

Guia de

APRESENTAÇÃO DE EVIDÊNCIAS DE INFRAESTRUTURA



GUIA DE APRESENTAÇÃO DE EVIDÊNCIAS DE INFRAESTRUTURA
SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA - SIA
Dezembro / 2022

SUPERINTENDENTE

Giovano Palma

GERENTE DE CERTIFICAÇÃO E SEGURANÇA OPERACIONAL

Fábio Lopes Magalhães

GERENTE TÉCNICO DE ENGENHARIA AEROPORTUÁRIA

Lucas Bernardino Travagin

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL

Ariel Juan Dias Quinteros

Hugo Vieira de Vasconcelos

Ingrid Fonseca de Araújo

João Carlos Rezende Noronha

Marcelo Marinho

Raul Sandoval Cerqueira

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Assessoria de Comunicação Social (Ascom)

DÚVIDAS, SUGESTÕES E CRÍTICAS PODEM SER ENVIADAS PARA O E-MAIL

obras.sia@anac.gov.br

CONTROLE DE VERSÕES

VERSÃO	DATA	APROVADO POR	RESUMO DE MODIFICAÇÃO
01	23/12/2022	Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária	Emissão Inicial

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	5
2. OBJETIVO	6
3. ORIENTAÇÕES GERAIS	7
3.1 ESCOPO DE VERIFICAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	7
3.2 TIPOS DE EVIDÊNCIA	9
3.3 APRESENTAÇÃO DAS EVIDÊNCIAS	11
4. ORIENTAÇÕES ESPECÍFICAS	15
4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	15
4.1.1 GEOMETRIA	15
4.1.2 RESISTÊNCIA DE PAVIMENTOS	19
4.1.3 RESISTÊNCIA DE ÁREAS DE SEGURANÇA NÃO PAVIMENTADAS	21
4.1.4 SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS	23
4.1.5 DECLIVIDADES	24
4.1.6 OBJETOS E NIVELAMENTO DAS ÁREAS DE SEGURANÇA	30
4.2 AUXÍLIOS VISUAIS PARA NAVEGAÇÃO	34
4.2.1 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	35
4.2.2 SINALIZAÇÃO LUMINOSA	38
4.2.3 SINALIZAÇÃO VERTICAL	42
4.2.4 INDICADOR DE DIREÇÃO DE VENTO	45
4.2.5 FAROL DO AERÓDROMO	47
4.3 SISTEMAS ELÉTRICOS	47
4.5 FRANGIBILIDADE	48
5. REFERÊNCIAS	50

1. APRESENTAÇÃO

Segundo o Código Brasileiro de Aeronáutica – CBA, instituído pela Lei 7.565, de 19 de dezembro de 1986, os aeródromos civis são classificados em públicos e privados. Os aeródromos privados (de uso privativo) são destinados ao seu proprietário ou a quem ele permitir, vedada a exploração comercial, e os aeródromos públicos (de uso público) são destinados aos aeronavegantes em geral.

Nos aeródromos de uso privativo, os proprietários ou seus usuários têm conhecimento das condições da infraestrutura e conseguem avaliar o risco das operações diante dessas condições. No entanto, o mesmo não ocorre nos aeródromos de uso público. Como podem ser usados pelo público em geral, seus usuários podem não dispor de informações contundentes acerca das condições da infraestrutura, estando expostos a riscos desconhecidos.

Assim, visando contornar eventuais problemas de assimetria de informação e visando à segurança das operações, as infraestruturas dos aeródromos de uso público devem observar o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil – RBAC nº 154 e suas Instruções Suplementares, os quais tratam sobre projetos de aeródromos, e devem ser previamente aprovadas pela ANAC.

A aprovação prévia da infraestrutura deve ser feita quando da ampliação ou alteração de uma infraestrutura existente ou da construção de uma nova infraestrutura.

Com a alteração da Portaria nº 3.352/SIA, de 30 de outubro de 2018, foram definidos novos processos administrativos para esse tipo de processo junto à ANAC. Antes realizadas apenas *in loco*, as verificações de infraestrutura passaram a ser feitas também de forma remota, mediante apresentação de evidências por parte do operador de aeródromo.

Dessa forma, quando necessário, o operador de aeródromo é instado a apresentar documentos e evidências que auxiliem a verificação da conformidade da infraestrutura com os requisitos do RBAC nº 154. Esses documentos são apresentados mais adiante na Tabela 1 deste Guia.

