/750), também extraídas do modelo BIM, contendo detalhes específicos da sinalização luminosa ou vertical necessários ao melhor entendimento do anteprojeto.
- 1) Plantas específicas:** Dependendo do anteprojeto, plantas adicionais com detalhes dos auxílios à navegação aérea poderão ser entregues para melhor exemplificar algum ponto descrito no estudo.

7.17.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta geral dos auxílios à navegação aérea
Plantas de detalhes da sinalização luminosa
Plantas de detalhes da sinalização vertical
Plantas de detalhes das luminárias
Plantas de detalhes dos painéis da sinalização vertical
Plantas do indicador de direção do vento
Plantas do farol do aeródromo
Plantas do indicador de rampa de aproximação – PAPI
Plantas de auxílios específicos
Plantas de detalhes das redes de dutos
Plantas de instalações elétricas
Diagramas unifilares

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta geral dos auxílios à navegação aérea:** Extraída do modelo BIM, deverá conter toda a identificação e locação (em escala adequada/estendida) das caixas e circuitos das redes, das luminárias de pista, dos painéis verticais de sinalização, do farol do aeródromo, do indicador de direção do vento, do(s) conjunto(s) de PAPI, dos auxílios específicos, da subestação, tendo o cuidado de diferenciar os auxílios projetados dos auxílios existentes compatibilizado com a geometria da PPD, Pátio e Pista de Táxi. Deverá ser indicado todo o trajeto da rede/linha de dutos (circuitos de pista), com indicação de dimensões, disposições e quantidades de dutos, posicionamento das caixas de passagem e/ou poços de inspeção, devidamente identificados, trajeto da cordoalha de aterramento, bem como os poços de aterramento, que deverão ser interligados aos equipamentos das pistas e à subestação. Utilizar coloração cinza claro para pavimento em concreto, se houver, e cinza escuro para pavimento em concreto

asfáltico. Apresentar tabelas contendo os quantitativos de redes, caixas, luminárias, poços de aterramento, equipamentos. Os elementos de maior grandeza deverão estar cotados.

- b) **Plantas de detalhes da sinalização luminosa:** Uma ou mais plantas, em escala menor (1/500 ou 1/750), também extraída(s) do modelo BIM, contendo detalhes de trechos das pistas (Cabeceiras, Interseções, Curvas nas pistas de rolamento, pátio) destacando e cotando a posição das luminárias em curva, em trechos de tangência, luminárias de cabeceira, os circuitos existentes e novos, com simbologia indicativa de cabos fase, neutro, terra e retornos, seção dos condutores e circuito a que pertencem e demais elementos que não foram detalhados na Planta Geral. Cotar a distância entre a borda da pista e luminária. Se possível, indicar em nota o tipo e classe de isolamento dos condutores adotados nas diferentes aplicações e porções do projeto. Apresentar tabela resumo dos circuitos indicando seu designador (numeração do circuito), os tipos e quantitativos de luminárias e outras cargas, potências de cada unidade de elemento, potência total do circuito, bem como nome e localização do quadro que alimenta tais circuitos.
- c) **Plantas de detalhes da sinalização vertical:** Uma ou mais plantas, em escala menor (1/500 ou 1/750), também extraída(s) do modelo BIM, contendo detalhes de trechos das pistas (Cabeceiras, Interseções, Curvas nas pistas de rolamento, pátio) destacando e cotando a posição dos painéis da sinalização vertical, os circuitos existentes e novos, com simbologia indicativa de cabos fase, neutro, terra e retornos, seção dos condutores e circuito a que pertencem. Se possível, indicar em nota o tipo e classe de isolamento dos condutores adotados nas diferentes aplicações e porções do projeto. Apresentar tabela resumo dos circuitos indicando seu designador (numeração do circuito), os tipos e quantitativos de luminárias e outras cargas, potências de cada unidade de elemento, potência total do circuito, bem como nome e localização do quadro que alimenta tais circuitos.
- d) **Plantas de detalhes das luminárias:** Desenho(s) contendo os detalhes de instalação de todas as luminárias, incluindo suas dimensões, as bases de concreto, as bases metálicas, os maciços de concreto, as conexões elétricas com as luminárias, todas as diferentes redes de dutos, inclusive as que fazem a conexão entre a luminária e a caixa de passagem, detalhes de todas os tipos de caixas de passagem e poços de inspeção projetados, as conexões com o cabo de aterra-

- mento, as dimensões de todos os elementos, a indicação do local dos transformadores de isolamento, a conformação da base com o terreno adjacente. Apresentar detalhe e cotas da luminária em relação à borda das pistas.
- e) **Plantas de detalhes dos painéis da sinalização vertical:** Desenho(s) contendo os detalhes de instalação de todos os painéis verticais, incluindo suas dimensões e inscrições, as bases de concreto, as conexões elétricas com os painéis, todas as diferentes redes de dutos, conexão entre a base e o painel, a conexão com o cabo de aterramento, as dimensões de todos os elementos, as referências comerciais dos painéis, a indicação do local dos transformadores de isolamento, a conformação da base com o terreno adjacente.
- f) **Plantas do Indicador de direção do vento:** Uma ou mais plantas, em escala menor, também extraída(s) do modelo BIM, contendo detalhes da locação e do tipo haste para sustentação do indicador de direção de vento. Descrever e cotar os elementos da haste e dos projetores. Indicação e detalhes de todas as diferentes redes de dutos, caixas e aterramento próximas aos equipamentos e detalhes de instalação de SPDA informando as dimensões e tipos de elementos empregados. Apresentar tabela resumo dos circuitos indicando seu designador (numeração do circuito), os tipos e quantitativos de luminárias e outras cargas, potências de cada unidade de elemento, potência total do circuito, bem como nome e localização do quadro que alimenta tais circuitos.
- g) **Plantas do farol do aeródromo:** Uma ou mais plantas, em escala menor, também extraída(s) do modelo BIM, contendo detalhes da locação e do tipo de instalação do Farol (torre metálica, de concreto, poste). Descrever e cotar os elementos da torre, como escadas de acesso e plataformas. Indicação e detalhes de todas as diferentes redes de dutos, caixas e aterramento próximas aos equipamentos e detalhes de instalação de SPDA informando as dimensões e tipos de elementos empregados. Apresentar tabela resumo dos circuitos indicando seu designador (numeração do circuito), os tipos e quantitativos de luminárias e outras cargas, potências de cada unidade de elemento, potência total do circuito, bem como nome e localização do quadro que alimenta tais circuitos.
- h) **Plantas do indicador de rampa de aproximação – PAPI:** Uma ou mais plantas, em escala menor, também extraída(s) do modelo BIM, contendo detalhes da locação e angulação de cada conjunto óptico.
- Descrever e cotar as bases de concreto, as conexões elétricas com os conjuntos ópticos, a conexão com o cabo de aterramento, todas as diferentes redes de dutos, caixas e aterramento próximas aos equipamentos. Apresentar tabela resumo dos circuitos indicando seu designador (numeração do circuito), os tipos e quantitativos de luminárias e outras cargas, potências de cada unidade de elemento, potência total do circuito, bem como nome e localização do quadro que alimenta tais circuitos.
- i) **Plantas de auxílios específicos:** Um ou mais conjuntos de plantas para cada auxílio específico, contendo todas as informações, os detalhes e dimensões da locação, do tipo de instalação, dos equipamentos, dos “shelters”, das redes de dutos, das caixas e do aterramento.
- j) **Plantas de detalhes das redes de dutos:** Desenhos contendo os detalhes de instalação de todas as redes de dutos, incluindo suas dimensões, o plano de ocupação das redes de dutos, as caixas de passagem, os poços de aterramento, o assentamento das redes de dutos, a proteção das redes (envelopamento de concreto, se necessário), os diâmetros e materiais dos dutos, as dimensões de todos os elementos, a conformação das caixas de passagem com o terreno adjacente. Apresentar tabela resumo dos tipos e quantitativos de redes e caixas de passagem. Poderá ser o mesmo desenho das redes de dutos do projeto de sinalização luminosa e vertical.
- k) **Plantas de instalações elétricas:** Plantas que irão fazer parte do projeto da subestação de força com indicação do posicionamento dos equipamentos existentes e projetados, indicação da origem do alimentador da subestação e saídas para encaminhamento dos circuitos secundários. Deve conter o diagrama unifilar do circuito de média tensão que alimenta a subestação até o quadro geral de baixa tensão, indicando todos os elementos de manobra e proteção, bem como o diagrama unifilar do quadro geral de baixa tensão (QGBT) indicando as dimensões de alimentadores, elementos de proteção e manobra e correntes de curto-circuito calculadas pelo menos na entrada do QGBT. Também deve ser apresentado Quadro de Cargas, contendo a indicação de cada circuito secundário (numeração ou quadro que alimenta), os dados das cargas existentes e acrescentadas de todos os circuitos alimentados, fatores de potência estimados, corrente de projeto, condutores e disjuntores adotados, número de fases de cada circuito e distribuição das cargas por fase, conforme caso (normalmente todos os circuitos secundários

serão trifásicos nesse ponto, portanto a divisão de carga entre fases não é mencionada).

- l) **Diagramas unifilares:** Diagrama unifilar de cada quadro indicando as dimensões de alimentadores, elementos de proteção e manobra e correntes de curto-circuito calculadas pelo menos na entrada do quadro. Também deve ser apresentado Quadro de Cargas, contendo a indicação de cada circuito alimentado (numeração ou quadro que alimenta), os dados das cargas existentes e acrescentadas de todos os circuitos alimentados, fatores de potência estimados, corrente de projeto, condutores e disjuntores adotados, número de fases de cada circuito e distribuição das cargas por fase.

7.17.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Plantas de formas
Plantas de detalhes executivos dos equipamentos
Plantas específicas

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Plantas de formas:** Plantas contendo as informações das formas e do aço dos elementos construtivos da infraestrutura das redes elétricas, como caixas e bases de concreto.
- Plantas de detalhes executivos dos equipamentos:** Plantas contendo diagramas e detalhes que dependam da marca dos equipamentos específicos que serão adquiridos na obra e que possuam detalhes executivos próprios fornecidos pelo fabricante.
- Plantas específicas:** Plantas contendo quaisquer outros detalhamentos executivos que não tenham sido apresentados nas fases anteriores, como por exemplo, de montagem de torre metálica para o farol do aeródromo, montagem de torres do ALS etc.

O Modelo BIM deverá ser apresentado diretamente da plataforma aos analistas e fiscalização e entregue em mídia associado às demais pastas digitais do projeto.

Todos os elementos dos auxílios à navegação aérea deverão estar georreferenciados e ser modelados em escala real, utilizando as ferramentas BIM de forma que os quantitativos e detalhes possam ser obtidos e apresentados de forma automática do modelo BIM. A parte de infraestrutura das redes e caixas poderá ser modelada na mesma plataforma utilizada nos modelos digitais de terraplanagem, pavimentação e drenagem, de modo a garantir os recobrimentos dos tubos e as cotas das caixas em relação ao terreno do projeto. Por exemplo, no Civil 3D, a ferramenta de redes (tubos e estruturas) pode ser aplicada. Poderá ser elaborada também em Ferramentas BIM para edificações e instalações elétricas. Os elementos que não forem possíveis de se modelar, deverão estar justificados no Memorial Descritivo.

Caso o aeroporto já possua um modelo BIM, o projeto deverá ser elaborado utilizando o modelo existente.

7.17.6. Modelo BIM

7.17.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Anteprojeto	Auxílios à navegação aérea	2	<p>Os elementos de projeto estão georeferenciados e localizados com precisão em relação à origem em função de estarem baseados em topografia.</p> <p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alinhamento, coordenadas e elevações das caixas, luminárias e equipamentos dos auxílios; • Identificação das caixas, luminárias e dos equipamentos; <p>O modelo deve permitir a estimativa de quantitativos de serviços de Auxílios à Navegação Aérea.</p>
Projeto Básico	Auxílios à navegação aérea	3	<p>Todos os elementos gráficos do LOD 2 e ainda:</p> <p>As informações gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fases do projeto. • Redes de dutos com identificação dos circuitos. <p>E as seguintes informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificador exclusivo do componente de construção ou de demolição conforme padrão deste Manual • Interferências com outras disciplinas. • Tipos de componentes ou de materiais nas superfícies, nos perfis e nas seções tipo • Materiais (concreto, PEAD, Ferro Fundido de tampões e grelhas). • Dados referentes à data e responsáveis pelo levantamento topográfico, nuvem de pontos, ortofoto. • Dados referentes à data e responsáveis pela modelagem do projeto. <p>O modelo deve permitir a extração precisa de quantitativos de serviços de Auxílios à navegação aérea e a coordenação 4D.</p>
Projeto Executivo	Auxílios à navegação aérea	4	<p>A descrição do LOD 3 incluindo as seguintes informações não gráficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Componentes necessários para a implantação e execução no campo. • Documentação de execução dos serviços (especificações, normas etc).
As Built	Auxílios à navegação aérea	5	<p>A descrição do LOD 4 incluindo as informações construtivas.</p>

7.17.7. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- a) Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- b) Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

Os serviços de auxílios à navegação aérea deverão ser quantificados de forma geométrica não devendo ser aplicados fatores excedentes ou de perda.

Os quantitativos dos serviços deverão ser separados em função dos seguintes critérios: por tipos de redes de dutos (diâmetro e material); pelas dimensões de caixas e bases; pelos tipos de luminárias; em função das características dos equipamentos; em função dos tipos e diâmetros dos cabos; e por fases, conforme o planejamento da obra.

7.17.7.1. Levantamento Tradicional

Os quantitativos referentes aos serviços para a implantação dos auxílios à navegação aérea são obtidos a partir dos desenhos de forma não automática, sendo necessário somar manualmente, por exemplo, as unidades de caixas, equipamentos ou luminárias, ou somar por leitura de cotas as dimensões das redes de dutos.

7.17.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos de serviços para a implantação dos auxílios à navegação aérea do modelo BIM é feita por meio da criação de tabelas automáticas referentes aos elementos e componentes dos sistemas, tais como as redes, caixas, luminárias. Qualquer alteração do modelo BIM irá alterar automaticamente as tabelas de quantitativos

7.17.8. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 154 emenda 06. Projeto de Aeródromos.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. ICA 100-1 - Requisitos para operação VFR ou IFR em aeródromos.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. ICA 63-10 - Estabelece normas e procedimentos para implantação, homologação, operação, controle e desativação de EPTA.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. ICA 63-19 - Critérios de análise técnica da área de aeródromos.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. Portaria nº 957/GC3 - Dispõe sobre as restrições aos objetos projetados no espaço aéreo que possam afetar adversamente a segurança ou a regularidade das operações aéreas, e dá outras providências.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5340-18G - Standards for Airport Sign Systems

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5340-30, Design and Installation Details for Airport Visual Aids.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5345-1 - Approved Airport Lighting – Equipment.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5345-10, Specification L-828 Constant Current Regulator.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5345-26, Specification for L-823 Plug and Receptacle, Cable Connectors.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5345-28D - PAPI Systems;

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5345-42, Specification for Airport Light Base and Transformer Housings, Junction Boxes, and Accessories.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, AC 150/5345-47, Isolation Transformers for Airport Lighting Systems.

ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. “Aerodrome Design Manual – Part 4 Visual Aids”. Doc. 9157, 4ª Ed. 2004. Montreal, Canadá

ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. “Aerodrome Design Manual

– Part 5 Electrical Systems”. Doc. 9157, 2ª Ed. 2017. Montreal, Canadá

ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. “Airports”, Volume I do Anexo 14 da Convenção de Aviação Civil Internacional de Chicago. 4ª Edição. Montreal, Canadá.

7.18. Ambiental

7.18.1. Introdução

É responsabilidade da equipe de projeto buscar, na multidisciplinaridade de seus integrantes e no trabalho colaborativo, os contornos de desenvolvimento em comunhão com as prerrogativas do programa de necessidades do empreendimento e o enquadramento com as diretivas de regulação de meio ambiente.

Ato contínuo, o projeto deverá atender às seguintes premissas:

- a) Os especialistas do projeto ambiental deverão trabalhar em colaboração com projetistas das áreas de infraestrutura e edificações, fins estabelecer os limites de cada disciplina e a correlação de apresentação e vinculação dos projetos, deixando claras as respectivas responsabilidades;
- b) O projeto deve fazer uso de auxílio de modelos digitais, com informação integrada e governança da informação;
- c) Deve-se apresentar o cronograma de execução das medidas, hierarquizando-as em termos de curto, médio e longo prazo, parâmetros selecionados para a avaliação dos impactos sobre cada um dos fatores ambientais considerados, rede de amostragens, incluindo seu dimensionamento e distribuição espacial, métodos de coleta e análise das amostras e periodicidade das amostragens para cada parâmetro, segundo fatores ambientais;
- d) Deve-se estabelecer critério para exercício da competência para o licenciamento a que se refere a Lei nº 6.938 e as Resoluções CONAMA quanto ao delineamento das áreas de reserva ambiental que se fizerem necessárias;
- e) Deve-se atender às normas sanitárias aplicáveis às instalações aeroportuárias, bem como aquelas relacionadas ao gerenciamento de risco da fauna e flora.

O caráter de projeto multidisciplinar deverá permear a execução de todas as disciplinas e os responsáveis pela disciplina de Meio Ambiente.

O projeto deve apresentar os programas de prevenção da poluição, controle ambiental e mitigação de impactos, considerando os mecanismos de monitoramento e acompanhamento das medidas corretivas.

Deverão apresentar: os impactos ambientais aos quais se destinam; o componente ambiental afetado; os indicadores ambientais; e a definição de responsabilidades.

Quando houver conflito de competências, consultas aos órgãos ambientais licenciadores da localidade, para o estado e para o município deverão ser executados.

Essa disciplina considera os seguintes entregáveis:

Entregável
Memorial Descritivo
Especificação Técnica
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Modelo BIM
Representações Gráficas
Planilha de Serviços
Memorial de Quantificação

7.18.2. Memorial Descritivo

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Identificação do empreendedor: Nome ou razão social, número do CNPJ e Registro no Cadastro Técnico Federal, endereço completo, telefone e e-mail, representantes legais (nome completo, endereço, telefone e e-mail) e pessoa de contato (nome completo, endereço, telefone e e-mail).
- Mapa dos responsáveis técnicos: Nome e razão social, CNPJ e Registro no Cadastro Técnico Federal da empresa contratada, relação dos responsáveis legais e técnicos da equipe multidisciplinar, identificando os respectivos números das Anotações de Responsabilidade Técnica – ART ou dos Registros de Responsabilidade Técnica – RRT.
- Referências normativas: listagem de normas ou códigos específicos adotados no projeto.
- Identificação do Empreendimento: Denominação do empreendimento, localização: Município e UF e coordenadas geográficas dos vértices da poligonal do sítio aeroportuário utilizando o sistema de

- referência padrão nacional.
- Documentos de referência: informações, documentos e implantação preexistentes, levantamentos técnicos, georreferenciamento, legislações aplicáveis, normas, bibliografia que foram levantados e utilizados para elaboração do projeto.
 - Informações necessárias quanto à caracterização: Limites municipais, áreas urbanas e de expansão urbana, unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI, rede hídrica, áreas ambientalmente protegidas (Unidades de Conservação e Zonas de Amortecimento, Áreas Proteção de Mananciais, Zoneamento Ecológico Econômico, áreas tombadas, comunidades tradicionais etc.), projetos colocalizados, equipamentos de infraestrutura (portos, aeroportos, terminais logísticos, linhas de transmissão de energia, dutovias etc.), malha rodoviária e ferroviária.
 - Descrever e apresentar as estruturas e projeções associadas que darão apoio de redes de infraestrutura ao empreendimento como adutoras, linhas de transmissão, gasodutos, subestações e acessos.
 - Indicar demanda a ser gerada pelo empreendimento (indicando sistemas previstos de abastecimento de água, e energia, disposição final de efluentes e resíduos sólidos).
 - Avaliar impacto do canteiro de obras e implantação faseada do empreendimento, incluindo consumo de água e energia, bem como geração prevista de resíduos sólidos, efluentes sanitários e industriais.
 - Avaliar produção de ruído e material particulado durante as fases de implantação e operação do empreendimento.
 - Informações jurídicas, legais, programáticas e técnicas: Dados analíticos e gráficos objetivando determinar as restrições e possibilidades afins.
 - Diagnóstico Ambiental, conforme resolução nº 470 CONAMA: “deve traduzir a dinâmica ambiental das áreas de influência dos sítios aeroportuários. Deve apresentar a descrição dos fatores ambientais e permitir a identificação e avaliação dos impactos ambientais decorrentes da operação do empreendimento de modo a possibilitar a gestão ambiental do empreendimento.”
 - Estabelecer Prognóstico Ambiental. Na implantação do aeroporto, em caso de novo sítio aeroportuário, ou na realização de obras de reforma com ou sem ampliação.

- n) Programa de medidas de mitigação e controle ambiental: gestão ambiental, contendo subprogramas de controle de resíduos sólidos, mitigação e monitoramento de ruídos; comunicação social e de educação ambiental; recuperação de áreas degradadas; prevenção, monitoramento e controle de processos erosivos; recuperação de passivos ambientais; e manejo de fauna em aeródromos, conforme CONAMA.
- o) Para o pedido de licenciamento ambiental, é necessário o plano de controle ambiental, que deve ter todos os dados de identificação do empreendimento e responsáveis já relacionados e todos os tipos de impactos previstos, medidas de mitigação, monitoramento e registro das ações de controle e mantendo-se atualizado e em conformidade com as resoluções do CONAMA nas várias fases do empreendimento.

7.18.3. Especificação Técnica

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Identificação do serviço por código.
- b) Definição dos locais e condicionantes aplicáveis às metodologias adotadas.
- c) Indicação, caso existam, de restrições de horário ou de condição climática para a execução dos serviços.
- d) Definição das unidades para quantificação e de medição dos serviços.
- e) Definição de controles tecnológicos e topográficos, critérios de aceitação e de medição dos serviços, com o devido respeito às diretrizes em vigor dos órgãos ambientais, ajustando-as às necessidades do projeto.
- f) Especificação individual dos serviços do projeto ambiental, considerando detalhes de execução, controle, aceitação e medição do serviço.

7.18.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

O memorial de cálculo e dimensionamento deverá apresentar:

- a) Referência normativa e processo de dimensionamento das diversas

áreas dos meios de abrangência.

- b) Estudo solar, ventos, relações geográficas, comportamento e aspectos necessários para estabelecer os critérios de controle ambiental.
- c) Estudo dos níveis de ruídos, definindo os critérios de para tomada de decisões de implantação.
- d) Estudos pluviométricos da região para dimensionamento das redes de drenagem aéreas e enterradas (possível relação com projeto de águas pluviais do profissional de projetos hidrossanitários).
- e) Dimensionamento e justificativa do zoneamento das áreas de utilização e de controle ambiental relacionando aos diversos relatórios e planos de controle ambiental.
- f) Acompanhamento com as disciplinas de projeto na identificação dos impactos decorrentes das soluções técnicas adotadas e apresentar as soluções e o dimensionamento para as compensações socioambientais.

7.18.5. Representações Gráficas

7.18.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Implantação foto aérea ou imagem de satélite de limites patrimoniais
Implantação foto aérea ou imagem de satélite de layout das instalações
Implantação das instalações
Plantas de levantamento topográfico e cadastral
Plantas de registro de vistorias
Modelo geral do empreendimento
Implantação geral do empreendimento
Implantação com dados complementares

O Anteprojeto deve apresentar em plantas, soluções aprovadas e de compatibilização.

- a) **Implantação foto aérea ou imagem de satélite de limites patrimoniais**, com resolução espacial de 1 m, na escala de 1:10.000, a área pretendida para implantação do empreendimento, indicando os limites patrimoniais e áreas que devem ser desocupadas.
- b) **Implantação foto aérea ou imagem de satélite de layout das instalações**, com resolução espacial de 1 m, na escala de 1:5.000 ou maior detalhe, o layout das instalações pretendidas para cada fase de implantação.
- c) **Implantação das instalações**, contendo as características, dimensões e capacidade dos principais componentes, conforme o zoneamento funcional do aeródromo.
- d) **Plantas de levantamento topográfico e cadastral (LV-TOP)**.
- e) **Plantas de registro de vistorias** no local das futuras edificações e de arquivos cadastrais (municipais, estaduais ou federais), incluindo: vizinhança do empreendimento (estudos, impactos); mapas com a síntese das leis municipais de parcelamento do solo e de zoneamento (registro de uso, recuos e afastamentos, coeficiente de construção, taxa de ocupação e gabaritos); mapas com a indicação dos serviços públicos, companhias concessionárias; mapas demonstrando os sistemas de transporte coletivo, água potável, esgotos sanitários, escoamento de águas pluviais, energia elétrica em alta ou baixa tensão, iluminação pública, gás combustível, destinadores de resíduos e pavimentação;
Levantamento do terreno destinado ao empreendimento; mapa com indicações de orientação Norte-Sul, direção e sentido dos ventos predominantes; plantas demonstrando as diferenças ou alterações ocorridas após o levantamento topográfico e cadastral (movimentos de terra, construções clandestinas, rios, córregos, vias públicas, perfis, pavimentações, calçadas, guias, sarjetas, torres de transmissão de alta-tensão e postes); e mapas, plantas, imagens com outras informações relevantes.
- f) **Modelo geral do empreendimento**, volumes das edificações e características do empreendimento e as indicações de ações de mitigação e do plano de controle ambiental, considerando: Renderização Geral do empreendimento, apresentação das vias, espaços e áreas de abrangência do diagnóstico ambiental, apresentação dos conceitos de recuperação de áreas degradadas.
- g) **Implantação geral do empreendimento** com locação, dimensões e soluções de acessibilidade aos programas de gestão ambiental, de

comunicação social e de educação ambiental, de recuperação de áreas degradadas, de prevenção, monitoramento e controle de processos erosivos, de recuperação de passivos ambientais e de Manejo de Fauna, gerenciamento de resíduos sólidos, de gerenciamento dos recursos hídricos abrangendo o ciclo hídrico completo da fonte ao descarte de efluentes.

- h) **Implantação com dados complementares**, contemplando as soluções de acessibilidade, as vias de acesso e os espaços de conexão com outros modais de transporte.

7.18.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Modelo geral do empreendimento
Implantação geral do empreendimento e dados complementares
Plantas e mapas dos programas de gestão ambiental
Mapas das ações de comunicação social e de educação ambiental
Plantas e mapas das redes e serviços públicos com correção do impacto
Implantação com as indicações das áreas de recuperação dos pontos degradados
Implantação com as indicações das ações de prevenção, monitoramento e controle processos erosivos

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Modelo geral do empreendimento**, volumes das edificações e características do empreendimento e as indicações de ações de mitigação e do plano de controle ambiental, considerando: Renderização Geral do empreendimento, apresentação das vias, espaços e áreas de abrangência do diagnóstico ambiental, apresentação dos conceitos de recuperação de áreas degradadas
- b) **Implantação geral do empreendimento e dados complementares**, com locação, dimensões e soluções de acessibilidade aos pro-

gramas de gestão ambiental, de comunicação social e de educação ambiental, de recuperação de áreas degradadas, de prevenção, monitoramento e controle de processos erosivos, de recuperação de passivos ambientais e de Manejo de Fauna, gerenciamento de resíduos sólidos, de gerenciamento dos recursos hídricos abrangendo o ciclo hídrico completo da fonte ao descarte de efluentes.

- c) **Plantas e mapas dos programas de gestão ambiental:** Local das futuras edificações e regiões afetadas, incluindo indicações das diretrizes e ações de gestão ambiental a serem executadas com seguintes requisitos mínimos (quando aplicáveis): vizinhança do empreendimento indicação das ações de correção e/ou mitigação de impactos; mapas com a síntese das leis municipais de parcelamento do solo e de zoneamento das áreas de abrangência com as correções aprovadas junto ao município para execução do empreendimento.
- d) **Mapas das ações de comunicação social e de educação ambiental:** Representação da área de abrangência do empreendimento com a indicação dos locais de intervenção a serem promovidas pelos projetos.
- e) **Plantas e mapas das redes e serviços públicos com correção do impacto:** Mapas com a indicação dos serviços públicos, companhias concessionárias, com a indicação dos locais de intervenção a serem promovidas pelos projetos de mitigação e/ou de correção dos impactos; mapas demonstrando os sistemas de transporte coletivo, água potável, esgotos sanitários, escoamento de águas pluviais, energia elétrica em alta ou baixa tensão, iluminação pública, gás combustível, coleta de lixo e pavimentação com a indicação dos locais de intervenção a serem promovidas pelos projetos de mitigação e/ou de correção dos impactos.
- f) **Implantação com as indicações das áreas de recuperação dos pontos degradados:** Plantas demonstrando as diferenças ou alterações ocorridas na planta topográfica e cadastral com a indicação dos locais de intervenção a serem promovidas pelos projetos de mitigação e/ou de correção dos impactos.
- g) **Implantação com as indicações das ações de prevenção, monitoramento e controle** contendo: Plantas e mapas com indicação das ações de manejo da flora e da fauna nas áreas de intervenção e regiões afetadas a serem promovidas pelos projetos de mitigação e/ou de correção dos impactos.

7.18.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Modelo geral do empreendimento
Implantação geral do empreendimento
Implantação com detalhamento das ações de prevenção e controle de processos erosivos
Plantas e mapas dos programas de gestão ambiental
Plantas e mapas das redes e serviços públicos com correção do impacto
Plantas e mapas com detalhamento das ações de com. social e educação ambiental
Implantação com detalhamento das áreas de recuperação dos pontos degradados
Recuperação de passivos ambientais e detalhamento do manejo de fauna
Implantação com detalhamento da recuperação da flora e plantio

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Modelo geral do empreendimento:** deverá ser compatibilizado com os projetos da equipe multidisciplinar: Todos os elementos apresentados em tabelas de quantitativos nos desenhos deverão ter suas quantidades iguais às constantes nas planilhas e representar a totalidade dos itens a serem considerados.
- b) **Implantação geral do empreendimento:** com locação, dimensões e soluções de acessibilidade aos programas de gestão ambiental, de comunicação social e de educação ambiental, de recuperação de áreas degradadas, de prevenção, monitoramento e controle de processos erosivos, de recuperação de passivos ambientais e de Manejo de Fauna, gerenciamento de resíduos sólidos, de gerenciamento dos recursos hídricos abrangendo o ciclo hídrico completo da fonte ao descarte de efluentes.
- c) **Implantação com detalhamento das ações de prevenção, monitoramento e controle de processos erosivos:** plantas e mapas

com detalhamento das ações de prevenção, nas áreas de intervenção e regiões afetadas a serem promovidas pelos projetos de mitigação e/ou de correção dos impactos.

- d) **Plantas e mapas dos programas de gestão ambiental**, com plantas e mapas do local das futuras edificações e regiões afetadas, incluindo detalhamento das diretrizes e ações de gestão ambiental a serem executadas com seguintes requisitos mínimos (quando aplicáveis), plantas da vizinhança do empreendimento com detalhamento das ações de mitigação de impactos, mapas e plantas com a síntese das leis municipais de parcelamento do solo e de zoneamento das áreas de abrangência com detalhamento das correções aprovadas junto ao município para execução do empreendimento;
- e) **Plantas e mapas das redes e serviços públicos com correção do impacto** com mapas e plantas com a indicação dos serviços públicos, companhias concessionárias, com o detalhamento dos locais de intervenção a serem promovidas pelos projetos de mitigação e/ou de correção dos impactos, mapas e plantas demonstrando os sistemas de transporte coletivo, água potável, esgotos sanitários, escoamento de águas pluviais, energia elétrica em alta ou baixa tensão, iluminação pública, gás combustível, coleta de lixo e pavimentação com a indicação e detalhamento dos locais e serviços a serem promovidas pelos projetos de mitigação e/ou de correção dos impactos;
- f) **Plantas e mapas com detalhamento das ações de comunicação social e de educação ambiental**, com implantação e plantas do terreno destinado ao empreendimento, evidenciando as áreas abrangidas pelas ações de comunicação social e educação ambiental.
- g) **Implantação com detalhamento das áreas de recuperação dos pontos degradados**: plantas demonstrando as diferenças ou alterações ocorridas na topografia com as intervenções a serem promovidas pelos projetos de mitigação ou correção dos impactos.
- h) **Recuperação de passivos ambientais e detalhamento do manejo de fauna**: detalhamento das ações de manejo da fauna nas áreas de intervenção e regiões afetadas a serem promovidas pelos projetos de mitigação e/ou de correção dos impactos.
- i) **Implantação e detalhamento da recuperação da flora e plantio**, com planta demonstrando a supressão de vegetação: estimar a área (em ha) de supressão de vegetação por tipologia e estágio sucessional e interferências em Áreas de Preservação Permanente – APP, Áreas de Uso Restrito e de Reserva Legal para implantação do

empreendimento, estruturas associadas e áreas de apoio às obras (acessos, áreas de empréstimo e Depósito de Material Excedente - DME), plantas e mapas com detalhamento das ações de manejo da flora nas áreas de intervenção e regiões afetadas a serem promovidas pelos projetos de mitigação e/ou de correção dos impactos, mapas, plantas, imagens com outras informações relevantes para o detalhamento dos locais de intervenção a serem promovidas pelos projetos de mitigação e/ou de correção dos impactos.

7.18.6. Modelo BIM

Os levantamentos e as diretrizes da avaliação do meio ambiente deverão ser integrados a modelos de informação de forma a organizar e propiciar o acesso de todas as equipes envolvidas com o empreendimento.

Dessa forma, os modelos de informação que utilizem elementos gráficos deverão atender aos requisitos da modelagem BIM.

As análises de meio ambiente e os projetos decorrentes das demandas em função das exigências de legislação deverão ser construídos e integrados às demais disciplinas do projeto por meio da interoperabilidade dos modelos e nos momentos de trabalho colaborativo entre as diversas disciplinas principalmente as disciplinas de infraestrutura, redes e urbanismo.

Também deverão dar suporte para o desenvolvimento desses projetos e ter seu desenvolvimento em função do trabalho colaborativo com as equipes de gestão, fiscalização e de projeto.

Eles deverão ser apresentados diretamente da plataforma de repositório de arquivos aos analistas e fiscalização, entregue em mídia associado às demais pastas digitais do projeto.

Deverá atender, ao menos, os seguintes requisitos:

- a) Todos os levantamentos passíveis de representação gráfica deverão ser georreferenciados pelo sistema de coordenadas definido em conjunto com a disciplina de terraplanagem, topografia de forma a auxiliar e fundamentar o plano de execução de projeto.
- b) Todos os elementos do modelo deverão ser georreferenciados pelo sistema de coordenadas definido em conjunto com a disciplina de terraplanagem, topografia e o plano de execução de projeto. Também por sistema de eixos cartesiano e níveis em coordenação com as disciplinas complementares.

- c) Todas as entidades com informação a ser agregada e com características próprias deverão ser modeladas de forma a serem identificadas separadamente, a fim de possibilitar a extração de quantitativos conforma a sua especificidade.
- d) Elementos construtivos a serem representados deverão seguir as diretrizes das disciplinas a eles inerentes conforme suas características acrescidas das informações.
- e) As nomenclaturas e áreas de todos os espaços deverão seguir as determinações do plano de modelagem da informação, sobretudo quanto à nomenclatura dos espaços, para que, posteriormente, sejam validados de forma automatizada pelo software de checagem com também receber os parâmetros de numeração e classificação conforme NBR 15965.
- f) Os elementos do modelo deverão receber parâmetros de numeração e classificação conforma NBR 15965.
- g) Elementos que não possuem ferramentas específicas para suas modelagens podem ser gerados a partir de quaisquer outras ferramentas e ter sua classificação alterada posteriormente sempre buscando coerência com as etapas de planejamento, orçamentação da obra, sua identificação e classificação espacial.
- h) Os componentes padrão modelados por terceiros, por exemplo: produzidas por fabricantes, podem ser importados diretamente das bibliotecas vinculadas aos softwares de modelagem e ter suas con-

figurações alteradas de acordo com as necessidades do usuário e conforme as diretrizes do plano de execução de projeto. Os componentes com inter-relacionamento com outras disciplinas também deverão ter sua propriedade definida no plano de execução de projeto.

- i) A modelagem de equipamentos eletromecânicos deverá atender aos estudos de análise energética e atender às diretrizes de eficiência estabelecidos e aceitos como adequados ao empreendimento tanto no atendimento a legislação de meio ambiente quanto a diretrizes estabelecidos na contratação.
- j) A análise de ciclo de vida dos materiais com o uso da tecnologia BIM é recomendada para atendimento as exigências estabelecidas nas contratações e deverão ser apresentados a metodologia e os processos empregados a serem seguidos no plano de execução de projeto.
- k) Modelagem do canteiro de obras, dimensionamento, instalações provisórias e movimentação de equipamentos com a demonstração dos impactos e os trabalhos de recuperação e compensação, conforme plano de execução de projeto.
- l) A demonstração dos impactos e as diretrizes de recuperação de áreas e as compensações ambientais deverão ser demonstradas nos modelos de forma a dar subsídios e sustentação às disciplinas técnicas de infraestrutura, edificações e planejamento.

7.18.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Anteprojeto	Meio Ambiente	2	<p>Os elementos de levantamento e de projeto deverão estar georeferenciados e localizados com precisão em relação à origem em função de estarem baseados em topografia.</p> <p>As informações gráficas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volumetria dos elementos passíveis de quantificação e integração de informações qualitativas; • Correlação com mapas; • Superfícies de projeto e de volumes sincronizadas com os corredores da modelagem; • Corredor tridimensional da terraplanagem consistente com as seções transversais. <p>O modelo deve permitir a estimativa de volumes de serviços de terraplanagem. As informações qualitativas e permitir links com as diretrizes ambientais.</p>

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição			
Projeto Básico	Meio Ambiente	3	Todos os elementos gráficos do LOD 2 e ainda: As informações gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Fases do projeto. E as seguintes informações não gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Identificador exclusivo do componente de construção ou de demolição conforme padrão deste Manual e a indicação das ações de mitigação e compensação; • Interferências com outras disciplinas. Concomitância a topografia e os projetos de terraplanagem e urbanismo; • Tipos de componentes ou de materiais nas superfícies, nos perfis e nas seções tipo • Materiais (solos, corte, aterro, camada vegetal). • Dados referentes à data e responsáveis pelo levantamento topográfico, nuvem de pontos, ortofoto. • Dados referentes à data e responsáveis pela modelagem da terraplanagem. <p>O modelo deve permitir a extração precisa de volumes de serviços do empreendimento e suas relações com as ações de mitigação de impacto e compensações ambientais.</p>			
			Projeto Executivo	Meio Ambiente	4	A descrição do LOD 3 incluindo as seguintes informações não gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Componentes necessários para a implantação e execução no campo. • Documentação de execução dos serviços (especificações, normas, e legislações aplicáveis). <p>O modelo deve permitir a extração precisa de volumes de serviços do empreendimento e suas relações com as ações de mitigação de impacto e compensações ambientais.</p>
						As Built

7.18.7. Quantificação de Serviços

Todos os itens dos sistemas e áreas abordados pela disciplina de meio ambiente e que não forem tratadas em outra disciplina deverão ser quantificados conforme as especificidades e unidades descritas nas especificações técnicas e ter completa correlação com as características do planejamento e da orçamentação.

7.18.7.1. Levantamento Tradicional

No caso específico de Meio Ambiente, os quantitativos de materiais e serviços podem ser agrupados nas seguintes seções: serviços técnico-profissionais;

equipamentos e Acessórios; sistemas de Comunicação Visual; recuperação de áreas degradadas; disposições finais; vistorias, ensaios e inspeções; e plano de controle ambiental.

7.18.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos e características técnicas deverá ser executada, preferencialmente, de forma direta dos modelos e ter exata correlação com as tabelas geradas para as pranchas de desenho.

Para tanto, é fundamental que os elementos estejam devidamente classificados e categorizados para os sistemas abordados conforme os parâmetros de

planejamento, de orçamento e devidamente orientados pelo plano de execução de projeto. Deverá ser garantida a precisão, a consistência, a rastreabilidade e a agilidade de acessos às informações.

Todos os itens descritos na Especificação Técnica deverão ter seus correlatos na quantificação e nas unidades, da mesma forma que o levantamento tradicional, sendo de responsabilidade dos projetistas garantir a interdependência de todos os documentos técnicos com o planejamento e orçamento da obra.

À CONTRATADA é facultada a modelagem de componentes que não os exigidos neste Manual. Contudo, os quantitativos que não puderem ser levantados de forma automática deverão ser apresentados em forma tradicional e, ainda, retornar ao modelo, via software de integração, para fins de planejamento e orçamentação nas simulações.

7.18.8. Referências

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Manual para Elaboração de Estudos para Ambientais com AIA.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Manual para Elaboração de Estudos para o Licenciamento com Avaliação de Impacto Ambiental.

Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras do CBIC. Brasília, 2016.

Guia AsBEA Boas Práticas em BIM. [s.l.]: AsBEA, 2015.

Lei Federal nº 12.725/2012 Dispõe sobre o controle da fauna nas imediações de aeródromo;

MCA 3-8 – Manual de Gerenciamento de Risco de Fauna.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Caderno BIM: Coletânea de Cadernos Orientadores, Curitiba: SEIL/PR, 2018. V.4. RBAC nº 154 da ANAC – Estabelece as regras a serem adotadas no projeto de aeródromos públicos.

RBAC nº 161 da ANAC – Planos de zoneamento de ruído de aeródromos - PZR

RDC – ANVISA – Dispõe sobre as Boas Práticas para o Sistema de Abastecimento de Água ou Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento de Água em Portos, Aeroportos e Passagens de Fronteiras.

RDC - ANVISA – Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas Sanitárias no Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas áreas de portos, aeroportos, passagens de fronteiras e recintos alfandegados;

RDC – ANVISA - dispõe sobre o tratamento a ser dado às cargas deterioradas, contaminadas ou fora de especificações.

RDC – ANVISA - Estabelece normas relativas aos resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.

RDC – ANVISA - Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências.

RDC - ANVISA – Regulamento técnico para fiscalização e controle sanitário em aeroportos e aeronaves.

Resolução CONAMA - Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental.

Resolução CONAMA – Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental dos aeroportos regionais.

Resolução CONAMA – Estabelece diretrizes e procedimentos para elaboração e autorização do Plano de Manejo de Fauna em Aeródromos e dá outras providências.

Resolução CONAMA - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

Resolução CONAMA - Resolução o estabelecimento de parâmetros, definições e limites referentes às Áreas de Preservação Permanente.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Encargos de Projetos em BIM e CAD. V.2.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Caderno de Especificações de Projetos em BIM. V.2.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Infraestrutura. Instruções para elaboração de projetos Arquitetônicos de Edificação.

7.19. Serviços Complementares

7.19.1. Desapropriações

Em determinados projetos poderá ser necessária a incorporação de novas áreas patrimoniais ao aeroporto. Nesses casos, será necessário repassar ao Administrador do Aeroporto os novos limites patrimoniais mínimos que deverão ser adquiridos.

O projeto de desapropriações de áreas deve ser elaborado em conjunto com o projeto de barreiras patrimoniais, tratado no tópico à frente.

O projeto requer uma pesquisa local e cartorial sobre as condições efetivas das áreas a serem incorporadas. É imprescindível a participação da Administração do Aeroporto durante o processo.

O projeto de desapropriação requer memorial descritivo das novas áreas patrimoniais, que deverá contemplar o registro dos proprietários das áreas a serem desapropriadas, o percentual do terreno do proprietário a ser desmembrado e os custos de aquisição de terras estimados com base em modelos imobiliários.

Além disso, deverão ser entregues representações gráficas, contendo os novos limites patrimoniais indicando, de cada terreno a ser desapropriado, os limites em coordenadas UTM e as áreas em metros quadrados, bem como o nome dos proprietários afetados.

O material produzido deverá ser completo e com dados suficientes para que a Autoridade Aeroportuária atue junto ao Poder Público para a publicação dos Decretos que definam as áreas como de Utilidade Pública; que permitam os desmembramentos em cartório; e fundamentem uma negociação justa com os proprietários envolvidos.

A presente disciplina, portanto, contempla os seguintes entregáveis:

Entregável
Memorial Descritivo
Laudo de Avaliação Técnica
Representações Gráficas

7.19.2. Memorial Descritivo

Deve ser elaborado um memorial descritivo para cada terreno a ser desapropriado, conforme critérios exigidos pelo cartório de registro de imóveis local e contendo, ao menos, as seguintes informações:

- Identificação do projeto que irá definir a Utilidade Pública;
- Objeto a ser desapropriado: lote ou fração, com endereço e número registro do cartório.
- Identificação dos proprietários, incluindo CPF ou CNPJ.
- Quadro de áreas a serem desmembradas do terreno registrado, para fins de desapropriação.
- Descrição técnica do lote a ser desapropriado, indicando os limites ao sul, ao norte, a leste e a oeste, dados dos vizinhos, coordenadas geográficas, distâncias e azimutes.
- Descrição técnica da fração ou do lote a ser desapropriado, indicando os limites ao sul, ao norte, a leste e a oeste, com informações dos vizinhos, coordenadas geográficas, distâncias e azimutes.
- Descrição técnica da fração ou frações do lote remanescente, indicando os limites ao sul, ao norte, a leste e a oeste, com informações dos vizinhos, coordenadas geográficas, distâncias e azimutes.

7.19.3. Laudo de Avaliação Técnica

O objetivo do Laudo de Avaliação Técnica é o de estimar os valores necessários para a indenização das desapropriações. A metodologia a ser empregada nas avaliações deverá estar amparada na norma NBR 14653. Quando requerido no Edital, os procedimentos de avaliação serão realizados por profissionais legalmente habilitados com a emissão da respectiva ART.

1.1.2 Representações Gráficas

7.19.3.1. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável

Plantas gerais de desapropriação

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Plantas gerais de desapropriação:** uma ou mais plantas em escala adequada e georreferenciada, contendo a projeção do empreendimento (planta baixa) com as curvas de nível do terreno projetado; indicação da faixa de pista, sistema de pistas, edificações), a área patrimonial do aeroporto existente, dividida pelas matrículas em cartório; a demarcação dos lotes vizinhos contendo o nome do proprietário, matrícula do cartório, cartório de registro, área, perímetro e coordenadas dos pontos extremos; indicação dos lotes ou terrenos a serem afetados pela desapropriação, incluindo a área e perímetro a ser desapropriado e área remanescente; tabela de áreas dos terrenos afetados contendo as informações do nome do proprietário, área do terreno, área a ser desapropriada, área remanescente.