No entanto, é notório que um número significativo de operadores tem enfrentado dificuldade na elaboração dessas evidências, em relação à organização, ao conteúdo ou até mesmo ao tipo de evidência a ser apresentada. Por esse motivo, tornou-se necessária a elaboração de um *Guia de Apresentação de Evidências de Infraestrutura* para processos de verificação de conformidade de infraestrutura – o qual foi consolidado neste material.

Assim, o presente Guia é constituído por duas partes principais: Orientações Gerais e Orientações Específicas. As Orientações Gerais trazem informações sobre como preparar a documentação e como protocolar os documentos de forma organizada. Já as Orientações Específicas detalham os tipos de documentos que se espera receber, considerando as características físicas, os auxílios visuais para navegação e demais aspectos da infraestrutura aeroportuária avaliados na regulamentação vigente.

2. OBJETIVO

O objetivo principal deste Guia é prover orientações aos operadores de aeródromos acerca de quais documentos devem ser elaborados e apresentados à ANAC visando à aprovação das infraestruturas novas ou alteradas, bem como indicar maneiras apropriadas para produção de provas que evidenciem que essas infraestruturas foram construídas e/ou instaladas de acordo com os requisitos regulamentares de projeto estabelecidos no RBAC nº 154.

Além disso, este Guia apresenta esclarecimentos acerca de conteúdo e traz recomendações sobre formato, estrutura e envio de documentos. Com isso, espera-se reduzir o custo regulatório dos operadores de aeródromo e da ANAC, o tempo de análise e o número de iterações no processo. Esclarece-se que este material não tem por propósito estabelecer ou detalhar os requisitos regulamentares, mas tão somente informar os documentos que devem ser apresentados e orientar quanto às formas de evidenciação de cumprimento de requisitos. Para tanto, apresenta exemplos considerados satisfatórios que foram utilizados por operadores em processos de homologação anteriores, sem prejuízo à comprovação de requisitos de forma alternativa que seja igualmente suficiente.

Assim, neste Guia são apresentados exemplos de evidenciação que a ANAC entende como boas práticas. Também são destacados alguns exemplos de evidenciação que não são considerados adequados e que podem comprometer a acurácia dos dados, retardar o processo de análise e até mesmo sobrestar ou indeferir o processo.

A ANAC recomenda a implementação das sugestões previstas neste Guia, mas esclarece que seu conteúdo não possui natureza normativa e não é de cumprimento obrigatório pelo operador de aeródromo e pelos demais interessados. Além disso, as práticas recomendadas devem ser adaptadas às peculiaridades de cada aeródromo e de cada infraestrutura a ser avaliada.

3. ORIENTAÇÕES GERAIS

3.1 ESCOPO DE VERIFICAÇÃO DE INFRAESTRUTURA

O processo de aprovação de infraestrutura tem início com o envio pelo operador do aeródromo do “Requerimento de Cadastramento ou Alteração Cadastral de Aeródromo Público” ou o “Requerimento de Anuência para Obra ou Serviço de Manutenção”.

Após análise preliminar do requerimento, a ANAC encaminha ao operador do aeródromo ofício informando todos os documentos que devem ser apresentados após a conclusão das obras, visando à aprovação da infraestrutura. Nesse ofício, é apresentado em anexo o Escopo de Verificação de Infraestrutura, que deve ser preenchido pelo operador e apresentado à ANAC juntamente com os demais documentos solicitados.

O Escopo de Verificação de Infraestrutura é uma planilha estruturada com campos padronizados e apresenta ao menos quatro colunas. A Figura 1 ilustra trecho da planilha encaminhada pela ANAC ao operador.