7.19.4. Referências

DECRETO-LEI Nº 3.365, DE 21 DE JUNHO DE 1941, Dispõe sobre desapropriações por utilidade pública (texto compilado).

ABNT NBR- 13.133: Execução de levantamento topográfico.

ABNT NBR- 14.653-1: Avaliação de bens - Parte 1: Procedimentos gerais

ABNT NBR- 14.653-2: Avaliação de bens - Parte 2: Imóveis urbanos.

ABNT NBR -14.653-3: Avaliação de bens - Parte 3: Imóveis rurais e seus componentes.

7.20. Cercas

7.20.1. Introdução

O projeto de barreiras patrimoniais e de segurança operacional tem como objetivos: definir a área a ser protegida; desestimular entradas não autorizadas; impedir ou retardar a intrusão, possibilitando a interveniência da vigilância para deter o invasor; aumentar a eficiência da vigilância; e direcionar o fluxo de pessoas e de veículos para as vias de acesso controladas. De acordo com o RBAC 107, as barreiras devem ser capazes de dificultar a passagem por cima, resistir à pressão para dobrá-las ou cortá-las e impedir o acesso por baixo.

Importante considerar no projeto que as barreiras, ou cercas de proteção física de segurança, sejam patrimoniais ou operacionais, deverão ser construídas a uma distância do eixo da pista suficiente para não se constituir em obstáculo na zona de proteção do aeródromo. As barreiras estruturais ou artificiais são classificadas de acordo com o grau de proteção que podem oferecer, conforme as classes abaixo:

- Classe A - barreira de elevado nível de segurança concebida para oferecer a máxima dissuasão possível e retardar a entrada de um intruso bem equipado. Esse tipo de barreira é normalmente complementado por outros tipos de sistemas de segurança;
- Classe B - barreira de segurança intermediária concebida para dissuadir e retardar os ataques de uma pessoa com meios de acesso limitados e ferramentas manuais. O projeto e a construção oferecerão resistência às tentativas de transposição e rompimento;
- Classe C - barreira contra intruso que ofereça alguma resistência à transposição por cima, por parte de um intruso que use materiais de fácil aquisição; e
- Classe D - barreira projetada sem requisitos particulares de segurança, tal como as cercas cujo único objetivo é demarcar um limite e oferecer um mínimo de dissuasão ou de resistência.

Os projetos deverão ser elaborados em conformidade com as normas de segurança da ANAC e da ICAO, citadas nas referências, e modelados em escala real, utilizando as ferramentas BIM, de forma que os quantitativos e detalhes possam ser obtidos e apresentados de forma automática do modelo digital.

A regulamentação possibilita utilizar obstáculos naturais (mata fechada, curso d'água, mar etc) como barreira de segurança da área operacional, desde

que o nível de segurança oferecido seja equivalente ao nível dos obstáculos artificiais e sejam aplicadas medidas complementares de segurança. Caso o aeroporto já possua um modelo digital, o projeto deverá ser elaborado a partir do modelo existente.

A presente disciplina contempla os seguintes entregáveis:

Entregável
Memorial Descritivo
Especificação Técnica
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Modelo BIM
Representações Gráficas
Planilha de Serviços
Memorial de Quantificação

7.20.2. Memorial Descritivo

O Memorial Descritivo do projeto de barreiras patrimoniais e de segurança operacional é uma descrição detalhada das soluções técnicas adotadas no projeto, descrevendo as justificativas para a implantação das novas barreiras. Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Avaliação das barreiras existentes: Descrever a condição de todas as barreiras físicas e naturais existentes no aeroporto, identificando se são barreiras naturais, cercas ou muros. Tanto da área patrimonial, quanto da área operacional, indicando a altura; se configuram obstáculos ao plano de zona de proteção do aeródromo; se possuem aberturas ou falhas no fechamento; qual o grau de proteção. Ilustrar com fotografias.
- Barreiras patrimoniais: Descrever a necessidade e apresentar as justificativas para a implantação de novas barreiras patrimoniais, indicando o tipo de barreira, o método construtivo e o grau de proteção

pretendido, a altura, a verificação com o plano de zona de proteção do aeródromo, o novo traçado; os materiais que serão utilizados.

- Barreiras Operacionais: Descrever a necessidade e apresentar as justificativas para a implantação de novas barreiras operacionais, indicando o tipo de barreira, o método construtivo e o grau de proteção pretendido, a altura, a verificação com o plano de zona de proteção do aeródromo, o novo traçado; os materiais que serão utilizados.
- Barreiras Naturais: Descrever o tipo de obstáculo natural (mata fechada, curso d'água, mar etc) e comprovar que o nível de segurança como barreira da área operacional oferecido seja equivalente ao nível dos obstáculos artificiais. Indicar quais medidas de segurança complementares serão implantadas.

7.20.3. Especificação Técnica

Cada um dos serviços relativos ao projeto das cercas patrimoniais ou operacionais deverá possuir uma especificação técnica descrevendo os detalhes de execução, controle, aceitação e medição do serviço. Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Identificação do serviço por código conforme padrão deste Manual;
- Separação dos serviços por tipos de barreiras (cercas ou muros), alturas e fechamento;
- Separação dos serviços de demolição ou remoção de barreiras de segurança.
- Definir todos os materiais, como concreto, aço, mourões, telas de alambrado, concertinas etc.;
- Definir a forma de fixação das barreiras no terreno natural;
- Definir a forma de execução dos serviços;
- Indicar, caso existam, as restrições de horário ou de condição climática para a execução dos serviços;
- Definir as unidades para quantificação e de medição dos serviços;
- Definir os controles tecnológicos e topográficos, os critérios de aceitação e de medição dos serviços ou referenciá-los às especificações de serviços de órgãos consagrados (DNIT, DIRINFRA, ABNT), ajustando-as às necessidades do projeto.

7.20.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

Deverá conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Detalhe dos cálculos para a determinação das dimensões das bases e fundações das barreiras patrimoniais e estruturais, bem como dos pilares ou mourões e vigas baldrame de concreto armado. Deve ser acompanhado, como anexos, pelos relatórios de dimensionamento, possivelmente extraídos dos sistemas computacionais utilizados.

7.20.5. Representações Gráficas

7.20.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta geral
Plantas específicas

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Planta geral:** Extraída do modelo BIM, deverá conter toda a identificação e locação (em escala adequada/estendida) das barreiras físicas (cercas ou muros) existentes, das barreiras físicas (cercas ou muros) existentes a serem removidas; das barreiras físicas (cercas ou muros) a serem implantadas; e das barreiras naturais existentes; e as vias de serviço. Indicar os trechos referentes à proteção patrimonial e os de proteção operacional. Utilizar cores distintas para cada tipo de barreira. Apresentar tabelas contendo os quantitativos de barreiras a serem demolidas e implantadas e legenda para a identificação no desenho.
- Plantas específicas:** Dependendo do escopo do anteprojeto, plantas adicionais com detalhes poderão ser entregues para melhor exemplificar algum ponto descrito no trabalho.

7.20.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta geral
Perfil longitudinal do eixo de implantação da barreira
Plantas de Detalhes

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Planta geral:** Extraída do modelo BIM, deverá conter toda a identificação e locação (em escala adequada/estendida) das barreiras físicas (cercas ou muros) existentes, das barreiras físicas (cercas ou muros) existentes a serem removidas; das barreiras físicas (cercas ou muros) a serem implantadas; das barreiras naturais existentes; e das vias de serviço. Indicar os trechos referentes à proteção patrimonial e os de proteção operacional. Utilizar cores distintas para cada tipo de barreira. Apresentar tabelas contendo os quantitativos de barreiras a serem demolidas e implantadas e legenda para a identificação no desenho. Deverá conter tabelas com as coordenadas dos pontos das linhas poligonais que definem as barreiras.
- Perfil longitudinal do eixo de implantação da barreira:** Perfil longitudinal com escala vertical exagerada de forma a boa visualização do eixo e das cotas de implantação da cerca ao longo do perfil do terreno existente ou projetado.
- Plantas de detalhes:** Uma ou mais plantas contendo, em escala menor, também extraída(s) do modelo, os detalhes construtivos de todas as barreiras físicas que serão construídas. Incluir cotas e dimensões dos elementos; detalhes dos materiais de fechamento; detalhes das placas de aviso de segurança; quadros com quantitativos de consumo de materiais.

7.20.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável

Plantas de detalhes executivos

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Plantas de detalhes executivos:** Plantas contendo detalhes das formas do concreto, da armadura de aço e da fixação das cercas metálicas ou arames nas peças de concreto.

7.20.6.1. Níveis de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Anteprojeto	Cercas Patrimoniais / Operacionais	2	Os elementos de projeto estão georeferenciados e localizados com precisão em relação à origem em função de estarem baseados em topografia. O modelo deve permitir a estimativa de quantitativos de cercas patrimoniais ou operacionais.
Projeto Básico	Cercas Patrimoniais / Operacionais	3	Todos os elementos gráficos do LOD 300 e ainda: As informações gráficas: <ul style="list-style-type: none"> · Fases do projeto. · Perfis Longitudinais.
			E as seguintes informações não gráficas: <ul style="list-style-type: none"> · Identificador exclusivo do componente de construção ou de demolição conforme padrão deste Manual · Interferências com outras disciplinas. · Tipos de componentes ou de materiais nas superfícies, nos perfis e nas seções tipo · Materiais (mourões, alvenarias, telas, concertinas, arames). · Dados referentes à data e responsáveis pela modelagem das barreiras. O modelo deve permitir a extração precisa de quantitativos de serviços.
Projeto Executivo	Cercas Patrimoniais / Operacionais	4	A descrição do LOD 3 incluindo as seguintes informações não gráficas: <ul style="list-style-type: none"> · Componentes necessários para a implantação e execução no campo. · Documentação de execução dos serviços (especificações, normas etc).
As Built	Cercas Patrimoniais / Operacionais	5	A descrição do LOD 4 incluindo as informações construtivas.

7.20.6. Modelo BIM

O Modelo Digital deverá ser apresentado diretamente da plataforma aos analistas e à fiscalização, sendo entregue em mídia associado às demais pastas digitais do projeto.

Todos os elementos das barreiras físicas, sejam cercas ou muros, deverão estar georeferenciados e modelados em escala real, de forma que os quantitativos e detalhes possam ser obtidos e apresentados de forma automática do modelo BIM. Os elementos que não forem possíveis de se modelar deverão estar justificados no Memorial Descritivo.

7.20.7. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- a) Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- b) Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

Os serviços de cercamento deverão ser quantificados de forma geométrica e topográfica, conforme o comprimento tridimensional nas dimensões previstas no projeto, não devendo ser aplicados fatores de perda.

Os quantitativos deverão ser separados em função dos seguintes critérios: por tipos de barreiras (cercas ou muros), alturas e fechamento; por trechos de demolição ou remoção de barreiras de segurança; e por fases, conforme o planejamento da obra.

7.20.7.1. Levantamento Tradicional

Os comprimentos dos trechos das barreiras são obtidos a partir da projeção no plano horizontal dos alinhamentos dos trechos a serem demolidos ou construídos de cada tipo de barreira. Esse levantamento não considera o comprimento tridimensional e os quantitativos dos materiais precisam ser calculados em planilha auxiliar, tais como número de mourões ou postes metálicos e área de alvenaria.

7.20.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos de serviços de cercamento, a partir do modelo BIM, é feita por meio da criação de materiais referentes aos elementos que irão compor a barreira que deverão constar de tabelas automáticas no modelo digital.

As tabelas são automáticas e sincronizadas com o modelo BIM, de forma que qualquer alteração no traçado promova atualização automática. As tabelas devem conter o quantitativo do serviço, em metros lineares de barreira, medidos ao longo do terreno real e tridimensional, bem como os quantitativos de todos os materiais.

7.20.8. Referências

ABNT NBR 7176, Mourões de concreto armado para cercas de arame — Requisitos

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 107 emenda 02. Segurança da aviação civil contra atos de interferência ilícita – Operador de aeródromo.

ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL (OACI). “Airports”, Volume I do Anexo 14 da Convenção de Aviação Civil Internacional de Chicago. 4ª Edição. Montreal, Canadá.

7.21. Canteiro de Obras

7.21.1. Introdução

O Projeto do Canteiro de Obras contemplará as edificações e as instalações necessárias para o apoio e suporte às obras. Deverá ser dimensionado de forma a atender aos requisitos das Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde do Trabalho aprovadas pela Portaria do MTB nº 3214, de 08/06/78 e, quando necessário, as normas sanitárias aplicadas a aeroportos (Resolução RDC 02 de 8 de janeiro de 2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA).

A localização da área de implantação do canteiro de obras deverá ser aprovada pela autoridade aeroportuária, não podendo interferir com as operações aeroportuárias, sejam elas no lado ar ou no lado terra. Deverá considerar o controle de acesso de veículos, equipamentos e pessoal, inclusive de visitantes, em conformidade com as exigências de segurança da ANAC.

As seguintes instalações deverão ser contempladas:

- Escritórios da construtora, incluindo circulações internas.
- Escritórios para a Fiscalização da Obra.
- Almoxarifado.
- Oficinas mecânicas contemplando dispositivos ambientais.
- Cozinha e/ou refeitórios.
- Sanitários e vestiários para o pessoal de campo e escritório.
- Laboratórios de concreto, solo e agregados.
- Reservatórios de água.
- área de armazenamento de produtos e resíduos perigosos

- Dispositivos para destino de esgotos.
- Depósitos de resíduos e entulhos de obras.
- Cerca operacional, delimitando a área de canteiro de obras.
- Guaritas de controle de acessos de veículos e pessoas.

Áreas destinadas à instalação de usina de solo/agregados, de concreto cimento e concreto asfáltico deverão ser avaliadas. É possível que existam usinas próximas ao local da obra, e o custo para a aquisição dos insumos (concreto cimento ou concreto asfáltico) seja mais vantajoso do que o custo para instalar, operar e produzir no Canteiro de Obras.

As instalações a serem ocupadas pela Fiscalização serão consideradas como instalações do canteiro de obras, estando, portanto, sujeitas ao mesmo tratamento estabelecido nos itens precedentes.

A disciplina considera os seguintes entregáveis:

Entregável
Memorial Descritivo
Especificação Técnica
Memorial de Cálculo e Dimensionamento
Representações Gráficas
Modelo BIM
Planilha de Serviços
Memorial de Quantificação

7.21.2. Memorial Descritivo

O Memorial Descritivo deverá contemplar os seguintes requisitos:

- Localização do Canteiro de Obras: Descrição da localização da implantação do Canteiro de Obras, formas de acesso ao canteiro e formas de acesso à obra. Verificação de aceite do posicionamento do canteiro com a autoridade aeroportuária. Verificação da possibilidade de utilização de instalações existentes. Identificar a necessidade de terraplanagem ou aplicação de revestimento primário.
- Ligações Provisórias: Descrever como será feito o fornecimento de

energia elétrica e o abastecimento de água. Apresentar o dimensionamento dos transformadores e dos reservatórios de água.

- Instalações do Canteiro de Obras: Identificar e apresentar o dimensionamento das áreas mínimas de todas as instalações consideradas no canteiro de obras, com base no efetivo de funcionários e em conformidade com as Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde do Trabalho. Justificar a necessidade de cada instalação considerada.
- Operação do canteiro de obras: Descrever, para fins de orçamentação do custo de operação do canteiro, como foram considerados os seguintes serviços: consumo de energia elétrica; consumo de água; coleta e destinação de esgoto sanitário; coleta e destinação de todos os tipos de resíduos e de entulho provenientes da obra; manutenção e conservação dos sistemas viários de acesso e interno ao canteiro; segurança patrimonial do canteiro; transporte interno de equipamentos, material e pessoal; descarga, carga, manuseio e transporte interno de materiais; e higiene, medicina e segurança do trabalho.

7.21.3. Especificação Técnica

As especificações deverão estar presentes de forma completa para as fases de Projeto Básico e Projeto Executivo. Todos os itens da planilha orçamentária e do planejamento de execução deverão ter seu correspondente nas especificações técnicas para a caracterização pretendida do desempenho dos materiais, equipamentos, serviços e componentes.

Todos os itens deverão ser especificados, considerando como conteúdo mínimo: nome do serviço; descrição dos materiais e suas características físicas, técnicas e de desempenho; planejamento e descrição dos serviços e suas características de execução; composição orçamentária e unidade de quantificação; e critérios de aceitação e de medição.

7.21.4. Memorial de Cálculo e Dimensionamento

O Memorial de Cálculo e Dimensionamento desta disciplina deverá contemplar:

- O dimensionamento de todas as áreas, com base nos histogramas de equipamentos, pessoal e materiais extraídos do planejamento e

do cronograma de obras, respeitando os critérios definidos nas Normas Reguladoras de Segurança e Saúde do Trabalho.

- b) O dimensionamento de estruturas e fundações, no caso de serem implantas instalações de concreto armado, madeira ou metálicas.
- c) Dimensionamento de instalações hidráulicas, sanitárias e elétricas.

7.21.5. Representações Gráficas

7.21.5.1. Anteprojeto

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de locação
Planta baixa
Plantas específicas

O Anteprojeto deve apresentar em plantas, soluções aprovadas e de compatibilização.

- a) **Planta de locação:** Planta com a locação das instalações do canteiro de obra, em relação ao aeroporto, indicando as formas e locais de acessos.
- b) **Planta baixa:** Planta com arranjo das cercas, tapumes, arruamentos internos e caminhos de serviço, bem como das instalações provisórias destinadas a abrigar o pessoal (alojamentos, áreas de vivência, refeitórios, vestiários, sanitários etc.) e as dependências necessárias à obra (escritórios, cozinha, enfermaria, barracões, laboratórios, oficinas, almoxarifados, balança, guarita, lava rodas etc.). Deve conter, ainda, as instalações industriais da obra, tais como central de britagem, usina de CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente) e central ou usina de concreto, quando for o caso.
- c) **Plantas específicas:** Dependendo do escopo do anteprojeto, plantas adicionais com detalhes poderão ser entregues para melhor exemplificar algum ponto descrito no trabalho.

7.21.5.2. Projeto Básico

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de locação
Planta de implantação
Planta baixa
Plantas de Instalações

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) **Planta de locação:** Planta com a locação das instalações do canteiro de obra, em relação ao aeroporto, indicando as formas e locais de acessos.
- b) **Planta de implantação:** Deverá apresentar a necessidade de regularização da área ou movimento de terra necessário para implantação do canteiro, indicando as áreas de corte e aterro.
- c) **Planta baixa:** Planta com arranjo das cercas, tapumes, arruamentos internos e caminhos de serviço, bem como das instalações provisórias destinadas a abrigar o pessoal (alojamentos, áreas de vivência, refeitórios, vestiários, sanitários etc.) e as dependências necessárias à obra (escritórios, cozinha, enfermaria, barracões, laboratórios, oficinas, almoxarifados, balança, guarita etc.). Deve conter, ainda, as instalações industriais da obra, tais como central de britagem, usina de CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente) e central ou usina de concreto, quando for o caso.
- d) **Plantas de Instalações:** Uma ou mais plantas das redes de infraestrutura provisórias contemplando: água potável, drenagem de águas pluviais, esgoto sanitário, rede elétrica e de telemática, sendo uma planta específica para cada tipo de rede; área de geradores de energia; instalações de armazenamento de combustíveis e produtos perigosos com o detalhamento dos dispositivos de contenção; instalação de lava rodas; instalações para o abastecimento de carros pipa no canteiro ou em corpos hídricos; etc.

7.21.5.3. Projeto Executivo

Nessa fase, no mínimo, as seguintes representações gráficas deverão ser apresentadas:

Entregável
Planta de locação
Planta de implantação
Planta baixa
Plantas de instalações
Detalhes construtivos

Tais entregáveis deverão atender aos seguintes requisitos mínimos:

- Planta de locação:** Plantas com a locação das instalações do canteiro de obra, em relação ao aeroporto, indicando as formas e locais de acessos.
- Planta de implantação:** Deverá apresentar a necessidade de regularização da área ou movimento de terra necessário para implantação do canteiro, indicando as áreas de corte e aterro.
- Planta baixa:** Planta com arranjo das cercas, tapumes, arruamentos internos e caminhos de serviço, bem como das instalações provisórias destinadas a abrigar o pessoal (alojamentos, áreas de vivência, refeitórios, vestiários, sanitários etc.) e as dependências necessárias

7.21.6.1. Nível de Definição

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Anteprojeto	Canteiro de Obras	2	Os elementos de projeto estão georeferenciados e localizados com precisão em relação à origem em função de estarem baseados em topografia e conter as seguintes informações gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Planta de Locação • Planta Baixa. <p>O modelo deve permitir a estimativa de quantitativos do canteiro de obras.</p>

à obra (escritórios, cozinha, enfermaria, barracões, laboratórios, oficinas, almoxarifados, balança, guarita etc.). Deve conter, ainda, as instalações industriais da obra, tais como central de britagem, usina de CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente) e central ou usina de concreto, quando for o caso.

- Plantas de instalações:** Plantas das redes de infraestrutura provisórias contemplando água potável, drenagem de águas pluviais, esgoto sanitário, rede elétrica e de telemática, sendo uma planta específica para cada tipo de rede; área de geradores de energia; instalações de armazenamento de combustíveis e produtos perigosos com o detalhamento dos dispositivos de contenção; instalação de lava rodas; instalações para o abastecimento de carros pipa no canteiro ou em corpos hídricos; etc.
- Detalhes construtivos:** Detalhamentos que se fizerem necessários para a implantação do Canteiro de Obras.

7.21.6. Modelo BIM

O Canteiro de Obras deverá ser elaborado em BIM e apresentado diretamente da plataforma aos analistas e à fiscalização, sendo entregue em mídia associada às demais pastas digitais do projeto.

Todos os elementos do Canteiro de Obras deverão estar georeferenciados e modelados em escala real, de forma que os quantitativos e detalhes possam ser obtidos e apresentados de forma automática do modelo BIM.

Fase do Projeto	Especialidade / Subespecialidade	LOD	Descrição
Projeto Básico	Canteiro de Obras	3	Todos os elementos gráficos do LOD 2 e ainda: As informações gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Planta de Implantação; • Plantas de Instalações E as seguintes informações não gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Identificador exclusivo do componente conforme padrão deste Manual • Interferências com outras disciplinas. • Tipos de componentes ou de materiais nas superfícies, nos perfis e nas seções tipo • Dados referentes à data e responsáveis pela modelagem das barreiras. <p>O modelo deve permitir a extração precisa de quantitativos de serviços.</p>
			A descrição do LOD 3 incluindo as seguintes informações gráficas: <ul style="list-style-type: none"> • Plantas de detalhes construtivos E as seguintes informações não gráficas Componentes necessários para a implantação e execução no campo. Documentação de execução dos serviços (especificações, normas etc).
Projeto Executivo	Canteiro de Obras	4	

7.21.7. Quantificação de Serviços

Conforme evidenciado na tabela de entregáveis da disciplina, a quantificação de serviços resulta em dois entregáveis, considerando os seguintes requisitos:

- Planilha de Serviços: lista sintética dos serviços correspondentes à disciplina, codificados, com unidades adequadas e respectivos quantitativos.
- Memorial de Quantificação: documento descritivo que registra as premissas adotadas, eventuais simplificações e, sobretudo, a metodologia empregada para extração dos quantitativos.

7.21.7.1. Levantamento Tradicional

Todos os itens construtivos para o canteiro de obras deverão ser quantificados conforme as especificidades e unidades descritas nas especificações técnicas e ter completa correlação com as características do planejamento e da orçamentação.

7.21.7.2. Levantamento Automatizado

A extração dos quantitativos e características técnicas deverá ser executada preferencialmente de forma direta do modelo do canteiro de obras e ter exata correlação com as tabelas geradas para as pranchas de desenho.

Para tanto, é fundamental que os elementos estejam devidamente classificados e categorizados para os itens do canteiro de obras, conforme os parâmetros de planejamento, de orçamento e devidamente orientados pelo plano de execução de projeto. Deverá ser garantida a precisão, a consistência, a rastreabilidade e a agilidade de acessos as informações.

Todos os itens descritos nos tópicos das especificações técnicas deverão ter correspondência na quantificação e nas unidades, sendo de responsabilidade dos projetistas garantir a interdependência de todos os documentos técnicos com o planejamento e orçamento da obra.

7.21.8. Referências

Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde do Trabalho aprovadas pela Portaria do MTB nº 3214, de 08/06/78, com ênfase para o conteúdo das NR 8 (Edificações), 9 (Programas de Prevenção de Riscos Ambientais), 18 (Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção) e 24 (Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho).

8. Planejamento da Obra

8.1. Gestão do Cronograma

8.1.1. Etapeamento da Obra

Entregável

Etapeamento da Obra

Durante o desenvolvimento do projeto, e a partir dos dados operacionais do aeroporto, levantados conforme descrito no capítulo Condições Locais, o projetista deverá definir o etapeamento de serviços da obra, que consiste na definição de cada etapa da obra, sequência de serviços e apresentação clara dos respectivos locais de intervenção, horários das atividades, assim como a logística e mobilização de equipamentos (veículos) necessários durante a obra (acessos e itinerários), logo após a consolidação do escopo da obra. Nesse momento, deve-se avaliar como causar menos impacto para a operacionalidade, conforto e segurança dos passageiros e clientes do aeroporto durante o período da obra.

Para projetos CAD, a Contratada deverá apresentar Memorial Descritivo e Representações Gráficas que orientem como será conduzido o etapeamento. Projetos em BIM, devem realizar essa demonstração de etapas utilizando o modelo federado e ferramentas de coordenação 4D, que permitam vinculação com cronograma e simulação da obra, como suporte ainda na fase de estudo conceitual (3ª Entrega Parcial).

Ressalta-se ainda que antes de submissão do projeto à SAC, o etapeamento deverá ser apresentado à autoridade aeroportuária, de forma a validar a proposição desenvolvida, tendo em vista os diversos impactos nas áreas de operações, manutenção e comercial do aeroporto relacionados com as obras. Todas as considerações realizadas no etapeamento deverão estar em alinhamento com o cronograma da obra.

8.1.2. Cronograma da Obra

Entregável

Declaração de Escopo (Conforme capítulo IV)

EAP (Conforme capítulo IV)

Dicionário EAP (Conforme capítulo IV)

Cronograma da obra

De acordo com CIOB (2015), todo projeto tem características determinantes e próprias. Todavia, algumas considerações são geralmente importantes para a maioria dos projetos, podendo ser incluídas na elaboração do cronograma, como apresentado na Tabela 8-1:

Tabela 8-1: Considerações sobre cronograma

Considerações:

Tempo para conclusão das etapas

Dias de trabalho e feriados

Datas chaves de conclusões e entregas parciais

Datas marcos do projeto

Datas de entrega

Requisitos do cronograma

Complexidade do projeto

Regulações locais

Licenças e permissões

Submissões e aprovações

Sequência de construção

Restrições operacionais

Filosofia de construção

Especificações do projeto

Métodos construtivos

Testes e comissionamentos

Processos de cadastro, certificação e/ou homologação de equipamentos, instalações e infraestrutura

Estratégia de aquisições

Cronograma de aquisições
Logística
Entrega e armazenamento de materiais
Trabalhos temporários
Acesso, saídas e propriedade
Atualização de requisitos
Saúde e segurança
Condições do meio ambiente
Alocação de riscos
Plano de responsabilidades
Exigências de notificações

Em projetos desenvolvidos em BIM, a capacidade de integração do cronograma da construção com dados do modelo possibilitará a visualização do diagrama de Gantt e, principalmente, a visualização 3D dos eventos da obra e respectivo etapeamento, permitindo desta forma verificar todas as atividades desenvolvidas, suas respectivas durações, sequenciamento e a evolução delas no tempo. Também será possível analisar cenários para atividades específicas, permitindo melhor interpretação e ajustes para aprimoramento dos resultados e coordenação do tempo.

É importante ressaltar que projetos de obras em aeroportos podem ser qualificados como complexos, pois, em alguns casos, podem apresentar duração superior a 18 meses, alterações de requisitos ao longo desse período, mudanças tecnológicas, múltiplas partes interessadas responsáveis pelas aprovações do projeto podem ser substituídas e premissas antes validadas necessitem de reavaliação, além da quantidade de partes interessadas envolvidas no projeto. Dessa forma, o cronograma pode estar sujeito a alterações, porém essas devem ser sempre previamente comunicadas e submetidas formalmente à SAC.

O cronograma da obra deve focar em entregáveis e atingimento de marcos, que são pontos específicos ao longo do prazo do cronograma, sem duração, que servirão de alerta. Os marcos indicam, por exemplo, o início ou término de uma etapa necessária para cumprimento da meta estabelecida pelo cronograma (entrega da obra), datas-chaves do contexto da obra, tais como emissão do NOTAM

e término do seu respectivo prazo, datas de aprovações, aquisições relevantes para obra etc.

O cronograma enviado à SAC deverá ser desenvolvido com utilização da ferramenta MS Project, ou similar, compatível com processo de coordenação 4D (BIM), devendo ser previamente submetidos à aceitação da SAC.

8.1.3. Monitoramento da Construção

O modelo digital de informação BIM 4D poderá ser utilizado durante a execução da obra, por exemplo, através do uso de tablets, inclusive com a utilização de arquivos do NavisWorks, por exemplo, software similar de coordenação para acompanhamento do cronograma de execução da obra, sendo possível a visualização tridimensional comparando o que foi planejado versus o que está sendo executado, de forma a controlar avanço físico da obra.

Também podem ser utilizadas ferramentas para coleta de dados de campo em tempo real, para estabelecer melhor comunicação, colaboração, coordenação e gestão de informações entre equipes do canteiro de obras e escritório de projetos, a exemplo do Dalux Field, BIM 360, etc.

Além deste controle, é recomendável a atualização mensal do modelo de informação durante a evolução da construção, com a apresentação de cada medição, para devida atualização de dados e registro de alterações ou quaisquer desvios no modelo ou documentação técnica em relação ao modelo da fase de projeto, consolidando assim a versão *as built* do modelo. O modelo *“as built”* ou *“como construído”* consiste na documentação de informações gráfica e não-gráfica que definem o projeto entregue (ISO 19650).

A contínua atualização do modelo visa manter a qualidade e validade da informação armazenada, permitindo assim sua utilização futura, tanto em novos projetos, como na gestão do ativo. Além disso, possibilita que essas alterações ou desvios sejam revisados e avaliados de forma a construir uma base de lições aprendidas e conhecimento a respeito do impacto e forma de resolução de cada item.

Para dar suporte a esse processo, tecnologias como a fotogrametria, laser scanners fixos e portáteis, e drones têm sido utilizados para coleta de dados através da utilização de softwares capazes de vincular as imagens com os objetos correspondentes do modelo BIM. Cabe ainda ressaltar que há um grande número de pesquisas sendo desenvolvidas atualmente, visando a automação do monitoramento do progresso construtivo e *“as built”* em BIM.

8.1.4. Referências

- CHARTERED INSTITUTE OF BUILDING - CIOB. Guide to Good Practice in the Management of Time in Complex Projects. UK: Wiley-Blackwell, 2011
- Project Management Institute (2018). Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®) 6ª edição. Project Management Institute.

8.2. Gestão de Riscos

Entregável

Matriz de Riscos (Análise Qualitativa)

A Gestão de Riscos deverá ter foco nas entregas previstas na execução da obra e da colocação da instalação ou infraestrutura em operação.

Risco significa incerteza sobre a ocorrência ou não de uma perda ou prejuízo. Segundo o PMBOK (PMI, 2014), um evento ou condição incerta que, se ocorrer, terá um efeito positivo ou negativo sobre pelo menos um objetivo do projeto, como tempo, custo, âmbito ou qualidade.

O Programa de Pesquisa Cooperativa em Aeroportos – ACRP afirma que, conceitualmente, riscos são eventos futuros, ou seja, eles são problemas potenciais que criam incertezas quanto ao sucesso do projeto (ACRP, 2014).

A Tabela 8-2 apresenta, de forma resumida, as categorias típicas de riscos em projetos. E a Figura 8-1 apresenta as fontes comuns de riscos em projetos e sua respectiva associação aos riscos comuns dos projetos.

Tabela 8-2: Riscos em Projetos Aeroportuários

Técnicos	Operacionais	Externos	Organizacionais	Comerciais
Definição de escopo	Segurança Física	Cliente	Recursos	Termos e Condições Contratuais
Requisitos	Segurança Patrimonial	Política	Dependências	Processo de aquisição
Qualidade do Projeto	Interfaces/ Comunicações	Relações Públicas	Capacidade Financeira	Fornecedores e vendedores
Complexidade	Condições Locais	Condições de Mercado		Contratantes
Condições Locais	Transição para Operações	Clima		

Técnicos	Operacionais	Externos	Organiza- cionais	Comerciais
		Meio Ambiente		
		Aquisição do Imóvel		
		Permissões		
		Mudanças Regulatórias		

Fonte: ACRP, 2014

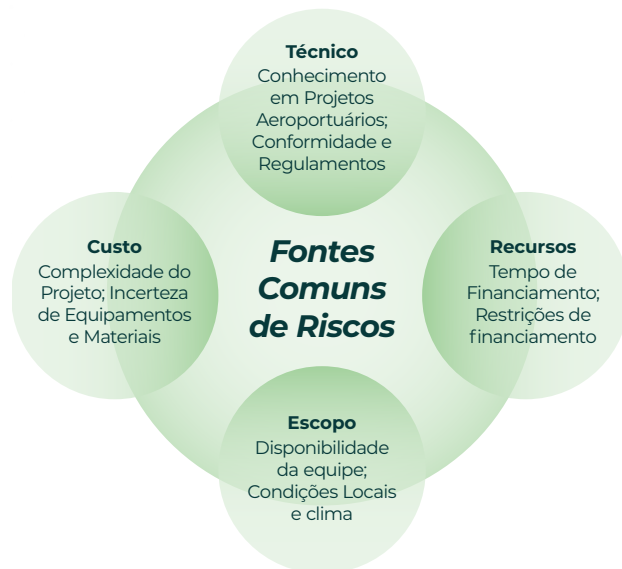


Figura 8-1: Fontes Comuns de Riscos. (Fonte: ACRP, 2014)

As seis etapas do processo de gerenciamento de risco, segundo PMBOK (PMI, 2014), são mostradas na Figura 8-2 a seguir:

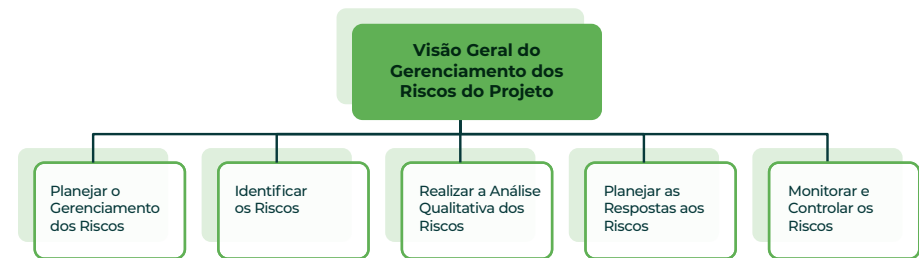


Figura 8-2: Etapas do Gerenciamento de Riscos. (Fonte: PMI, 2014)

Segundo o *Airport Cooperative Research Program* (ACRP, 2014), gestão de riscos encoraja a equipe de projetos a tomar medidas apropriadas para: planejar de forma realística as atividades do projeto fornecendo escopo, cronograma e o recurso; observar conflitos potenciais na utilização de recursos para evitá-los proativamente; maximizar as oportunidades para melhorar os objetivos do projeto com custo menor, prazos menores, escopo e qualidade superior; e estabelecer práticas de projeto consistentes e estratégias de comunicação para criar previsibilidade nas atividades do projeto e minimizar gestão por crises.

O primeiro passo na identificação dos riscos é a criação de um inventário de risco ou lista de riscos para identificar riscos e oportunidades atuais e emergentes. Algumas técnicas podem ser empregadas com esse propósito.

- a) Análise de impacto nos negócios - Esse tipo de análise pode ajudar a compreender a resiliência de emergência do aeroporto e do impacto que uma interrupção de negócios teria em processos-chaves.
- b) Questionários - Podem ser utilizados para captar uma ampla gama de percepções, de um grande grupo de pessoas, em um período relativamente curto de tempo. Se essa é a técnica escolhida, os questionários devem ser enviados para as pessoas que exercem diferentes atividades em todos os níveis da organização. Deve ser sugerido aos participantes descrever os seus pensamentos sobre 5 a 10 principais riscos e oportunidades para o aeroporto e sua área de responsabilidade, bem como os seus pensamentos sobre os controles atualmente em vigor para gerir esses riscos ou oportunidades. Para ajudar os participantes a entender o que está sendo solicitado, forneça um exemplo de um risco e controles associados.
- c) Entrevistas - Podem permitir que riscos sejam explorados em grande detalhe. Elas podem ser demoradas para realizar, mas podem resultar

numa coleta robusta de informações sobre riscos e oportunidades. Na entrevista de identificação de riscos, fornecer ao entrevistado uma visão geral do propósito da entrevista, conhecer a opinião do entrevistado sobre a eficácia da estrutura de gerenciamento de riscos, e identificar os controles atuais para os riscos identificados. Certifique-se de investigar oportunidades e questões de risco emergentes também.

- d) Workshops - Um workshop é útil para reunir múltiplas partes interessadas, que serão todos têm percepções diferentes de risco e oportunidades, e as possíveis consequências de tais riscos ou oportunidades de se materializar. Um grande aeroporto pode realizar uma série de workshops de identificação de riscos em toda a organização ao passo que um aeroporto menor só pode exigir um ou um número limitado.
- e) Análise de Cenário - Este tipo de análise é uma boa maneira de identificar os eventos que são muito pouco prováveis de ocorrer, mas que seriam muito significativos se fossem se materializar. Cenários futuros podem ser vislumbrados por considerar quais desenvolvimentos futuros podem ocorrer no aeroporto, na indústria ou ambiente operacional mais amplo e identificando os riscos e oportunidades associados; verificar se quaisquer riscos ou oportunidades estão faltando no registro de riscos; e se não há nada planejado para o próximo período de 12 meses que vai dar origem a um risco significativo ou oportunidades.

Essas técnicas de identificação de risco não são mutuamente exclusivas. Um projeto pode usar qualquer técnica, ou mesmo a combinação de técnicas, que melhor se adequem aos objetivos da organização.

No processo de identificação de riscos, é importante que haja representatividade e participação de todos os departamentos do aeroporto e da equipe envolvida com a elaboração do projeto, de forma a garantir que os principais riscos e oportunidades sejam identificados, não realizando apenas uma abordagem técnica, todavia uma análise ampla que considere aspectos de riscos relacionados às todas as partes interessadas do projeto.

Após identificar, avaliar e priorizar os riscos, deverão ser definidas as melhores estratégias e ações para assegurar que sejam tomadas medidas para controlar os riscos identificados no projeto, reduzindo os mesmos a um nível aceitável, e que não afete o sucesso do projeto, atenuando a probabilidade de materialização dos riscos ou seus impactos.

De acordo com PMBOK (PMI, 2018), existem 4 estratégias para lidar com os riscos:

- Evitar: se o risco é indesejável, por exemplo, está fora da estratégia, oferece recompensas pouco atraentes, está fora da quantidade e do tipo de risco que uma organização está disposta a tomar a fim de atingir os seus objetivos estratégicos, ou a organização não tem a capacidade de gerenciar o risco, então o aeroporto pode evitar o risco. Um exemplo de como evitar um risco é parar um determinado processo ou atividade completamente.
- Modificar o risco: trata-se de pôr em prática medidas adicionais de controle de risco que reduzem a probabilidade e/ou o impacto do risco para um nível aceitável. Exemplos incluem a estratégia, processos, pessoas, sistemas ou melhoria.
- Transferir o risco: envolve a transferência do custo do risco para terceiros por meio de seguros, contratos, ou terceirização da atividade.
- Aceitar o risco: decide-se aceitar o risco como ele é e nada mais é feito para mitigá-lo. Riscos que são aceitos ainda podem exigir monitoramento e avaliação.

De forma resumida, tem-se a Figura 8-3 a seguir:

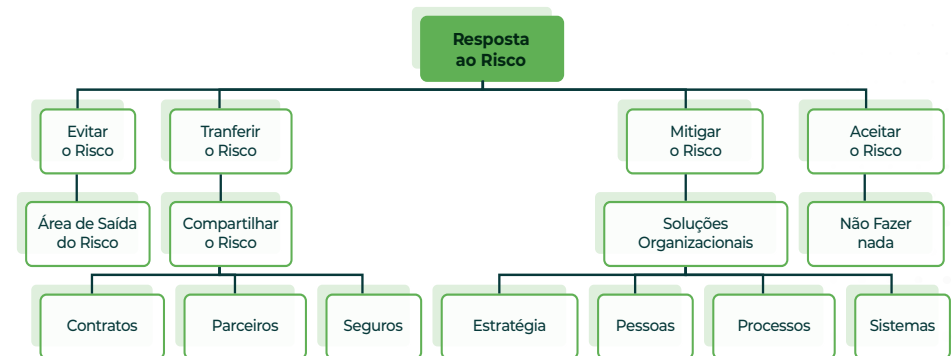


Figura 8-3: Estratégias de resposta ao risco. (Fonte: ACRP, 2014)

8.2.1. Referências

- ACRP – Guidebook for Successfully Assessing and Managing Risks for Airport Capital and Maintenance Projects - Report 116. Transportation Research Board, USA. 2014.
- Project Management Institute (2018). Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®) 6ª edição. Project Management Institute.
- Practice Standard for Risk Management – 2ª Edição; Project Management Institute.

8.3. Gestão de Custos

O orçamento é uma das ferramentas do planejamento de execução de obra e deve ser considerado como principal insumo na definição do cronograma físico-financeiro de obra. As atividades de orçamentação e planejamento estão intrinsecamente ligadas, assim decisões tomadas no planejamento da obra afetam diretamente o orçamento da obra.

O processo de orçamentação é um conjunto de estimativas que vão se aprimorando conforme vão evoluindo a definição das soluções, especificações e o detalhamento dos projetos. Portanto, o orçamento não tem que ser exato, contudo, deve ser preciso, tanto na previsão de estimativas de custos como também na determinação do orçamento da obra.

8.3.1. Estimativa de Custos

A estimativa de custo é uma atividade diversa de um orçamento de obra, pois aplica técnicas distintas e exige do engenheiro de custos conhecimento, informações e experiência na avaliação dos custos de forma a garantir o grau de precisão e definir a viabilidade ou não do empreendimento.

A estimativa de custo é um processo de avaliação baseada nas informações conhecidas nas fases de estudos, com base em custos históricos, índices, gráficos, estudos de ordens de grandeza, correlações ou comparação com projetos similares, prazos de execução pretendidos de forma a verificar a viabilidade e escolha do cenário a ser desenvolvido.

Para processo de estimar os custos é necessário definir os métodos de estimativas, preferencialmente seguindo a estrutura analítica do projeto (EAP) e a definição dos prazos pretendidos.

Definida as ferramentas e técnicas para as estimativas de custos e desenvolvido os cálculos é possível realizar a análise de dados avaliando os cenários identificados, a fim de possibilitar a tomada de decisão. Este processo é realizado ao longo do desenvolvimento dos estudos.

O entregável para estimativas de custos:

Entregável

Relatório Técnico

8.3.1.1. Relatório Técnico

O Relatório Técnico deve conter o conjunto de informações para estabelecer as estimativas de custos compreendendo a(s) planilha(s) do(s) cenário(s) levantado(s), a base das estimativas, a análise e a tomada de decisão.

A planilha de estimativa de custos deverá conter em seu cabeçalho, no mínimo, as seguintes informações: local da obra, descrição do objeto, data de conclusão de elaboração da planilha, autor e registro no órgão profissional do responsável técnico. As colunas do orçamento deverão apresentar, no mínimo: item, descrição, unidade, quantidade estimada, custo unitário, preço unitário, preço total e o preço global.

A base das estimativas corresponde ao demonstrativo dos métodos utilizados para determinar os custos, devendo conter as informações abaixo:

- a) Descrição das premissas, critérios e riscos adotados;
- b) Descrição dos métodos utilizados para estimativas de custos, incluindo ferramentas e técnicas utilizadas;
- c) Demonstrativo do cálculo dos custos utilizados, quando for o caso;
- d) Identificação do nível de precisão;
- e) Apresentar a pesquisa de valores realizadas para definição dos custos, quando for o caso.
- f) A tomada de decisão se refere à análise dos cenários e à explicação para o cenário escolhido.

8.3.1.2. Nível de Precisão

Tabela 8-3: Nível de Precisão

Fase do Projeto	Tipo de Orçamento	Descrição
Estudos	Estimativa de Custos	Área de construção multiplicada por um indicador.

8.3.2. Orçamento de Obra

Para elaboração do orçamento é necessário um projeto com nível de desenvolvimento que possibilite levantar os serviços e as quantidades de acordo com as especificações técnicas dos serviços a serem executados.

O orçamento de obra é a completa representação de todos os serviços, variando em função das características da obra, de acordo com o nível de desenvolvimento dos projetos e respectivas especificações técnicas e cronograma.

A determinação do orçamento inicia após a análise dos projetos de arquitetura e de engenharias, de forma a compreender claramente todos os elementos técnicos dos projetos, garantindo a correção de possíveis inconsistências nos serviços e quantidades levantados dos projetos ou mesmo extraídos dos modelos, nas unidades especificadas, elencando todos os serviços necessários para execução da obra. Estes serviços devem ser agrupados e ordenados seguindo um critério lógico elaborando um orçamento para cada etapa ou parcela de obra, de acordo com a Estrutura Analítica de Projetos (EAP). Em seguida, são calculados os custos unitários de cada serviço.

Para racionalização e padronização do orçamento de referência utiliza-se as composições de custos extraídas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices de Preços da Construção Civil – SINAPI e do Sistemas de Referências de Obras – SICRO para infraestrutura de transporte, sendo essencial verificar a compatibilidade das especificações de serviços e insumos, assim como, os critérios de medição e pagamento. Podendo ser considerados as especificidades de projeto e de local da obra, devendo estar demonstrado no relatório técnico.

Estabelecidas as composições de custos, será possível relacionar a mão de obra e equipamentos a serem mobilizados para obra, que deverá servir de base para a definição de canteiro de obras, mobilização/desmobilização e administração local.

Concluída a definição de custos da obra, deverá estabelecer os Benefícios e Despesas Indiretas (BDIs) e, por fim, é definido o preço.

Preferencialmente, o orçamento de referência deve ser elaborado em programas de orçamentação de obras, de forma a extrair os seguintes relatórios:

- a) Orçamento Resumo;
- b) Orçamento Sintético;

- c) Orçamento Analítico;
- d) curva ABC de Serviços;
- e) curva ABC de Insumos.