ESCOPO DE VERIFICAÇÃO DE PROCESSO DE INSCRIÇÃO NO CADASTRO		Aeródromo:	Aeroporto Modelo (UF)																													
Processo ANAC nº: 00058.XXXXX.202X-XX		Aeronave Crítica:	3C																													
		Condição Operacional:	RWY 10/28: VFR diurno e noturno																													
Gerência Técnica de Engenharia Aeropormária - GTE4/GCOP/SL4																																
	Verificação	RWY 01/19	Observações																													
154.111 – Resistência de Pavimentos																																
154.111 – Resistência de pavimentos (a) A resistência, ou capacidade de suporte, de um pavimento deve ser aferida e divulgada, observado o disposto em regulamento específico para a manutenção em aeródromos;	Documental		Relatório Técnico de Resistência do Pavimento																													
154.111 – Resistência de pavimentos (b) Devem ser observados os seguintes padrões mínimos: (1) a resistência de pavimentos destinados a aeronaves com peso de rampa superior a 5.700 kg deve ser divulgada utilizando-se o método ACN/PCN; e (2) a resistência de pavimentos destinados a aeronaves com peso de rampa igual ou inferior a 5.700 kg deve ser divulgada informando-se o peso máximo permitido da aeronave e a pressão máxima permitida dos pneus.	Documental		Relatório Técnico de Resistência do Pavimento																													
154.201 – Pistas de pouso e decolagem																																
154.201 – Pistas de pouso e decolagem (d) Largura de pistas de pouso e decolagem A largura de uma pista de pouso e decolagem não deve ser inferior à dimensão apropriada especificada na seguinte tabela:																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Número do código</th> <th colspan="4">Largura mínima entre as rodas do ponto de pouso principal (m/ft)</th> </tr> <tr> <th>menor que 4,5 m / 14 ft e menor que 5,0 m</th> <th>menor que 4,5 m e maior que 5,0 m</th> <th>menor que 6,0 m e maior que 6,0 m</th> <th>menor que 6,0 m e maior que 6,0 m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2*</td> <td>18 m</td> <td>18 m</td> <td>23 m</td> <td>23 m</td> </tr> <tr> <td>2*</td> <td>23 m</td> <td>23 m</td> <td>30 m</td> <td>30 m</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>30 m</td> <td>30 m</td> <td>37 m</td> <td>37 m</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>37 m</td> <td>37 m</td> <td>45 m</td> <td>45 m</td> </tr> </tbody> </table> <p>* A largura de uma pista de aproximação de pouso não deve ser inferior a 30 m quando o sistema de código for 1 ou 2.</p>				Número do código	Largura mínima entre as rodas do ponto de pouso principal (m/ft)				menor que 4,5 m / 14 ft e menor que 5,0 m	menor que 4,5 m e maior que 5,0 m	menor que 6,0 m e maior que 6,0 m	menor que 6,0 m e maior que 6,0 m	2*	18 m	18 m	23 m	23 m	2*	23 m	23 m	30 m	30 m	3	30 m	30 m	37 m	37 m	4	37 m	37 m	45 m	45 m
Número do código	Largura mínima entre as rodas do ponto de pouso principal (m/ft)																															
	menor que 4,5 m / 14 ft e menor que 5,0 m	menor que 4,5 m e maior que 5,0 m	menor que 6,0 m e maior que 6,0 m	menor que 6,0 m e maior que 6,0 m																												
2*	18 m	18 m	23 m	23 m																												
2*	23 m	23 m	30 m	30 m																												
3	30 m	30 m	37 m	37 m																												
4	37 m	37 m	45 m	45 m																												
	Inspeção																															
154.201 – Pistas de pouso e decolagem (f) Declividades em pistas de pouso e decolagem (1) As declividades de Pista de Pouso e Decolagem devem: (i) garantir, principalmente no que concerne às mudanças abruptas ou reversões bruscas de declividade, a integridade estrutural da aeronave considerando-se os efeitos da carga dinâmica quando em operações em alta velocidade; (ii) permitir drenagem adequada; (iii) permitir que as operações das aeronaves ocorram de maneira estabilizada; (iv) não afetar o sinal dos auxílios à navegação aérea.																																
	Documental		Desenho de estaqueamento; Planilha com os dados planialtimétricos; Planilha com curvas de nível; Desenhos topográficos de perfil longitudinal e seções transversais; Relatório fotográfico e/ou vídeos – declividades.																													
IS nº 154-002 - 6.2. Pistas de pouso e decolagem 6.2.1 (FC 154.201)(II) – As declividades da pista de pouso e decolagem devem obedecer aos seguintes parâmetros: Declividades longitudinais 6.2.1.1 A declividade longitudinal, computada dividindo-se a diferença entre a elevação máxima e a mínima ao longo do eixo da pista de pouso e decolagem pelo comprimento dessa pista, não deve exceder: 6.2.1.1.1 por cento, onde o número de código for 3 ou 4; e 6.2.1.1.2 por cento, onde o número de código for 1 ou 2.																																
	Documental		Desenho de estaqueamento; Planilha com os dados planialtimétricos; Planilha com curvas de nível; Desenhos topográficos de perfil longitudinal e seções transversais; Relatório fotográfico e/ou vídeos – declividades.																													