Juntamente a estes relatórios, deve ser elaborado Relatório Técnico demonstrando a definição dos custos e preços do orçamento.

Os entregáveis de Orçamento são:

Entregável
Orçamento Resumo
Orçamento Sintético
Orçamento Analítico
Curva ABC de Serviços
Curva ABC de Insumos
Relatório Técnico

8.3.2.1. Orçamento Resumo

O resumo do orçamento corresponde a um quadro resumo do orçamento sintético, expresso por meio das etapas, parcelas, componentes e especialidades, com seus respectivos totais e preço global, extraídos a partir do orçamento sintético, indicando o percentual de participação no preço global. Deverá conter em seu cabeçalho as seguintes informações: local da obra, descrição do objeto, data-base do orçamento, autor e registro no órgão profissional do responsável técnico. As colunas deverão apresentar: item, descrição, preço total e percentual do preço total em relação ao preço global.

8.3.2.2. Orçamento Sintético

O Orçamento Sintético é uma planilha com a relação de todos os serviços com as respectivas unidades, quantidades, custos e preços unitários e preços totais e global, calculados a partir dos projetos, modelos, cronograma e especificações técnicas. Abrange as diversas etapas, parcelas e componentes, especialidades e especificidades de um aeroporto.

O orçamento sintético deverá conter em seu cabeçalho, no mínimo, as seguintes informações: local da obra, descrição do objeto, data-base do orçamento,

data de conclusão de elaboração da planilha, número de revisão, autor e registro no órgão profissional do responsável técnico.

As colunas do orçamento deverão apresentar: item, código da composição de custo (no caso, de composições extraídas das tabelas de referência deverão apresentar o código da tabela de referência), descrição do serviço, unidade de medição, quantidade estimada do serviço, custo unitário do serviço, preço unitário do serviço e preço total do serviço. A planilha deverá apresentar subtotais para cada grupo de serviços, incluindo o preço global.

8.3.2.3. Orçamento Analítico

O orçamento analítico é o conjunto de composições de custos unitários e estabelece o custo para cada item de serviço especificado no orçamento sintético, devendo conter, no mínimo:

- a) autor e registro no órgão profissional do responsável técnico;
- b) código e descrição de cada insumo, sua unidade de medida, sua produtividade na realização do serviço e custo parcial;
- c) data-base;
- d) produção horária da equipe;
- e) coeficientes produtivos e improdutivos dos equipamentos, e seus respectivos custos horários produtivos e improdutivos;
- f) custo unitário do serviço;
- g) benefício e Despesas Indiretas (BDI); e
- h) preço unitário do serviço.

Na constituição de composições de custos unitários, é comum, serem indicadas composições de custos auxiliares, que são composições padronizadas que atendem a mais de um serviço. Assim, estas composições auxiliares devem ser apresentadas no relatório de orçamento analítico, separadas em composições principais e auxiliares.

Sempre que possível, as composições principais devem seguir a ordem e códigos dos serviços do orçamento sintético.

8.3.2.4. Curva ABC de Serviços

A Curva ABC de serviços é a tabela que apresenta os itens de serviços agrupados e ordenados decrescentemente por sua importância relativa ao preço global, determinando o peso em percentual de cada item de serviço agrupado,

juntamente com o percentual acumulado. Deverá conter em seu cabeçalho informações como: local da obra, descrição do objeto, data-base do orçamento, autor e registro no órgão profissional do responsável técnico. As colunas da tabela deverão apresentar: código do serviço, descrição do serviço, unidade, quantidade, preço unitário, preço total, percentual e percentual acumulado.

8.3.2.5. Curva ABC de Insumos

A curva ABC de insumos é a tabela que apresenta todos os insumos da obra agrupados e classificados em ordem decrescente de relevância elaborada a partir das composições de custos unitários de todos os serviços. Deverá conter em seu cabeçalho informações como: local da obra, descrição do objeto, data-base do orçamento, autor e registro no órgão profissional do responsável técnico. A curva ABC de insumos deverá conter: código do insumo, descrição do insumo, unidade, quantidade, preço parcial, percentual e percentual acumulado.

8.3.2.6. Relatório Técnico

O relatório deverá demonstrar a definição dos custos e preços do orçamento, devendo conter, quando aplicável, o seguinte:

- definição das premissas, requisitos e critérios adotados;
- restrições na definição dos custos dos serviços, quando ocorrer;
- metodologias e memória de cálculo na definição de custos;
- critérios adotados na extração das composições de custos dos sistemas de referências;
- quadro detalhado dos encargos utilizados, horista e mensalista, e sua memória de cálculo detalhada, quando diferirem dos presentes nos sistemas de referência;
- memória de cálculo detalhada de mobilização e desmobilização, administração local da obra, instalação e manutenção do canteiro de obras;
- quadro demonstrativo de cotações e pesquisas realizadas dos insumos não previstos nos sistemas de referência, identificado com codificação sequencial de insumo, conforme inserido no programa de orçamentação de obra utilizado. O quadro deverá conter, no mínimo, código de insumo, tipo de insumo, descrição do insumo, a identificação dos fornecedores, nome do vendedor, endereço e telefone do estabelecimento pesquisado, data da pesquisa, preços e condições de pagamento, descrição do tratamento estatístico dos dados

e identificação do responsável pela cotação e pesquisa. Devendo, sempre que possível, anexar ao relatório técnico as cotações e pesquisas realizadas. Deverá ser anexada, também, ao relatório a especificação técnica do insumo cotado ou pesquisado.

- quadros de Benefícios e Despesas Indiretas (BDIs) detalhado.
- quadro de cálculo de custos dos insumos betuminosos, quando aplicável.
- quadro de vantajosidade da utilização dos encargos sociais onerados ou desonerados.

A relação acima não é exaustiva, caso necessário, poderá ser recomendada a complementação do relatório.

8.3.2.7. Níveis de Precisão

Tabela 8-4: Níveis de Precisão

Fase do Projeto	Tipo de Orçamento	Descrição
Ante-projeto	Orçamento Preliminar	O orçamento preliminar de obra deve ser elaborado com base nas quantidades de serviços levantados e extraídos dos modelos e os custos obtidos em composições de custos unitários ou de metodologia paramétrica ou de metodologia expedita, podendo aplicar mais de uma metodologia, devendo aplicar no orçamento a que apresentar a maior precisão.
Projeto Básico	Orçamento Básico	O orçamento básico de obra deve ser elaborado com base nas quantidades de serviços levantados nos projetos ou extraídos do modelo e custos obtidos em composições de custos unitários.
Projeto Executivo ou "as built"	Orçamento Executivo	O orçamento Executivo de obra deve ser elaborado com base nas quantidades de serviços levantados nos projetos ou extraídos do modelo e custos obtidos em composições de custos unitários.

8.3.3. Referências

- Project Management Institute (2018). Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®) 6ª edição. Project Management Institute.
- BRASIL. Decreto nº 7.983, de 08 de abril de 2013. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 abr. 2013. Seção 1. Página 4.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes, Volume 01 a 12. 1ª Edição – Versão 3.0, Brasília-DF, 2017.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. SINAPI: Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. 8ª Edição. 2020.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. SINAPI: Referências para Custos Horários e Encargos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. 8ª Edição. Brasília-DF, 2020.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. SINAPI. Cadernos Técnicos das Composições de Serviços. Brasília-DF. Vigentes.
- BAETA, André Pachioni. Orçamento e Controle de Preços de Obras Públicas. São Paulo: Editora Pini de São Paulo, 2012. 41p.

CAPÍTULO IX

COMISSIONAMENTO E DESCOMISSIONAMENTO



9. Comissionamento e Descomissionamento

9.1. Introdução

O objetivo do comissionamento e descomissionamento é assegurar a transferência de forma planejada e segura do empreendimento, do construtor para o administrador aeroportuário, garantindo a operação e o perfeito funcionamento de todos os sistemas implantados e, ainda, a rastreabilidade das informações sobre a obra, bem como sobre os equipamentos instalados.

Ressalta-se que as premissas dos planos de comissionamento/descomissionamento estão baseadas nos princípios de prevenção de riscos operacionais, de riscos e impactos sobre o meio ambiente, no reaproveitamento ou reciclagem das instalações e equipamentos (quando técnica e economicamente viáveis) e na destinação final adequada dos materiais inservíveis e dos resíduos/rejeitos, respeitando os requisitos legais.

As atividades de elaboração desses planos contemplam o resgate de informações aplicáveis a todas as fases do empreendimento, desde o projeto básico/executivo, passando pela construção, até a entrega à Administração Aeroportuária. E, para que os objetivos pretendidos sejam atingidos, os requisitos desses planos devem fazer parte da concepção dos projetos, motivo para que tais exigências façam parte das respectivas especificações técnicas. Deve, inclusive, ser previsto em projeto o cronograma específico para sua execução, compatibilizado com o cronograma de execução das obras, que deverá apresentar os principais marcos do comissionamento.

Em outras palavras, para que o construtor do empreendimento, efetivo responsável pela entrega do pacote de comissionamento ou descomissionamento, cumpra os objetivos esperados, faz-se necessário que o projeto que servirá de referência à contratação da obra contenha todos os requisitos para sua elaboração, nos termos do que está apresentado neste capítulo.

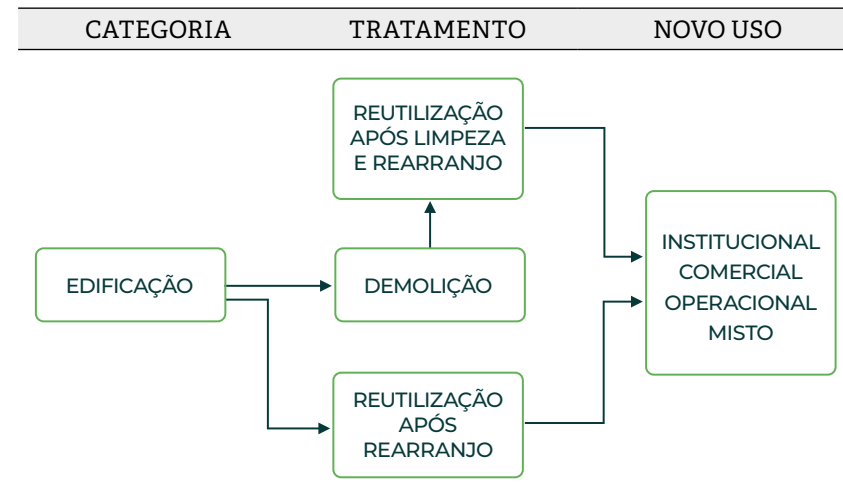
As Tabelas 9-1 e 9-2 apresentam exemplificativos para elucidar alguns requisitos, tratamentos e novos usos que possam ser necessários ao empreendimento, sem exaurir a variedade de disciplinas e sistemas tratados neste Manual.

Tabela 9-1 - Lista exemplificativa de sistemas relevantes que devem ser comissionados

Sistema	Requisitos mínimos
Pistas de pouso e decolagem, pistas de rolagem e pátios de estacionamento	<ul style="list-style-type: none">• Condições de atrito• Resistência do pavimento (PCN)• Certificação da ANAC• Planejamento de manutenção
Sinalização luminosa	<ul style="list-style-type: none">• Brilhos• Testes e funcionamento• Termos de garantia• Treinamento• Tempo de entrada da energia secundária• Planejamento de manutenção
Equipamentos de auxílio à navegação aérea (PAPI, ILS, VOR, D-VOR)	<ul style="list-style-type: none">• Manuais• Termos de garantia• Treinamento• Aprovação e homologação do DECEA• Testes e funcionamento• Planejamento de manutenção
Sistemas elétricos e eletrônicos	<ul style="list-style-type: none">• Aprovação da concessionária de energia• Ligação definitiva• Manuais• Termos de garantia• Configurações/parametrizações de equipamentos e sistemas• Ensaios, testes e funcionamento/conformidade e certificações• Inspeções visuais e verificações finais• Treinamentos de operação e manutenção• Planejamento de manutenção
Sistemas de gás	<ul style="list-style-type: none">• Aprovação da concessionária• Ligação definitiva• Planejamento de manutenção

Sistema	Requisitos mínimos
Sistemas de contraincêndio das edificações	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovação do Corpo de Bombeiros • Planejamento de manutenção
Sistemas de contraincêndio do aeroporto	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovação da ANAC • Planejamento de manutenção
Sistemas hidrossanitários	<ul style="list-style-type: none"> • Testes e funcionamento • Planejamento de manutenção
Estações de tratamento (Água, esgotos)	<ul style="list-style-type: none"> • Manuais • Termos de garantia • Treinamento • Testes e funcionamento • Planejamento de manutenção
Estações meteorológicas	<ul style="list-style-type: none"> • Manuais • Termos de Garantia • Treinamento • Testes e funcionamento • Planejamento de manutenção
Equipamentos elétricos e hidráulicos (geradores, transformadores, bombas hidráulicas etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Manuais • Termos de garantia • Treinamento • Testes e funcionamento • Planejamento de manutenção
Equipamentos mecânicos (ventilação, ar-condicionado, escadas e esteiras rolantes, elevadores, esteiras de bagagem, pórticos de raio X etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Manuais • Termos de garantia • Treinamento • Testes e funcionamento • Planejamento de manutenção
Sistemas prediais gerais	<ul style="list-style-type: none"> • Manuais • Termos de garantia • Treinamento • Testes e funcionamento • Planejamento de manutenção

Tabela 9-2 - Organograma exemplificativo para o empreendimento durante fase de descomissionamento



Fonte: Modificado de Sánchez, 2001.

Faz parte do processo de Comissionamento e Descomissionamento a entrega da documentação a seguir detalhada, que irá garantir a rastreabilidade das informações sobre a obra, bem como sobre os sistemas componentes e equipamentos instalados. A fiscalização deverá aprovar o conjunto técnico fornecido, considerando os seguintes entregáveis:

Entregável
Plano de Comissionamento
Plano de Descomissionamento
Relatório de Requisitos do Cliente
Relatório de Critérios de Projeto
As Built
Manual dos Sistemas

Para efeito do desenvolvimento do estudo, na fase de projeto executivo, considera-se a entrega dos produtos acima como minuta, no caso dos planos e manual, bem como modelos (*templates*) dos demais, no sentido de balizar a produção efetiva do material técnico, por parte do construtor da obra.

9.2. Planos de Comissionamento e Descomissionamento

O **Plano de Comissionamento** e o **Plano de Descomissionamento** são documentos que delineiam a organização, programação, alocação de recursos e os requisitos de documentação dos Processo de Comissionamento e Descomissionamento.

Os planos deverão conter uma descrição do processo, incluindo, no mínimo, as seguintes informações (adaptado de TEIXEIRA, 2019, págs. 101-102):

- a) escopo do comissionamento/descomissionamento do sistema.
- b) descrição do sistema comissionado/descomissionado, listando instalações e montagens, bem como procedimentos de avaliação.
- c) descrição dos papéis e reponsabilidades da equipe de comissionamento/ descomissionamento.
- d) descrição detalhada das atividades do processo de comissionamento/ descomissionamento.
- e) procedimentos de verificação dos documentos do projeto, conforme documentos técnicos das especialidades (arquitetura, fundações, estruturas, instalações etc.).
- f) descrição do formato a ser adotado para a documentação do processo, incluindo manual do sistema, planos de treinamento e informações acerca da disposição dos materiais e equipamentos.
- g) relação e formato dos instrumentos usados para comunicar e encontrar informações do processo, como formulários, checklist de avaliação do processo, registros de problemas e soluções e relatórios de progresso do processo.
- h) documentação para assinaturas de aceitação para cada fase.

9.3. Relatório de Requisitos do Cliente

Deverá conter os seguintes volumes e registros (adaptado de TEIXEIRA, 2019, págs. 103-108):

Tabela 9-3: Volumes e registros do relatório de requisitos do cliente

Volume	
a) Comissionamento - Relatório com os requisitos dos sistemas componentes e as expectativas de uso e operação, compõe o Programa de Necessidades e é essencial para a realização do Estudo de Viabilidade Técnica.	b) Descomissionamento - Relatório relatando os motivos de encerramento das atividades de um empreendimento (Ex. obsolescência, impactos ambientais, novo uso etc.). Esses documentos são a base para os Planos de Comissionamento e Descomissionamento e fundamentam os critérios que orientam os projetos, a construção e a ocupação/manutenção do sistema.
Registros	
Cronograma e a verba disponível do projeto, discriminando as datas de entrega dos projetos e das instalações dos elementos do sistema, bem como o custo de cada atividade.	
Escopo e a verba disponível do processo de comissionamento/descomissionamento.	
Requisitos de documentação do projeto (formato dos encaminhamentos e comunicações, materiais de treinamento, relatórios e manuais de sistemas).	
Instruções do proprietário, que expressam como o proprietário precisa que o sistema opere, e definem as restrições e limitações do projeto, os requisitos de ocupação/desocupação, os requisitos de garantias, os requisitos de benchmarks, os critérios de operação e manutenção para o sistema, as expectativas de manutenibilidade do sistema e seus equipamentos, os requisitos de qualidade para materiais e construção, tolerância disponível nas operações do sistema, as metas de eficiência energética.	
Requisitos de sustentabilidade socioambiental e critérios sanitários, segundo critérios de certificação (nacional e/ou internacional), conforme detalhado no capítulo de “Meio Ambiente”.	
Requisitos da comunidade, tanto no sentido de respeito à legislação como no de manter uma postura responsável com relação ao meio ambiente e à sociedade. Inclui requisitos quanto à saúde e limpeza para ambientes internos, acústica, vibração, abalos sísmicos, acessibilidade, segurança, estética, consuntibilidade e comunicação.	
Requisitos de integração do sistema, especialmente entre disciplinas. Conforme as fases se sucedem, os projetos de comissionamento e descomissionamento devem ser atualizados com as novas informações que fazem parte das novas atividades.	
Requisitos de operação assistida para os grupos de equipamentos que integram os diversos sistemas (Ex: balizamento, subestações de energia, sistemas de TI, sistema de ar-condicionado e aquecimento, grupos geradores, no-breaks etc.) e o período requerido.	

9.4. Relatório de Critérios de Projeto

Para efeito de comissionamento/descomissionamento, as premissas consideradas no projeto são consolidadas na forma de um documento, conhecido por **Critérios de Projeto**, no qual são descritas as soluções técnicas dadas pelos projetistas para satisfazer os Requisitos do Cliente, permitindo ao proprietário uma compreensão maior das questões e problemas de projeto e facilitando as soluções dos problemas técnicos.

Ele deve registrar os conceitos adotados, os cálculos feitos, as decisões tomadas e a seleção de produtos e equipamentos que foi feita, tanto para satisfazer os Requisitos do Cliente quanto à legislação vigente. Inclui descrições narrativas e listas de itens que fazem parte do processo.

Nesse sentido, o pacote de comissionamento/descomissionamento certamente pode, e deve, resgatar informações constantes nas peças que compõem o projeto original (memorial descritivo, especificações técnicas, memorial de dimensionamento, representações gráficas etc.), com o cuidado de extrair os dados mais relevantes e, sobretudo, atualizar e complementar, a cada fase do processo, de acordo com a evolução do empreendimento.

A cada atualização, o construtor responsável pela entrega do pacote de comissionamento/descomissionamento deve verificar, a partir dos Critérios de Projeto, se os projetos e seus parâmetros estão de acordo com os Requisitos do Cliente, se os requisitos legais estão sendo atendidos, se estão sendo consideradas alternativas de projeto e se há oportunidades de melhoria de desempenho do sistema.

Ainda, para comprometimento dos envolvidos e proteção do trabalho desenvolvido, recomenda-se que sejam previstos espaços para as assinaturas de aceitação do documento em cada uma das revisões.

A norma desenvolvida pela ASHRAE (2013) propõe um formato e uma organização geral dos Critérios de Projeto em concordância com os itens propostos nos Requisitos do Cliente.

Como orientação, recomenda-se que o conteúdo dos critérios de projeto deve, no mínimo, incluir (adaptado de TEIXEIRA, 2019, págs. 108-109):

- a) Lista das normas e códigos vigentes que serão considerados para o sistema.
- b) Lista dos procedimentos de testes e avaliações das instalações e equipamentos.
- c) Informações relativas a condições do ambiente onde será instalado

o sistema: climáticas, geográficas, espaciais.

- d) Premissas a respeito do uso do sistema, detalhando o número e o perfil dos usuários (vínculo com os requisitos do cliente).
- e) Critérios de desempenho que o sistema deve satisfazer (vínculo com os requisitos do cliente).
- f) Projeto esquemático do sistema, plantas baixas e desenhos isométricos que, de acordo com a fase, devem ser mais detalhados.
- g) Informação sobre softwares, métodos e técnicas de projeto usados.
- h) Narrativa descrevendo como o projetista pretende atender aos requisitos do cliente: deve estar discriminada a linha de raciocínio usada para a definição do sistema.
- i) Narrativa descrevendo detalhadamente como se espera que o sistema opere em várias situações: normalmente, em caso de emergência ou de sobrecarga.
- j) Lista de fabricantes e modelos usados como base para projetos e especificações.

9.5. As Built

O As Built resulta das alterações físicas e financeiras efetuadas no projeto original. De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre – DNIT, o **As Built** é a documentação técnica desenvolvida com o objetivo de registrar textualmente e representar graficamente o que efetivamente foi executado no Empreendimento.

O As Built deve ser desenvolvido com base no Projeto/Modelo BIM elaborado para o Empreendimento e nos Relatórios Parciais da Fiscalização da Obra, contendo a identificação das alterações físicas e financeiras efetuadas durante a fase de execução das obras e serviços.

Isso significa que a documentação do As Built começa a ser produzida e atualizada junto com o início da obra, sob acompanhamento e aprovação da fiscalização do contrato.

A cada medição, um relatório deve ser produzido contendo o registro do que foi efetivamente construído, seja em conformidade com o projeto (Modelo BIM), ou com eventuais modificações.

Para o controle e registro das modificações, uma versão contendo a atualização do modelo BIM deve ser entregue junto com os documentos de medição. A partir das entregas parciais, ao final da obra, o modelo BIM estará totalmente atu-

alizado para ser entregue junto com a documentação que fará parte do acervo do aeroporto com todas as informações de como a obra foi construída.

Fazem parte do As Built os documentos abaixo relacionados:

- a) Modelo BIM atualizado, contendo:
 - Informações gráficas* - Posição real de instalação; Levantamentos topográficos; Escaneamento laser; Alterações nos elementos ou materiais; Revisões de projeto.
 - Informações não gráficas* - Data de instalação; Fornecedor e fabricante do material; Características técnicas dos materiais; Resultados de testes e ensaios de campo e de laboratório; Registros fotográficos; Tabela COBie (Construction-Operations Building information exchange).
- b) Todo conjunto técnico de projeto executivo com as medidas verdadeiras, locação final, instalações e detalhes das alterações em relação ao projeto inicial.
- c) Registro das cotas topográficas das camadas dos pavimentos e terapleno finais.
- d) Registro do controle tecnológico durante execução das obras, tais como ensaios de campo e de laboratório dos materiais utilizados.
- e) Registros Fotográficos.

9.6. Manual dos Sistemas

O desenvolvimento do **Manual dos Sistemas** constitui-se na reunião de todas as informações relacionadas aos elementos, montagens e instalações dos sistemas, transformando-as em um instrumento de consulta referencial.

Deverá contemplar as entregas dos sistemas mais complexos ou que envolvam equipamentos cujo funcionamento exija testes, certificação ou homologação junto às concessionárias de serviços públicos, tais como Corpo de Bombeiros, Departamento do Controle do Espaço Aéreo – DECEA, ou pela Agência Nacional de Aviação Civil.

A ASHRAE Guideline 0 (2013) sugere um formato de um manual geral que compreenda todos os sistemas do edifício, com uma seção para cada sistema. A ABNT NBR 14037 (2011) também propõe um manual de operação e manutenção das edificações. O Manual deve ser adaptável para possíveis mudanças ou expansões do sistema.

O Manual deverá conter, pelo menos, as seguintes informações de caráter geral (adaptado de TEIXEIRA, 2019, págs. 109-113):

- a) Notas fiscais e comprovantes de pagamento de aquisição dos equipamentos.
- b) Manuais dos fabricantes, com descrição do funcionamento dos sistemas.
- c) Termos de garantias dos equipamentos, com contato dos fornecedores.
- d) A descrição das configurações/parametrizações executadas nos equipamentos e sistemas da edificação.
- e) As verificações, os ensaios, testes de funcionamento e conformidade, e as inspeções de recebimento realizados conforme as normas específicas de cada sistema/ instalação, assim como o registro dos resultados e laudos que devem ser realizados por profissionais qualificados e habilitados.
- f) O programa de inspeções e manutenções preventivas a serem realizadas periodicamente na edificação e em todos os seus sistemas, assim como os procedimentos para as manutenções corretivas quando aplicáveis, sempre em conformidade com as melhores práticas e todas as normas específicas e aplicáveis.
- g) O programa de treinamento da equipe do aeroporto que irá operar e/ou atuar na manutenção dos sistemas.
- h) Prontuário das instalações (elétricas e eletrônicas, e dos demais sistemas e instalações), com toda a documentação exigida pela NR 10, demais normas regulamentadoras, normas ABNT, entre outras aplicáveis), que deve ser organizado e obrigatoriamente mantido atualizado na edificação, e permanecer a disposição dos trabalhadores envolvidos nas respectivas instalações e serviços (os documentos técnicos previstos devem ser elaborados por profissional legalmente habilitado).
- i) A documentação necessária para aprovação, certificação ou homologação junto às concessionárias de serviços públicos, corpo de bombeiros, Departamento do Controle do Espaço Aéreo - DECEA, ou pela Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC.
- j) O processo de entrega para início da operação dos sistemas pelo aeroporto.

9.7. Referências

- ABNT NBR 14645-1: Elaboração do “como construído” (as built) para edificações - Parte 1: Levantamento planialtimétrico e cadastral de imóvel urbanizado com área até 25 000 m², para fins de estudos, projetos e edificação – Procedimento
- ABNT NBR 14645-3: Elaboração do “como construído” (as built) para edificações - Parte 3: Locação topográfica e controle dimensional da obra – Procedimento
- ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. ANSI/ASHRAE/IES Standard 202-2013: Commissioning Process for Buildings and Systems. Atlanta, USA. 2013. 47p.
- DNIT Publicação IPR 726: Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários. Escopos básicos EB 117: Projeto “As Built”.
- SÁNCHEZ, Luis Enrique. Engenharia: O Passivo Ambiental na Desativação de Empreendimentos Industriais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001. 254p.
- USP: Universidade de São Paulo. TEIXEIRA, M.I.R. Comissionamento dos sistemas prediais hidráulicos em edifícios multipavimentos. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica. 177p. 2019.

CAPÍTULO X

ENGENHARIA CONSULTIVA

10. Engenharia Consultiva

10.1. Introdução

O serviço de engenharia consultiva pode ser definido como o ramo da engenharia que atua na implantação de um empreendimento e corresponde a toda atividade ou conjunto de atividades destinadas a obter determinada utilidade intelectual, estabelecidos por força de lei, como privativas das profissões de arquiteto e engenheiro ou de técnicos especializados, e não são enquadradas no conceito de obra (Adaptado do livro de Tisaka).

Dentre os serviços relacionados a engenharia consultiva está a realização de estudos e o desenvolvimento de projetos.

Ao longo deste manual estão listadas as atividades relacionadas ao desenvolvimento de estudos e projetos aeroportuários de forma a fundamentar a constituição de um escopo de projeto e possibilitar a elaboração de um orçamento de engenharia consultiva.

A definição correta e precisa do escopo do projeto é essencial para formação do preço de venda dos serviços de engenharia consultiva.

10.2. Orçamento de Consultoria

O orçamento de consultoria (ou orçamento de engenharia consultiva) é a completa representação de todas as atividades que envolve a realização de estudos e desenvolvimentos de projetos.

A orçamentação de consultoria se inicia com a definição do escopo do projeto e as suas respectivas atividades. Definida as atividades é possível estimar a quantidade de horas-técnicas de cada categoria profissional que deverá ser utilizada nas atividades. Logo, o custo direto de hora-técnica é obtido pelo produto das quantidades de horas técnicas pelos respectivos preços unitários com encargos.

No cálculo poderão ser incluídas outras despesas diretas necessárias para realização das atividades, tais como, sondagens, topografia, passagens, diárias, ensaios laboratoriais, locação de equipamentos, aluguel de veículos, dentre outros.

Deverão, ainda ser considerados as despesas indiretas, o lucro e os tributos (BDI ou fator K/TRDE – Taxa de ressarcimento de Despesas e Encargos) na formação do preço de venda.

O entregável para orçamento de consultoria:

Entregável

Relatório Técnico

10.2.1 Relatório Técnico

O Relatório Técnico deve conter o conjunto de informações para formação do preço da consultoria compreendendo, de maneira não exaustiva, o seguinte:

- planilha de atividades com as respectivas unidades, quantidades, custos e preços unitários e preços totais e global, de acordo com o escopo de projeto, atividades e cronograma.
- planilha de custos das atividades com os códigos dos insumos, descrição dos insumos, quantidade, participação mensal média de cada profissional, meses, número de horas mês (produto da quantidade, participação mensal média e meses), preço unitário mês, encargos totais e preço total. Na planilha de custos da atividade poderá ser incluído outras despesas necessárias a realização da atividade.
- planilhas de custos auxiliares: do cálculo do BDI (ou fator K e TRDE), dos preços e encargos de profissionais utilizados, do custo de equipamentos, do custo de diárias, do custo de passagens, do custo de veículos, dentre outros despesas. Caso sejam realizadas pesquisas de preços de insumos, deverá apresentar quadro dos insumos. O quadro deverá conter, no mínimo, código de insumo do projeto, tipo de insumo, descrição do insumo, a identificação dos fornecedores, nome do vendedor, endereço e telefone do estabelecimento pesquisado, data da pesquisa, preços e condições de pagamento, descrição do tratamento estatístico dos dados e identificação do responsável pela cotação e pesquisa. Devendo, sempre que possível, anexar ao relatório técnico as pesquisas realizadas. O código e a descrição do insumo do quadro devem ser replicados nas planilhas de custos de atividades utilizado.
- cronograma físico-financeiro.

Todas as planilhas deverão conter no mínimo informações do objeto, data-base, data de elaboração.

10.3. Referências

- TISAKA, Maçahiko. Orçamento na Construção Civil: Consultoria, Projeto e Execução. São Paulo: Editora Pini de São Paulo, 2006. 143p.
- BAETA, André Pachioni. Orçamento e Controle de Preços de Obras Públicas. São Paulo: Editora Pini de São Paulo, 2012. 271p.
- LIMMER, Carl V. Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 1997.
- BRASIL. Decreto nº 7.983, de 08 de abril de 2013. Diário Oficial [da]República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 abr. 2013. Seção 1. Página 4.
- BRASIL. Decreto nº 5.992, de 19 de dezembro de 2006. Diário Oficial [da]República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 dez. 2006. Seção 1. Página 11.
- BRASIL. Lei nº 14.133, de 01 de abril de 2021. Diário Oficial [da]República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 dez. 2006. Edição Extra-F
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Resolução nº 11, de 21 de agosto de 2020, Brasília, DF, 2020.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. SINAPI: Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. 8ª Edição. 2020.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. SINAPI: Referências para Custos Horários e Encargos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. 8ª Edição. Brasília-DF, 2020. Comissionamento e Descomissionamento.

ÍNDICE DE AUTORES

AMARAL, F.C.F., 105-109

ANDRADE, M., 56-66

ARDUINO, J.E.C., 115-136; 316-324; 330-335

CARVALHO, R.G., 87-104

EITERER, C.V.B., 254-259; 358-374

FERNANDES, M. M., 9-11; 37-47

FRANCO, F.A.C.P., 14-33; 110-114; 170-183; 294-315; 325-329

LIMA, C.E.S., 67-85; 137-169

NUNES, R.L., 260-293; 347-353

PIRES, L. C. M., 342-346; 355-356

RIBEIRO, D.O.A., 184-253

ROLIM A.L, 12; 43-56; 337-342

SANTOS, I.G., 56-66

APÊNDICE A

MATRIZ DE ENTREGÁVEIS

MATRIZ DE ENTREGÁVEIS		Etapas do Ciclo de Vida do Projeto							
		1 - EVTA		2 - Anteprojeto		3 - Projeto Básico		4 - Projeto Executivo	
Item	Especialidade	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.
1	Introdução								
2	Aeroporto								
3	Planejamento da Contratação								
3.1	Estudo de Viabilidade Técnica e Ambiental	Relatório de Levantamentos e Diretrizes	3.1.1						
		Relatório de Estudo de Cenários	3.1.2						
		Relatório de Estudo Preliminar	3.1.3						
4	Planejamento do Projeto								
4.1	Escopo	Declaração de escopo	4.1.a	Declaração de escopo	4.1.a	Declaração de escopo	4.1.a	Declaração de escopo	4.1.a
		Estrutura Analítica de Projetos - EAP	4.1.b	Estrutura Analítica de Projetos - EAP	4.1.b	Estrutura Analítica de Projetos - EAP	4.1.b	Estrutura Analítica de Projetos - EAP	4.1.b
		Dicionário EAP	4.1.c	Dicionário EAP	4.1.c	Dicionário EAP	4.1.c	Dicionário EAP	4.1.c
4.2	Cronograma de Projeto	Cronograma de Desenvolvimento do Projeto	4.2	Cronograma de Desenvolvimento do Projeto	4.2	Cronograma de Desenvolvimento do Projeto	4.2	Cronograma de Desenvolvimento do Projeto	4.2
4.3	Gestão da Informação			PEB Pré-Contrato	4.3.6	PEB Pré-Contrato	4.3.6	PEB Pré-Contrato	4.3.6
				PEB Pós-Contrato	4.3.7	PEB Pós-Contrato	4.3.7	PEB Pós-Contrato	4.3.7
4.5	Controle de Qualidade			Relatório de Controle de Qualidade do Projeto	4.5	Relatório de Controle de Qualidade do Projeto	4.5	Relatório de Controle de Qualidade do Projeto	4.5
				Relatório de Interferências	4.5.3.2	Relatório de Interferências	4.5.3.2	Relatório de Interferências..	4.5.3.2
5	Padronização do Acervo								
5	Padronização do Acervo	Declaração de Conformidade dos Padrões	5	Declaração de Conformidade dos Padrões	5	Declaração de Conformidade dos Padrões	5	Declaração de Conformidade dos Padrões	5
6	Condições Locais								
6.1	Dados Operacionais			Relatório Técnico	6.1.2	Relatório Técnico	6.1.2		
6.2	Geotecnia			Plano de Estudos de Campo	6.2.2	Plano de Estudos de Campo	6.2.2		
				Relatório Técnico	6.2.3	Relatório Técnico	6.2.3		
						Planilha de Ensaios	6.2.4		
						Representações Gráficas:			
						*Planta de locação dos furos de sondagem	6.2.5.a		
						*Planta do perfil geotécnico do subleito	6.2.5.b		
						*Planta das jazidas de empréstimo	6.2.5.c		
6.3	Avaliação de Pavimentos			Plano de estudos de campo	6.3.2	Plano de estudos de campo	6.3.2		
				Relatório Técnico	6.3.3	Relatório Técnico	6.3.3		
						Planilha de ensaios e levantamentos	6.3.4		
						Modelo BIM	6.3.5		
						Representações Gráficas:			
						*Planta do levantamento cadastral de defeitos	6.3.6.a		
						*Plantas de localização dos ensaios realizados	6.3.6.b		
				*Plantas temáticas	6.3.6.c				

MATRIZ DE ENTREGÁVEIS		Etapas do Ciclo de Vida do Projeto							
		1 - EVTA		2 - Anteprojeto		3 - Projeto Básico		4 - Projeto Executivo	
Item	Especialidade	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.
6.4	Levantamento Cadastral			Relatório Técnico	6.4.2	Relatório Técnico	6.4.2		
						Levantamento Digital	6.4.3		
						Registros Fotográficos	6.4.4		
						Modelo BIM	6.4.5		
						Representações Gráficas:			
						*Imagens	6.4.6.a		
						*Planta de situação e localização	6.4.6.b		
						*Plantas baixas	6.4.6.c		
						*Plantas de fachada	6.4.6.d		
						*Plantas de corte	6.4.6.e		
				*Plantas específicas	6.4.6.f				
6.5	Topografia			Plano de estudos de campo	6.5.2	Plano de estudos de campo	6.5.2		
				Relatório Técnico	6.5.3	Relatório Técnico	6.5.3		
						Arquivo de pontos	6.5.4		
						Modelo Digital do Terreno	6.5.5		
						Representações Gráficas:			
						*Planta do levantamento planialtimétrico	6.5.6.a		
6.6	Sistema de Informação Geográfica					*Planta cadastral	6.5.6.b		
						*Planta do levantamento de obstáculos	6.5.6.c		
7	Projeto					Declaração de Georreferenciamento	6.6		
7.3	Geometria			Memorial Descritivo	7.3.2	Memorial Descritivo	7.3.2	Memorial Descritivo	7.3.2
				Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.3.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.3.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.3.4
				Modelo BIM	7.3.6	Modelo BIM	7.3.6	Modelo BIM	7.3.6
				Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
				*Planta de situação	7.3.5.1.a	*Planta de situação	7.3.5.2.a	*Plantas de locação topográfica	7.3.5.3.a
				*Planta da área patrimonial	7.3.5.1.b	*Planta da área patrimonial	7.3.5.b		
				*Planta(s) de locação	7.3.5.1.c	*Planta(s) de locação	7.3.5.c		
				*Plantas específicas	7.3.5.1.d	*Planta(s) de detalhes	7.3.5.d		
						*Perfis longitudinais	7.3.5.e		
						*Planta de seções tipo	7.3.5.f		

MATRIZ DE ENTREGÁVEIS		Etapas do Ciclo de Vida do Projeto									
		1 - EVTA		2 - Anteprojeto		3 - Projeto Básico		4 - Projeto Executivo			
Item	Especialidade	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.		
7.4	Arquitetura			Memorial Descritivo	7.4.2.a-h	Memorial Descritivo	7.4.2.a-o	Memorial Descritivo	7.4.2		
				-	-	Especificação Técnica	7.4.3.a-q	Especificação Técnica	7.4.3		
						Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.4.4.a-g	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.4.4.a-m	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.4.4
						Modelo BIM	7.4.6	Modelo BIM	7.4.6	Modelo BIM	7.4.6
						Planilha de Serviços	7.4.7.a	Planilha de Serviços	7.4.7.a	Planilha de Serviços	7.4.7.a
						Memorial de Quantificação	7.4.7.b	Memorial de Quantificação	7.4.7.b	Memorial de Quantificação	7.4.7.b
						Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
						*Modelo geral do empreendimento	7.4.5.1.a	*Modelo geral do empreendimento	7.4.5.2.a	*Modelo geral do empreendimento	7.4.5.3.a
						*Caderno de Apresentação de Projeto	7.4.5.1.b	*Desenho de implantação geral do empreendimento	7.4.5.2.b	*Desenho de implantação	7.4.5.3.b
						*Implantação geral com a locação das edificações	7.4.5.1.c	*Perspectivas gerais e individuais	7.4.5.2.c	*Perspectivas gerais e individuais	7.4.5.3.c
						*Plantas com a distinção entre ambiente construído	7.4.5.1.d	*Implantação de cada edificação	7.4.5.2.d	*Desenho de implantação de cada edificação	7.4.5.3.d
						*Plantas com as características gerais funcionais	7.4.5.1.e	*Plantas por pavimento de cada edificação	7.4.5.2.e	*Plantas por pavimento de cada edificação	7.4.5.3.e
						*Plantas com as características gerais	7.4.5.1.f	*Plantas de cada pavimento de cada edificação de luminotécnica	7.4.5.2.f	*Plantas de acessibilidade e detalhamento	7.4.5.3.f
						*Perspectivas gerais e individuais	7.4.5.1.g	*Plantas de cobertura	7.4.5.2.g	*Plantas por ambientes	7.4.5.3.g
						*Plantas com as soluções de acessibilidade	7.4.5.1.h	*Desenhos de cortes e fachadas	7.4.5.2.h	*Plantas de projeto de impermeabilização	7.4.5.3.h
						*Plantas de cada pavimento de cada edificação	7.4.5.1.i	*Esquemáticos de comunicação horizontal e vertical	7.4.5.2.i	*Plantas de cobertura	7.4.5.3.i
						*Cortes e elevações de todas as edificações	7.4.5.1.j	*Plantas de acessibilidade	7.4.5.2.j	*Desenhos de cortes e fachadas	7.4.5.3.j
										*Detalhamento de comunicação visual horizontal e vertical	7.4.5.3.k
										*Detalhamento de esquadrias	7.4.5.3.l
										*Detalhamento de instalação e fixação de equipamentos mecânicos	7.4.5.3.m
								*Detalhamento de cobertura	7.4.5.3.n		
								*Detalhamento de execução de impermeabilizações	7.4.5.3.o		

MATRIZ DE ENTREGÁVEIS		Etapas do Ciclo de Vida do Projeto									
		1 - EVTA		2 - Anteprojeto		3 - Projeto Básico		4 - Projeto Executivo			
Item	Especialidade	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.		
75	Urbanismo			Memorial Descritivo	7.5.2.a-e	Memorial Descritivo	7.5.2	Memorial Descritivo	7.5.2		
				-	-	Especificação Técnica	7.5.3	Especificação Técnica	7.5.3		
				Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.5.4.a-c	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.5.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.5.4		
				Modelo BIM	7.5.6	Modelo BIM	7.5.6	Modelo BIM	7.5.6		
				Planilha de Serviços	7.5.7.a	Planilha de Serviços	7.5.7.a	Planilha de Serviços	7.5.7.a		
				Memorial de Quantificação	7.5.7.b	Memorial de Quantificação	7.5.7.b	Memorial de Quantificação	7.5.7.b		
				Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:			
				*Modelo geral do empreendimento	7.5.5.1.a	*Modelo geral do empreendimento	7.5.5.2.a	*Modelo geral do empreendimento	7.5.5.3.a		
				*Caderno de apresentação de projeto	7.5.5.1.b	*Implantação geral com locação	7.5.5.2.b	*Desenhos de implantação	7.5.5.3.b		
				*Implantação geral com locação	7.5.5.1.c	*Implantação geral Iluminação	7.5.5.2.c	*Perspectivas gerais e individuais	7.5.5.3.c		
				*Perspectivas gerais e individuais	7.5.5.1.d	*Implantação para indicação dos materiais de construção	7.5.5.2.d	*Implantação de arruamento e passeios e detalhes de execução	7.5.5.3.d		
				*Implantação com as soluções de acessibilidade	7.5.5.1.e	*Plantas dos sistemas e elementos de urbanismo	7.5.5.2.e	*Implantação de paisagismo e detalhes de execução	7.5.5.3.e		
				*Plantas dos sistemas e elementos de urbanismo	7.5.5.1.f	*Plantas de Paisagismo	7.5.5.2.f	*Implantação de elementos de urbanismo e acessibilidade e detalhes de execução	7.5.5.3.f		
						*Desenho de cortes e perfiz com indicação dos materiais de construção	7.5.5.2.g	*Implantação de luminotécnica e detalhes de execução	7.5.5.3.g		
						*Esquemáticos de comunicação visual horizontal e vertical	7.5.5.2.h	*Detalhamento de execução de impermeabilizações	7.5.5.3.h		
						*Plantas com as soluções de acessibilidade	7.5.5.2.i	*Detalhamento de instalação e fixação de equipamentos mecânicos	7.5.5.3.i		
						*Planta sistemas de drenagem	7.5.5.2.j	*Desenho de cortes, perfiz e detalhamento dos elementos de urbanismo	7.5.5.3.j		
								*Detalhamento executivo sistemas de drenagem	7.5.5.3.k		
		76.1	Estruturas de Concreto			Memorial Descritivo	7.6.1.2.a-g	Memorial Descritivo	7.6.1.2.a-o	Memorial Descritivo	7.6.1.2
						Especificação Técnica	7.6.1.3.a-d	Especificação Técnica	7.6.1.3.a-m	Especificação Técnica	7.6.1.3
				Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.6.1.4.a-e	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.6.1.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.6.1.4		
				Modelo BIM	7.6.1.6	Modelo BIM	7.6.1.6	Modelo BIM	7.6.1.6		
				Planilha de Serviços	7.6.1.7.a	Planilha de Serviços	7.6.1.7.a	Planilha de Serviços	7.6.1.7.a		
				Memorial de Quantificação	7.6.1.7.b	Memorial de Quantificação	7.6.1.7.b	Memorial de Quantificação	7.6.1.7.b		
				Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:			
				*Planta de locação dos pilares	7.6.1.5.1.a	*Planta de locação e cargas dos pilares	7.6.1.5.2.a	*Detalhamentos de montagens	7.6.1.5.3.a		
				*Planta de pré-formas de todos os pavimentos	7.6.1.5.1.b	*Planta das formas de todos os pavimentos	7.6.1.5.2.b	*Detalhamentos de interligação e tratamento de estruturas mistas	7.6.1.5.3.b		
				*Planta de estimativa de cargas da superestrutura	7.6.1.5.1.c	*Planta com corte longitudinal e transversal da estrutura	7.6.1.5.2.c	*Detalhamentos de furos e passagens	7.6.1.5.3.c		
						*Planta de armaduras dos pilares, vigas e lajes de cada pavimento	7.6.1.5.2.d	*Plano de execução de escoramentos	7.6.1.5.3.d		
						*Planta de elementos estruturais específicos	7.6.1.5.2.e	*Plano de concretagem	7.6.1.5.3.e		
						*Planta das Estruturas pré-fabricadas	7.6.1.5.2.f	*Plano de transporte de peças	7.6.1.5.3.f		
						*Plantas de remoções e/ou demolições (quando aplicável)	7.6.1.5.2.g	*Plano ou programa de protensão	7.6.1.5.3.g		

MATRIZ DE ENTREGÁVEIS		Etapas do Ciclo de Vida do Projeto							
		1 - EVTA		2 - Anteprojeto		3 - Projeto Básico		4 - Projeto Executivo	
Item	Especialidade	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.
7.6.2	Estruturas Metálicas			Memorial Descritivo	7.6.2.2.a-g	Memorial Descritivo	7.6.2.2	Memorial Descritivo	7.6.2.2
				-		Especificação Técnica	7.6.2.3	Especificação Técnica	7.6.2.3
				Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.6.2.4.a-d	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.6.2.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.6.2.4
				Modelo BIM	7.6.2.6	Modelo BIM	7.6.2.6	Modelo BIM	7.6.2.6
				Planilha de Serviços	7.6.2.7.a	Planilha de Serviços	7.6.2.7.a	Planilha de Serviços	7.6.2.7.a
				Memorial de Quantificação	7.6.2.7.b	Memorial de Quantificação	7.6.2.7.b	Memorial de Quantificação	7.6.2.7.b
				Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
				*Planta de locação dos pilares	7.6.2.5.1.a	*Planta de locação e cargas dos pilares	7.6.2.5.2.a	*Detalhamentos de montagens e fabricação	7.6.2.5.3.a
				*Planta de pré-lançamento de todos os pavimentos	7.6.2.5.1.b	*Planta montagem de todos os pavimentos	7.6.2.5.2.b	*Detalhamentos de interligação e tratamento de estruturas mistas	7.6.2.5.3.b
				*Planta de estimativa de cargas da superestrutura	7.6.2.5.1.c	*Planta com corte longitudinal e transversal da estrutura	7.6.2.5.2.c	*Detalhamentos de furos e passagens	7.6.2.5.3.c
						*Planta de elementos estruturais específicos	7.6.2.5.2.d	*Plano de transporte de peças	7.6.2.5.3.d
				*Plantas de remoções e/ou demolições (quando aplicável)	7.6.2.5.2.e				
7.6.3	Estruturas de Madeira			Memorial Descritivo	7.6.3.2.a-g	Memorial Descritivo	7.6.3.2	Memorial Descritivo	7.6.3.2
				-		Especificação Técnica	7.6.3.3	Especificação Técnica	7.6.3.3
				Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.6.3.4.a-d	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.6.3.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.6.3.4
				Modelo BIM	7.6.3.6	Modelo BIM	7.6.3.6	Modelo BIM	7.6.3.6
				Planilha de Serviços	7.6.3.7.a	Planilha de Serviços	7.6.3.7.a	Planilha de Serviços	7.6.3.7.a
				Memorial de Quantificação	7.6.3.7.b	Memorial de Quantificação	7.6.3.7.b	Memorial de Quantificação	7.6.3.7.b
				Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
				*Planta de locação dos pilares	7.6.3.5.1.a	*Planta de locação e cargas dos pilares	7.6.3.5.2.a	*Detalhamentos de montagens e fabricação	7.6.3.5.3.a
				*Planta de pré-lançamento de todos os pavimentos	7.6.2.5.1.b	*Planta montagem de todos os pavimentos	7.6.3.5.2.b	*Detalhamentos de interligação e tratamento de estruturas mistas	7.6.3.5.3.b
				*Planta de estimativa de cargas da superestrutura	7.6.2.5.1.c	*Planta com corte longitudinal e transversal da estrutura	7.6.3.5.2.c	*Detalhamentos de furos e passagens	7.6.3.5.3.c
						*Planta de elementos estruturais específicos	7.6.3.5.2.d	*Plano de transporte de peças	7.6.3.5.3.d
				*Plantas de remoções e/ou demolições (quando aplicável)	7.6.3.5.2.e				
7.7	Fundações			Memorial Descritivo	7.7.2.a-d	Memorial Descritivo	7.7.2.a-l	Memorial Descritivo	7.7.2
				Especificação Técnica	7.7.3.a-g	Especificação Técnica	7.7.3	Especificação Técnica	7.7.3
				-		Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.7.4.a-d	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.7.4
				Modelo BIM	7.7.6	Modelo BIM	7.7.6	Modelo BIM	7.7.6
				Planilha de Serviços	7.7.7.a	Planilha de Serviços	7.7.7.a	Planilha de Serviços	7.7.7.a
				Memorial de Quantificação	7.7.7.b	Memorial de Quantificação	7.7.7.b	Memorial de Quantificação	7.7.7.b
				Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
				*Planta de locação das sondagens	7.7.5.1.a	*Plantas de locação dos pilares e respectivas cargas	7.7.5.2.a	*Planta de detalhamento de montagem	7.7.5.3.a
				*Planta com as possíveis soluções de fundação e contenções	7.7.5.1.b	*Planta de locação das estacas, blocos de fundação, tubulões ou sapatas	7.7.5.2.b	*Planta de detalhamentos específicos dos arranques	7.7.5.3.b
				*Planta de cargas proveniente da superestrutura	7.7.5.1.c	*Planta de formas e armação dos blocos ou sapatas	7.7.5.2.c	*Planta de detalhes construtivos	7.7.5.3.c
				*Plantas de locação e pré-formas das fundações	7.7.5.1.d	*Planta de formas e armação das vigas de fundação, travamento e de rigidez	7.7.5.2.d		
				*Plantas de remoções e/ou demolições	7.7.5.2.e				

MATRIZ DE ENTREGÁVEIS		Etapas do Ciclo de Vida do Projeto							
		1 - EVTA		2 - Anteprojeto		3 - Projeto Básico		4 - Projeto Executivo	
Item	Especialidade	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.
78	Terraplenagem			Memorial Descritivo	7.8.2.a-b	Memorial Descritivo	7.8.2.a-h	Memorial Descritivo	7.8.2
				-	-	Especificação Técnica	7.8.3.a-l	Especificação Técnica	7.8.3
				Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.8.4.a	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.8.4.a-f	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.8.4
				Modelo BIM	7.8.6	Modelo BIM	7.8.6	Modelo BIM	7.8.6
				Planilha de Serviços	7.8.7.a	Planilha de Serviços	7.8.7.a	Planilha de Serviços	7.8.7.a
				Memorial de Quantificação	7.8.7.b	Memorial de Quantificação	7.8.7.b	Memorial de Quantificação	7.8.7.b
				Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
				*Planta Geral	7.8.5.1.a	*Planta Geral	7.8.5.2.a	*Seções Transversais	7.8.5.3.a
				*Seções Transversais	7.8.5.1.b	*Planos Cotados	7.8.5.2.b	*Planta de Estruturas de Contenção	7.8.5.3.b
						*Seções Transversais	7.8.5.2.c	*Planta de Fundação do Aterro	7.8.5.3.c
						*Planta de Cobertura Vegetal	7.8.5.2.d	*Planta de Detalhes (se cabível)	7.8.5.3.d
						*Planta de Estruturas de Contenção	7.8.5.2.e		
						*Planta de Fundação do Aterro	7.8.5.2.f		
						*Planta de Detalhes (se cabível)	7.8.5.2.g		
79	Pavimentação			Memorial Descritivo	7.9.2.a-f	Memorial Descritivo	7.9.2	Memorial Descritivo	7.9.2
				-	-	Especificação Técnica	7.9.3	Especificação Técnica	7.9.3
				Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.9.4.a-i	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.9.4.a-t	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.9.4
				Modelo BIM	7.9.6	Modelo BIM	7.9.6	Modelo BIM	7.9.6
				Planilha de Serviços	7.9.7.a	Planilha de Serviços	7.9.7.a	Planilha de Serviços	7.9.7.a
				Memorial de Quantificação	7.9.7.b	Memorial de Quantificação	7.9.7.b	Memorial de Quantificação	7.9.7.b
				Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
				*Planta geral das áreas a serem pavimentadas	7.9.5.1.a	*Planta geral das áreas a serem pavimentadas	7.9.5.2.a	*Planta de formas do pavimento rígido	7.9.5.3.a
				*Planta geral das áreas a serem demolidas ou fresadas	7.9.5.1.b	*Planta geral das áreas a serem demolidas ou fresadas	7.9.5.2.b		
				*Seções tipo de pavimentação	7.9.5.1.c	*Seções tipo de pavimentação	7.9.5.2.c		
				*Plantas específicas	7.9.5.1.d	*Detalhes do pavimento de concreto	7.9.5.2.d		
						*Plano de fresagem	7.9.5.2.e		
						*Detalhes de rampas de transição	7.9.5.2.f		

MATRIZ DE ENTREGÁVEIS		Etapas do Ciclo de Vida do Projeto									
		1 - EVTA		2 - Anteprojeto		3 - Projeto Básico		4 - Projeto Executivo			
Item	Especialidade	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.		
7.10.1	Instalações Elétricas - Média e Baixa Tensão			Memorial Descritivo	7.10.1.2.a-f	Memorial Descritivo	7.10.1.2.a-t	Memorial Descritivo	7.10.1.2		
				-	-	Especificação Técnica	7.10.1.3.a-i	Especificação Técnica	7.10.1.3		
						-	-	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.10.1.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.10.1.4
						Modelo BIM	7.10.1.6	Modelo BIM	7.10.1.6	Modelo BIM	7.10.1.6
						Planilha de Serviços	7.10.1.7.a	Planilha de Serviços	7.10.1.7.a	Planilha de Serviços	7.10.1.7.a
						Memorial de Quantificação	7.10.1.7.b	Memorial de Quantificação	7.10.1.7.b	Memorial de Quantificação	7.10.1.7.b
						Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
						*Plantas da entrada e medição de energia e das subestações	7.10.1.5.1.a	*Plantas da entrada e medição de energia e das subestações	7.10.1.5.2.a	*Diagramas executivos	7.10.1.5.3.a
						*Plantas do sistema de distribuição em MT	7.10.1.5.1.b	*Plantas do sistema de distribuição em MT	7.10.1.5.2.b	*Plantas do projeto de aprovação de entrada de energia e das subestações	7.10.1.5.3.b
						*Plantas do sistema de geração própria	7.10.1.5.1.c	*Plantas do sistema de geração própria	7.10.1.5.2.c	*Plantas de corte e de elevação da entrada de energia e das subestações	7.10.1.5.3.c
						*Plantas do sistema de geração de emergência	7.10.1.5.1.d	*Plantas do sistema de geração de emergência	7.10.1.5.2.d	*Plantas de detalhes de instalação	7.10.1.5.3.d
						*Plantas do sistema de correção de fator de potência	7.10.1.5.1.e	*Plantas do sistema de correção de fator de potência	7.10.1.5.2.e		
						*Plantas do sistema principal de distribuição em BT	7.10.1.5.1.f	*Plantas do sistema principal de distribuição em BT	7.10.1.5.2.f		
						*Plantas do sistema principal de distribuição de energia estabilizada	7.10.1.5.1.g	*Plantas do sistema principal de distribuição de energia estabilizada	7.10.1.5.2.g		
						*Plantas dos circuitos terminais – pontos de força e tomadas	7.10.1.5.1.h	*Plantas dos circuitos terminais – pontos de força e tomadas	7.10.1.5.2.h		
						*Plantas dos circuitos terminais – iluminação	7.10.1.5.1.i	*Plantas dos circuitos terminais – iluminação	7.10.1.5.2.i		
						*Plantas do sistema de aterramento e equipotencialização	7.10.1.5.1.j	*Plantas do sistema de aterramento e equipotencialização	7.10.1.5.2.j		
						*Diagramas unifilares e quadro de cargas gerais e específicos	7.10.1.5.2.k				
						*Plantas de remoções e/ou demolições	7.10.1.5.2.l				
7.10.2	Instalações Elétricas - Proteção de Descargas Atmosféricas			Memorial Descritivo	7.10.2.2.a-f	Memorial Descritivo	7.10.2.2.a-l	Memorial Descritivo	7.10.2.2		
				-	-	Especificação Técnica	7.10.2.3.a-h	Especificação Técnica	7.10.2.3		
						-	-	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.10.2.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.10.2.4
						Modelo BIM	7.10.2.6	Modelo BIM	7.10.2.6	Modelo BIM	7.10.2.6
						Planilha de Serviços	7.10.2.7.a	Planilha de Serviços	7.10.2.7.a	Planilha de Serviços	7.10.2.7.a
						Memorial de Quantificação	7.10.2.7.b	Memorial de Quantificação	7.10.2.7.b	Memorial de Quantificação	7.10.2.7.b
						Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
						*Subsistema de captação	7.10.2.5.1.a	*Subsistema de captação	7.10.2.5.2.a	*Plantas de detalhes de instalação	7.10.2.5.3.a
						*Subsistema de descidas	7.10.2.5.1.b	*Subsistema de descidas	7.10.2.5.2.b		
						*Subsistema de aterramento	7.10.2.5.1.c	*Subsistema de aterramento	7.10.2.5.2.c		
						*Plantas de remoções e/ou demolições	7.10.2.5.2.d				

MATRIZ DE ENTREGÁVEIS		Etapas do Ciclo de Vida do Projeto									
		1 - EVTA		2 - Anteprojeto		3 - Projeto Básico		4 - Projeto Executivo			
Item	Especialidade	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.		
7.11.1	Instalações Eletrônicas - Supervisão, Comando e Controle			Memorial Descritivo	7.11.1.2.a-e	Memorial Descritivo	7.11.1.2.a-n	Memorial Descritivo	7.11.1.2		
				-	-	Especificação Técnica	7.11.1.3.a-i	Especificação Técnica	7.11.1.3		
						-	-	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.11.1.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.11.1.4
						Modelo BIM	7.11.1.6	Modelo BIM	7.11.1.6	Modelo BIM	7.11.1.6
						Planilha de Serviços	7.11.1.7.a	Planilha de Serviços	7.11.1.7.a	Planilha de Serviços	7.11.1.7.a
						Memorial de Quantificação	7.11.1.7.b	Memorial de Quantificação	7.11.1.7.b	Memorial de Quantificação	7.11.1.7.b
						Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
						*Plantas do sistema nas áreas externas	7.11.1.5.1.a	*Plantas do sistema nas áreas externas	7.11.1.5.2.a	*Diagramas funcionais e de controle	7.11.1.5.3.a
						*Plantas do sistema por pavimento	7.11.1.5.1.b	*Plantas do sistema por pavimento	7.11.1.5.2.b	*Plantas de detalhes de instalação	7.11.1.5.3.b
						*Plantas específicas	7.11.1.5.1.c	*Plantas dos espaços	7.11.1.5.2.c		
						*Diagramas unifilares preliminares	7.11.1.5.1.d	*Cortes verticais	7.11.1.5.2.d		
								*Diagramas e desenhos esquemáticos de interligação	7.11.1.5.2.e		
		7.11.2	Instalações Eletrônicas - Circuito Fechado de TV e de Controle de Acesso			Memorial Descritivo	7.11.2.2.a-e	Memorial Descritivo	7.11.2.2.a-p	Memorial Descritivo	7.11.2.2
				-	-	Especificação Técnica	7.11.2.3.a-k	Especificação Técnica	7.11.2.3		
						-	-	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.11.2.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.11.2.4
						Modelo BIM	7.11.2.6	Modelo BIM	7.11.2.6	Modelo BIM	7.11.2.6
						Planilha de Serviços	7.11.2.7.a	Planilha de Serviços	7.11.2.7.a	Planilha de Serviços	7.11.2.7.a
						Memorial de Quantificação	7.11.2.7.b	Memorial de Quantificação	7.11.2.7.b	Memorial de Quantificação	7.11.2.7.b
						Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
						*Plantas dos Sistemas de CFTV e Controle de Acesso por pavimento	7.11.2.5.1.a	*Plantas dos Sistemas de CFTV e de Controle de Acesso	7.11.2.5.2.a	*Diagramas funcionais e de controle	7.11.2.5.3.a
						*Plantas dos Sistemas de CFTV e Controle de Acesso nas áreas externas	7.11.2.5.1.b	*Plantas dos espaços	7.11.2.5.2.b	*Plantas de detalhes de instalação	7.11.2.5.3.b
						*Plantas dos espaços	7.11.2.5.1.c	*Cortes verticais	7.11.2.5.2.c		
						*Diagramas unifilares preliminares	7.11.2.5.1.d	*Diagramas e desenhos esquemáticos de interligação	7.11.2.5.2.d		
								*Legenda das convenções utilizadas	7.11.2.5.2.e		
								*Plantas de remoções e/ou demolições	7.11.2.5.2.f		

MATRIZ DE ENTREGÁVEIS		Etapas do Ciclo de Vida do Projeto									
Item	Especialidade	1 - EVTA		2 - Anteprojeto		3 - Projeto Básico		4 - Projeto Executivo			
		Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.		
7.11.3	Instalações Eletrônicas - Sonorização			Memorial Descritivo	7.11.3.2.a-e	Memorial Descritivo	7.11.3.2.a-n	Memorial Descritivo	7.11.3.2		
				-	-	Especificação Técnica	7.11.3.3.a-j	Especificação Técnica	7.11.3.3		
				-	-	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.11.3.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.11.3.4		
						Modelo BIM	7.11.3.6	Modelo BIM	7.11.3.6		
						Planilha de Serviços	7.11.3.7.a	Planilha de Serviços	7.11.3.7.a		
						Memorial de Quantificação	7.11.3.7.b	Memorial de Quantificação	7.11.3.7.b		
						Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	Representações Gráficas:		
						*Plantas do sistema nos ambientes internos e externos	7.11.3.5.1.a	*Plantas do sistema nos ambientes internos e externos	7.11.3.5.2.a	*Diagramas funcionais e de controle	7.11.3.5.3.a
						*Plantas dos espaços	7.11.3.5.1.b	*Plantas dos espaços	7.11.3.5.2.b	*Plantas de detalhes de instalação	7.11.3.5.3.b
						*Diagramas unifilares preliminares	7.11.3.5.1.c	*Cortes verticais	7.11.3.5.2.c		
								*Diagramas e desenhos esquemáticos de interligação	7.11.3.5.2.d		
						*Plantas de remoções e/ou demolições	7.11.3.5.2.e				
7.11.4	Instalações Eletrônicas - Cabeamento Estruturado			Memorial Descritivo	7.11.4.2.a-f	Memorial Descritivo	7.11.4.2	Memorial Descritivo	7.11.4.2		
				-	-	Especificação Técnica	7.11.4.3	Especificação Técnica	7.11.4.3		
				-	-	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.11.4.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.11.4.4		
						Modelo BIM	7.11.4.6	Modelo BIM	7.11.4.6		
						Planilha de Serviços	7.11.4.7.a	Planilha de Serviços	7.11.4.7.a		
						Memorial de Quantificação	7.11.4.7.b	Memorial de Quantificação	7.11.4.7.b		
						Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	Representações Gráficas:		
						*Plantas gerais de distribuição do cabeamento	7.11.4.5.1.a	*Plantas da infraestrutura de entrada e de distribuição do cabeamento de backbone de campus	7.11.4.5.2.a	*Leiaute dos distribuidores	7.11.4.5.3.a
						*Plantas dos espaços	7.11.4.5.1.b	*Plantas de distribuição do cabeamento por pavimento	7.11.4.5.2.b	*Diagramas dos distribuidores	7.11.4.5.3.b
						*Cortes gerais	7.11.4.5.1.c	*Plantas dos espaços	7.11.4.5.2.c	*Diagramas unifilares – sistema de cabeamento estruturado	7.11.4.5.3.c
						*Diagramas unifilares preliminares	7.11.4.5.1.d	*Cortes verticais	7.11.4.5.2.d	*Diagramas unifilares – sistema de cabeamento estruturado em data center	7.11.4.5.3.d
						*Diagramas e desenhos esquemáticos de interligação	7.11.4.5.2.e	*Diagrama geral do data center	7.11.4.5.3.e		
						*Plantas de remoções e/ou demolições	7.11.4.5.2.f	*Plantas de detalhes de instalação	7.11.4.5.3.f		

MATRIZ DE ENTREGÁVEIS		Etapas do Ciclo de Vida do Projeto									
		1 - EVTA		2 - Anteprojeto		3 - Projeto Básico		4 - Projeto Executivo			
Item	Especialidade	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.		
7.11.5	Instalações Eletrônicas - Telecomunicações			Memorial Descritivo	7.11.5.2.a-e	Memorial Descritivo	7.11.5.2.a-o	Memorial Descritivo	7.11.5.2		
				-	-	Especificação Técnica	7.11.5.3.a-i	Especificação Técnica	7.11.5.3		
						-	-	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.11.5.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.11.5.4
						Modelo BIM	7.11.5.6	Modelo BIM	7.11.5.6	Modelo BIM	7.11.5.6
						Planilha de Serviços	7.11.5.7.a	Planilha de Serviços	7.11.5.7.a	Planilha de Serviços	7.11.5.7.a
						Memorial de Quantificação	7.11.5.7.b	Memorial de Quantificação	7.11.5.7.b	Memorial de Quantificação	7.11.5.7.b
						Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
						*Plantas gerais de distribuição dos sistemas	7.11.5.5.1.a	*Plantas da infraestrutura de entrada	7.11.5.5.2.a	*Diagramas funcionais e de controle	7.11.5.5.3.a
						*Plantas dos espaços	7.11.5.5.1.b	*Plantas gerais de distribuição do sistema	7.11.5.5.2.b	*Plantas de detalhes de instalação	7.11.5.5.3.b
						*Diagramas unifilares preliminares	7.11.5.5.1.c	*Plantas dos espaços	7.11.5.5.2.c		
								*Cortes verticais	7.11.5.5.2.d		
								*Diagramas e desenhos esquemáticos de interligação	7.11.5.5.2.e		
						*Plantas de remoções e/ou demolições	7.11.5.5.2.f				
7.12	Instalações Mecânicas			Memorial Descritivo	7.12.2.a-f	Memorial Descritivo	7.12.2.a-g	Memorial Descritivo	7.12.2		
				-	-	Especificação Técnica	7.12.3.a-f	Especificação Técnica	7.12.3		
						-	-	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.12.4.a-b	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.12.4
						Modelo BIM	7.12.6	Modelo BIM	7.12.6	Modelo BIM	7.12.6
						Planilha de Serviços	7.12.7.a	Planilha de Serviços	7.12.7.a	Planilha de Serviços	7.12.7.a
						Memorial de Quantificação	7.12.7.b	Memorial de Quantificação	7.12.7.b	Memorial de Quantificação	7.12.7.b
						Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
						*Planta de situação dos ramais de entrada de serviços públicos	7.12.5.1.a	*Planta de situação final dos ramais de entrada de serviços públicos	7.12.5.2.a	*Diagramas funcionais e de controle	7.12.5.3.a
						*Plantas gerais de instalações mecânicas	7.12.5.1.b	*Plantas e cortes finais de instalações mecânicas	7.12.5.2.b	*Plantas do projeto de aprovação de entrada de serviço	7.12.5.3.b
						*Diagramas esquemáticos preliminares dos sistemas	7.12.5.1.c	*Diagramas definitivos e detalhados dos sistemas	7.12.5.2.c	*Plantas de detalhes de instalação	7.12.5.3.c

MATRIZ DE ENTREGÁVEIS		Etapas do Ciclo de Vida do Projeto							
		1 - EVTA		2 - Anteprojeto		3 - Projeto Básico		4 - Projeto Executivo	
Item	Especialidade	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.
713.1	Instalações Hidrossanitárias - Hidráulica			Memorial Descritivo	713.1.2.a-g	Memorial Descritivo	713.1.2.a-j	Memorial Descritivo	713.1.2
				-	-	Especificação Técnica	713.1.3.a-o	Especificação Técnica	713.1.3
				Memorial de Cálculo e Dimensionamento	713.1.4.a	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	713.1.4.a-e	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	713.1.4
				Modelo BIM	713.4	Modelo BIM	713.4	Modelo BIM	713.4
				Planilha de Serviços	713.5.a	Planilha de Serviços	713.5.a	Planilha de Serviços	713.5.a
				Memorial de Quantificação	713.5.b	Memorial de Quantificação	713.5.b	Memorial de Quantificação	713.5.b
				Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
				*Planta do subsistema de abastecimento	713.1.5.1.a	*Planta de implantação	713.1.5.2.a	*Detalhes de instalação	713.1.5.3.a
				*Planta do subsistema de reservação	713.1.5.1.b	*Planta de situação ao nível da rua	713.1.5.2.b	*Detalhe da passagem em elementos estruturais	713.1.5.3.b
				*Planta do subsistema de distribuição	713.1.5.1.c	*Planta baixa de cada pavimento	713.1.5.2.c		
				*Planta do subsistema de aquecimento	713.1.5.1.d	*Detalhes em perspectiva isométrica	713.1.5.2.d		
						*Cortes e elevações	713.1.5.2.e		
						*Detalhes dos reservatórios	713.1.5.2.f		
						*Esquema vertical	713.1.5.2.g		
				*Perspectivas	713.1.5.2.h				
				*Plantas de remoções e demolições	713.1.5.2.i				
713.2	Instalações Hidrossanitárias - Esgoto			Memorial Descritivo	713.2.2.a-g	Memorial Descritivo	713.2.2.a-j	Memorial Descritivo	713.2.2
				-	-	Especificação Técnica	713.2.3.a-k	Especificação Técnica	713.2.3
				Memorial de Cálculo e Dimensionamento	713.2.4.a	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	713.2.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	713.2.4
				Modelo BIM	713.4	Modelo BIM	713.4	Modelo BIM	713.4
				Planilha de Serviços	713.5.a	Planilha de Serviços	713.5.a	Planilha de Serviços	713.5.a
				Memorial de Quantificação	713.5.b	Memorial de Quantificação	713.5.b	Memorial de Quantificação	713.5.b
				Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
				*Planta do subsistema de coleta	713.2.5.1.a	*Planta de situação ao nível da rua	713.2.5.2.a	*Detalhes de instalação	713.2.5.3.a
				*Planta do subsistema de ventilação	713.2.5.1.b	*Planta de implantação	713.2.5.2.b	*Detalhe da passagem em elementos estruturais	713.2.5.3.b
				*Planta do subsistema de tratamento	713.2.5.1.c	*Planta baixa de cada pavimento da edificação	713.2.5.2.c		
				*Planta de disposição final	713.2.5.1.d	*Planta geral da rede	713.2.5.2.d		
						*Detalhes	713.2.5.2.e		
						*Esquema vertical	713.2.5.2.f		
						*Perspectivas	713.2.5.2.g		
				*Plantas de remoções e demolições	713.2.5.2.h				

MATRIZ DE ENTREGÁVEIS		Etapas do Ciclo de Vida do Projeto							
		1 - EVTA		2 - Anteprojeto		3 - Projeto Básico		4 - Projeto Executivo	
Item	Especialidade	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.
713.3	Instalações Hidrossanitárias - Águas Pluviais			Memorial Descritivo	713.3.2.a-g	Memorial Descritivo	713.3.2.a-j	Memorial Descritivo	713.3.2
				-	-	Especificação Técnica	713.3.3.a-1	Especificação Técnica	713.3.3
				Memorial de Cálculo e Dimensionamento	713.3.4.a	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	713.3.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	713.3.4
				Modelo BIM	713.4	Modelo BIM	713.4	Modelo BIM	713.4
				Planilha de Serviços	713.5.a	Planilha de Serviços	713.5.a	Planilha de Serviços	713.5.a
				Memorial de Quantificação	713.5.b	Memorial de Quantificação	713.5.b	Memorial de Quantificação	713.5.b
				Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
				*Planta da captação e drenagem de águas pluviais	713.3.5.1.a	*Planta de situação ao nível da rua	713.3.5.2.a	*Detalhes de instalação	713.3.5.3.a
				*Plantas do sistema de aproveitamento	713.3.5.1.b	*Planta de implantação	713.3.5.2.b	*Detalhe da passagem em elementos estruturais	713.3.5.3.b
				*Planta de disposição final	713.3.5.1.c	*Planta de cobertura e demais pavimentos	713.3.5.2.c		
						*Planta de Prumadas	713.3.5.2.d		
						*Cortes	713.3.5.2.e		
						*Detalhes dos elementos de inspeção e drenagem	713.3.5.2.f		
						*Detalhes das instalações de bombeamento	713.3.5.2.g		
						*Planta do aproveitamento de águas pluviais	713.3.5.2.h		
				*Perspectivas	713.3.5.2.i				
				*Planta de remoções e demolições	713.3.5.2.j				
714	Prevenção e Combate a Incêndio			Memorial Descritivo	714.2.a-d	Memorial Descritivo	714.2.a-g	Memorial Descritivo	714.2
				-	-	Especificação Técnica	714.3	Especificação Técnica	714.3
				Memorial de Cálculo e Dimensionamento	714.4.a-d	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	714.4.a-1	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	714.4
				Modelo BIM	714.6	Modelo BIM	714.6	Modelo BIM	714.6
				Planilha de Serviços	714.7.a	Planilha de Serviços	714.7.a	Planilha de Serviços	714.7.a
				Memorial de Quantificação	714.7.b	Memorial de Quantificação	714.7.b	Memorial de Quantificação	714.7.b
				Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
				*Planta de situação	714.5.1.a	*Plantas do sistema de hidrante e mangotinho (canalização preventiva para a edificação)	714.5.2.a	*Locação dos equipamentos e seus componentes	714.5.3.a
				*Plantas gerais dos pavimentos	714.5.1.b	*Plantas do sistema de chuveiros automáticos do tipo sprinkler	714.5.2.b	*Locação dos equipamentos e seus componentes	714.5.3.b
				*Isometrias	714.5.1.c	*Plantas do sistema fixo de extinção automática por agentes gasosos	714.5.2.c	*Detalhamentos gerais	714.5.3.c
				*Esquemas	714.5.1.d	*Plantas do sistema de iluminação de emergência	714.5.2.d	*Cortes	714.5.3.d
						*Planta do sistema de sinalização de emergência	714.5.2.e	*Esquema vertical isométrico	714.5.3.e
						*Planta do sistema de proteção por extintores de incêndio	714.5.2.f	*Detalhamento motobomba	714.5.3.f
						*Planta de exaustão mecânica	714.5.2.g	*Painéis	714.5.3.g
						*Planta de saídas de emergência	714.5.2.h	*Esquema elétrico	
				*Planta do sistema de proteção contra descargas atmosféricas	714.5.2.i				
				*Plantas do sistema de detecção e alarme de incêndio	714.5.2.j				
				*Planta de remoções e demolições	714.5.2.k				

MATRIZ DE ENTREGÁVEIS		Etapas do Ciclo de Vida do Projeto									
		1 - EVTA		2 - Anteprojeto		3 - Projeto Básico		4 - Projeto Executivo			
Item	Especialidade	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.		
7.15	Drenagem			Estudo Hidrológico	7.15.2						
				Memorial Descritivo	7.15.3.a	Memorial Descritivo	7.15.3	Memorial Descritivo	7.15.3		
				-	-	Especificação Técnica	7.15.4	Especificação Técnica	7.15.4		
						Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.15.5.a-b	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.15.5		
						Modelo BIM	7.15.7	Modelo BIM	7.15.7		
						Planilha de Serviços	7.15.8.a	Planilha de Serviços	7.15.8.a		
						Memorial de Quantificação	7.15.8.b	Memorial de Quantificação	7.15.8.b		
						Representações Gráficas:		Representações Gráficas:			
						*Planta geral de drenagem	7.15.6.1.a	*Planta geral de drenagem	7.15.6.2.a	*Planta de formas dos dispositivos	7.15.6.3.a
						*Plantas específicas	7.15.6.1.b	*Planta de detalhes das redes	7.15.6.2.b		
								*Planta de detalhes dos dispositivos	7.15.6.2.c		
								*Planta de detalhes da drenagem profunda	7.15.6.2.d		
								*Planta de elementos e dispositivos de drenagem a serem demolidos	7.15.6.2.e		
7.16	Sinalização Horizontal			Memorial Descritivo	7.16.2.a-e	Memorial Descritivo	7.16.2.a-i	Memorial Descritivo	7.16.2		
				-	-	Especificação Técnica	7.16.3	Especificação Técnica	7.16.3		
				-	-	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.16.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.16.4		
						Modelo BIM	7.16.6	Modelo BIM	7.16.6		
						Planilha de Serviços	7.16.7.a	Planilha de Serviços	7.16.7.a		
						Memorial de Quantificação	7.16.7.b	Memorial de Quantificação	7.16.7.b		
						Representações Gráficas:		Representações Gráficas:			
						*Planta Geral da Sinalização	7.16.5.1.a	*Planta Geral da Sinalização	7.16.5.2.a	*Planta(s) de Detalhes das Marcações	7.16.5.3.a
						*Planta da Pintura de Sinalização Horizontal do Pátio	7.16.5.1.b	*Planta da Pintura de Sinalização Horizontal do Pátio	7.16.5.2.b	*Plantas de sinalização horizontal provisórias	7.16.5.3.b
								*Planta de marcas a serem apagadas ou removidas	7.16.5.2.c		
						*Planta(s) de Detalhes	7.16.5.2.d				

MATRIZ DE ENTREGÁVEIS		Etapas do Ciclo de Vida do Projeto									
		1 - EVTA		2 - Anteprojeto		3 - Projeto Básico		4 - Projeto Executivo			
Item	Especialidade	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.		
7.17	Auxílios à Navegação Aérea			Memorial Descritivo	7.17.2.a-b	Memorial Descritivo	7.17.2	Memorial Descritivo	7.17.2		
				-	-	Especificação Técnica	7.17.3	Especificação Técnica	7.17.3		
						-	-	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.17.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.17.4
						Modelo BIM	7.17.6	Modelo BIM	7.17.6	Modelo BIM	7.17.6
						Planilha de Serviços	7.17.7.a	Planilha de Serviços	7.17.7.a	Planilha de Serviços	7.17.7.a
						Memorial de Quantificação	7.17.7.b	Memorial de Quantificação	7.17.7.b	Memorial de Quantificação	7.17.7.b
						Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
						*Planta geral dos auxílios à navegação aérea	7.17.5.1.a	*Planta geral dos auxílios à navegação aérea	7.17.5.2.a	*Plantas de formas	7.17.5.3.a
						*Plantas de detalhes	7.17.5.1.b	*Plantas de detalhes da sinalização luminosa	7.17.5.2.b	*Plantas de detalhes executivos dos equipamentos	7.17.5.3.b
						*Plantas específicas	7.17.5.1.c	*Plantas de detalhes da sinalização vertical	7.17.5.2.c	*Plantas específicas	7.17.5.3.c
								*Plantas de detalhes das luminárias	7.17.5.2.d		
								*Plantas de detalhes dos painéis da sinalização vertical	7.17.5.2.e		
								*Plantas do indicador de direção do vento	7.17.5.2.f		
								*Plantas do farol do aeródromo	7.17.5.2.g		
								*Plantas do indicador de rampa de aproximação - PAPI	7.17.5.2.h		
								*Plantas de auxílios específicos	7.17.5.2.i		
						*Plantas de detalhes das redes de dutos	7.17.5.2.j				
						*Plantas de instalações elétricas	7.17.5.2.k				
						*Diagramas unifilares	7.17.5.2.l				

MATRIZ DE ENTREGÁVEIS		Etapas do Ciclo de Vida do Projeto									
		1 - EVTA		2 - Anteprojeto		3 - Projeto Básico		4 - Projeto Executivo			
Item	Especialidade	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.		
7.18	Ambiental			Memorial Descritivo	7.18.2.a-f	Memorial Descritivo	7.18.2	Memorial Descritivo	7.18.2		
				-	-	Especificação Técnica	7.18.3.a-e	Especificação Técnica	7.18.3		
						-	-	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.18.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.18.4
						Modelo BIM	7.18.6	Modelo BIM	7.18.6	Modelo BIM	7.18.6
						Planilha de Serviços	7.18.7.a	Planilha de Serviços	7.18.7.a	Planilha de Serviços	7.18.7.a
						Memorial de Quantificação	7.18.7.b	Memorial de Quantificação	7.18.7.b	Memorial de Quantificação	7.18.7.b
						Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
						*Implantação foto aérea ou imagem de satélite de limites patrimoniais	7.18.5.1.a	*Modelo geral do empreendimento	7.18.5.2.a	*Modelo geral do empreendimento	7.18.5.3.a
						*Implantação foto aérea ou imagem de satélite de layout das instalações	7.18.5.1.b	*Implantação geral do empreendimento e dados complementares	7.18.5.2.b	*Implantação geral do empreendimento	7.18.5.3.b
						*Implantação das instalações	7.18.5.1.c	*Plantas e mapas dos programas de gestão ambiental	7.18.5.2.c	*Implantação com detalhamento das ações de prevenção e controle de processos erosivos	7.18.5.3.c
						*Plantas de levantamento topográfico e cadastral	7.18.5.1.d	*Mapas das ações de comunicação social e de educação ambiental	7.18.5.2.d	*Plantas e mapas dos programas de gestão ambiental	7.18.5.3.d
						*Plantas de registro de vistorias	7.18.5.1.e	*Plantas e mapas das redes e serviços públicos com correção do impacto	7.18.5.2.e	*Plantas e mapas das redes e serviços públicos com correção do impacto	7.18.5.3.e
						*Modelo geral do empreendimento	7.18.5.1.f	*Implantação com as indicações das áreas de recuperação dos pontos degradados	7.18.5.2.f	*Plantas e mapas com detalhamento das ações de com. social e educação ambiental	7.18.5.3.f
						*Implantação geral do empreendimento	7.18.5.1.g	*Implantação com as indicações das ações de prevenção, monitoramento e controle processos erosivos	7.18.5.2.g	*Implantação com detalhamento das áreas de recuperação dos pontos degradados	7.18.5.3.g
								*Recuperação de passivos ambientais e detalhamento do manejo de fauna	7.18.5.3.h		
								*Implantação com detalhamento da recuperação da flora e plantio	7.18.5.3.i		
7.19	Serviços Complementares					Memorial Descritivo	7.19.2				
						Laudo de Avaliação Técnica	7.19.3				
						Representações Gráficas:					
						*Plantas gerais de desapropriação	7.19.4.1.a				
7.20	Cercas			Memorial Descritivo	7.20.2	Memorial Descritivo	7.20.2	Memorial Descritivo	7.20.2		
				-	-	Especificação Técnica	7.20.3	Especificação Técnica	7.20.3		
						-	-	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.20.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.20.4
						Modelo BIM	7.20.6	Modelo BIM	7.20.6	Modelo BIM	7.20.6
						Planilha de Serviços	7.20.7.a	Planilha de Serviços	7.20.7.a	Planilha de Serviços	7.20.7.a
						Memorial de Quantificação	7.20.7.b	Memorial de Quantificação	7.20.7.b	Memorial de Quantificação	7.20.7.b
						Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:	
						*Planta Geral	7.20.5.1.a	*Planta geral	7.20.5.2.a	*Plantas de detalhes executivos	7.20.5.3.a
						*Plantas Específicas	7.20.5.1.b	*Perfil longitudinal do eixo de implantação da barreira	7.20.5.2.b		
								*Plantas de Detalhes	7.20.5.2.c		

MATRIZ DE ENTREGÁVEIS		Etapas do Ciclo de Vida do Projeto							
		1 - EVTA		2 - Anteprojeto		3 - Projeto Básico		4 - Projeto Executivo	
Item	Especialidade	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.
7.21	Canteiro de Obras	-	-	Memorial Descritivo	7.21.2.a-d	Memorial Descritivo	7.21.2		
		-	-	Especificação Técnica	7.21.3	Especificação Técnica	7.21.3		
		-	-	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.21.4	Memorial de Cálculo e Dimensionamento	7.21.4		
		Modelo BIM	7.21.6	Modelo BIM	7.21.6	Modelo BIM	7.21.6		
		Planilha de Serviços	7.21.7.a	Planilha de Serviços	7.21.7.a	Planilha de Serviços	7.21.7.a		
		Memorial de Quantificação	7.21.7.b	Memorial de Quantificação	7.21.7.b	Memorial de Quantificação	7.21.7.b		
		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:		Representações Gráficas:			
		*Planta de locação	7.21.5.1.a	*Planta de locação	7.21.5.2.a	*Planta de locação	7.21.5.3.a		
		*Planta baixa	7.21.5.1.b	*Planta de implantação	7.21.5.2.b	*Planta de implantação	7.21.5.3.b		
		*Plantas específicas	7.21.5.1.c	*Planta baixa	7.21.5.2.c	*Planta baixa	7.21.5.3.c		
		*Plantas de instalações	7.21.5.2.d	*Plantas de instalações	7.21.5.3.d				
				*Detalhes construtivos	7.21.5.3.e				
8	Planejamento da Obra								
8.1	Gestão de Cronograma	Etapeamento da Obra	8.1.1	Etapeamento da Obra	8.1.1	Etapeamento da Obra	8.1.1	Etapeamento da Obra	8.1.1
		Cronograma da Obra	8.1.2	Cronograma da Obra	8.1.2	Cronograma da Obra	8.1.2	Cronograma da Obra	8.1.2
		Estrutura Analítica de Projetos - EAP	4.1.b	Estrutura Analítica de Projetos - EAP	4.1.b	Estrutura Analítica de Projetos - EAP	4.1.b	Estrutura Analítica de Projetos - EAP	4.1.b
		Dicionário EAP	4.1.c	Dicionário EAP	4.1.c	Dicionário EAP	4.1.c	Dicionário EAP	4.1.c
8.2	Gestão de Riscos	Declaração de escopo	4.1.a	Declaração de escopo	4.1.a	Declaração de escopo	4.1.a	Declaração de escopo	4.1.a
		Matriz de Riscos	8.2	Matriz de Riscos	8.2	Matriz de Riscos	8.2	Matriz de Riscos	8.2
8.3	Gestão de Custos	Estimativa de Custos:	8.3.1	Orçamento Preliminar de Obra:	8.3.2	Orçamento Básico de Obra:	8.3.2	Orçamento Executivo de Obra:	8.3.2
		*Relatório Técnico	8.3.1.1	* Orçamento Resumo	8.3.2.1	* Orçamento Resumo	8.3.2.1	* Orçamento Resumo	8.3.2.1
				* Orçamento Sintético	8.3.2.2	* Orçamento Sintético	8.3.2.2	* Orçamento Sintético	8.3.2.2
				* Orçamento Analítico	8.3.2.3	* Orçamento Analítico	8.3.2.3	* Orçamento Analítico	8.3.2.3
				* Curva ABC de Serviços	8.3.2.4	* Curva ABC de Serviços	8.3.2.4	* Curva ABC de Serviços	8.3.2.4
				* Curva ABC de Insumos	8.3.2.5	* Curva ABC de Insumos	8.3.2.5	* Curva ABC de Insumos	8.3.2.5
9	Comissionamento e Descomissionamento			* Relatório Técnico de Orçamento Preliminar	8.3.2.6	* Relatório Técnico de Orçamento Básico	8.3.2.6	* Relatório Técnico de Orçamento Executivo	8.3.2.6
						Minuta do Plano de Comissionamento	9.2		
						Minuta do Plano de Descomissionamento	9.2		
						Template do Relatório de Requisitos do Cliente	9.3		
						Template do Relatório de Critérios de Projeto	9.4		
						Template do As Built	9.5		
				Minuta do Manual dos Sistemas	9.6				

MATRIZ DE ENTREGÁVEIS		Etapas do Ciclo de Vida do Projeto							
		1 - EVTA		2 - Anteprojeto		3 - Projeto Básico		4 - Projeto Executivo	
Item	Especialidade	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.	Entregável	Ref.
10	Engenharia Consultiva								
10	Engenharia Consultiva "Engenharia Consultiva Obs.: Este item não é um entregável do projeto e será utilizado apenas nos casos de contratação de estudos e projetos, quando couber."	Relatório Técnico	10.2.1	Relatório Técnico	10.2.1	Relatório Técnico	10.2.1		

APÊNDICE B

CONJUNTOS DE PROPRIEDADES - PSETS

CONJUNTO DE PROPRIEDADES - PSets					
INFORMAÇÕES DOS MODELOS					
	PROPRIEDADE	PARÂMETRO	FORMATO	IFC 2X3	IFC_Pset-SAC
IDENTIFICAÇÃO	Projeto	Código do Projeto	Texto	IfcProject.Name	01_01_SAC_Projeto
	Local	Descrição (Localização do Projeto)	Texto	IfcSite.Name	01_02_SAC_Local
	Componente	Descrição (Conforme Manual de Projetos SAC)	Texto	IfcBuilding.Name	01_03_SAC_Componente
	Fase do Projeto	Descrição (Existente/Anteprojeto/Projeto Básico/Projeto Executivo)	Texto	IfcProject.Phase	01_04_SAC_Fase
	Tipologia	Infraestrutura/Edificações	Texto	-	01_05_SAC_Tipologia
	Disciplina	Descrição Disciplina Conforme (Manual de Projetos da SAC)	Texto	-	01_06_SAC_Disciplina
	Subdisciplina	Descrição subdisciplina Conforme (Manual de Projetos da SAC)	Texto	-	01_07_SAC_Subdisciplina
	Responsável	Responsável pelo modelo	Texto	-	01_08_SAC_Responsavel
PROPRIEDADES ATRIBUTOS DOS OBJETOS					
	PROPRIEDADE	PARÂMETRO	FORMATO	IFC 2X3	IFC_Pset-SAC
IDENTIFICAÇÃO	Código de Classificação (NBR 15965)	Código	Texto	IfcClassificationReference	02_01_SAC_Classificacao
	Nome Classificação (NBR 15965)	Descrição	Texto	IfcClassificationName	02_02_SAC_Nome_Classificacao
	Tipo de Elemento	Descrição	Texto	IfcElementType.Name	02_03_SAC_Tipo
	Descrição por extenso	Descrição (Opcional)	Texto	IfcDescription	02_04_SAC_Info
	PROPRIEDADE	PARÂMETRO	FORMATO	IFC 2X3	IFC_Pset-SAC
"GEOMETRIA (De acordo com objetos)"	Unidade	Valor	Contagem (Número) un	Pset_BaseQuantities	03_01_SAC_Unidade
	Extensão	Valor	Comprimento (Número) m		03_02_SAC_Extensao
	Largura	Valor	Comprimento (Número) m		03_03_SAC_Largura
	Altura	Valor	Comprimento (Número) m		03_04_SAC_Altura
	Espessura	Valor	Comprimento (Número)m		03_05_SAC_Espessura
	Superfície	Valor	Área (Número) m ²		03_06_SAC_Superficie
	Seção Transversal	Valor	Área (Número) m ²		03_07_SAC_SecaoTransversal
	Volume	Valor	Volume (Número) m ³		03_08_SAC_Volume
	Outras variáveis	Valor	A definir		03_09_SAC_Definir
	PROPRIEDADE	PARÂMETRO	FORMATO	IFC 2X3	IFC_Pset-SAC
"MATERIAL (De acordo com objetos)"	Peso	Valor	Número kg	IfcQuantityWeight	04_01_SAC_Peso
	Material	Descrição	Texto	IfcMaterial.Name	04_02_SAC_Material
	Peso Específico	Valor	Número kgf/m ³	-	04_03_SAC_Peso_Especifico
	Resistência	Valor	Número MPa	-	04_04_SAC_Resistencia
	Agressividade Ambiental	Fraca, Moderada, Forte, Muito Forte	Texto	-	04_05_SAC_Agressividade



MINISTÉRIO DA
INFRAESTRUTURA



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

ISBN: 978-65-996066-0-1



CIL

9 786599 606601