Figura 1. Exemplo de Escopo de Verificação de Infraestrutura encaminhado pela ANAC ao operador.

A primeira coluna da planilha lista os requisitos do RBAC nº 154 ou os itens de Instruções Suplementares – IS ao RBAC nº 154 aplicáveis às infraestruturas em análise.

A segunda coluna da planilha indica se a verificação do requisito ou do item da IS se dará por meio de inspeção realizada *in loco*, quando preenchida por “Inspeção”, ou se será por meio de documentos a serem enviados pelo operador de aeródromo no processo, quando preenchida por “Documental”.

A terceira coluna da planilha diz respeito à infraestrutura em análise, como por exemplo “RWY 01/19”, “TWY A”, “Pátio” etc. Os campos (células) dessa coluna devem ser preenchidos pelo operador com “Conforme”, “Não conforme” ou “Não se aplica”, quando o requisito do RBAC nº 154 ou o item da IS a que faz referência é cumprido, não é cumprido ou não é aplicável, respectivamente. Há uma coluna desse tipo para cada infraestrutura avaliada. Por exemplo, se estiverem sendo avaliadas as Pistas de Táxi A, B e C, haverá uma coluna referente à “TWY A”, outra à “TWY B” e mais uma referente à “TWY C”.

A última coluna da planilha é o campo “Observações”, em que são descritos os documentos que o operador pode apresentar para comprovar o cumprimento do requisito do RBAC nº 154 (ou item da IS) a que faz referência.

Quando do preenchimento do Escopo de Verificação de Infraestrutura, caso o requisito tenha sido considerado pelo operador como “Conforme”, este deve descrever no campo “Observações” (última coluna) os documentos em que constam a comprovação do cumprimento do requisito. Caso a avaliação do operador tenha sido “Não conforme” ou “Não se Aplica”, este deve explicar no campo “Observações” o(s) motivo(s) do não cumprimento ou da não aplicabilidade do requisito. Além disso, podem ser acrescentadas, no campo “Observações”, outras informações que o operador julgar necessárias. A Figura 2 ilustra trecho do Escopo de Verificação de Infraestrutura preenchido pelo operador.

ESCOPO DE VERIFICAÇÃO DE PROCESSO DE INSCRIÇÃO NO CADASTRO		Aeródromo:	Aeroporto Modelo (UF)																													
Processo ANAC nº: 00058.XXXXX/202X-XX		Aeronave Crítica:	3C																													
		Condição Operacional:	RWY 10/28: VFR diurno e noturno																													
Gerência Técnica de Engenharia Aeroportuária - GTE4/GCOP/SLA																																
	Verificação	RWY 01/19	Observações																													
154.111 – Resistência de Pavimentos																																
154.111 – Resistência de pavimentos (A) A resistência, ou capacidade de suporte, de um pavimento deve ser aferida e divulgada, observado o disposto em regulamento específico para a manutenção em aeródromos.	Documental	Conforme	Relatório Técnico de Resistência - RWY 01/19.pdf																													
154.111 – Resistência de pavimentos (B) Devem ser observados os seguintes padrões mínimos: (1) a resistência de pavimentos destinados a aeronaves com peso de rampa superior a 5.700 kg deve ser divulgada utilizando-se o método ACN/PCN; e (2) a resistência de pavimentos destinados a aeronaves com peso de rampa igual ou inferior a 5.700 kg deve ser divulgada informando-se o peso máximo permitido da aeronave e a pressão máxima permitida dos pneus.	Documental	Conforme	Relatório Técnico de Resistência - RWY 01/19.pdf																													
154.201 – Pistas de pouso e decolagem																																
154.201 – Pistas de pouso e decolagem (A) Largura de pistas de pouso e decolagem não deve ser inferior à dimensão apropriada especificada na seguinte tabela:																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Número do código</th> <th colspan="4">Largura mínima entre os eixos do eixo de pouso principal (m/ft)(1)</th> </tr> <tr> <th>menor que 4,5 m (15 ft)</th> <th>entre 4,5 m e maior que 9 m (15 ft)</th> <th>entre 9 m e maior que 15 m (30 ft)</th> <th>entre 15 m e maior que 23 m (30 ft)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1^o</td> <td>18 m</td> <td>18 m</td> <td>23 m</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2^o</td> <td>23 m</td> <td>23 m</td> <td>23 m</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>3^o</td> <td>23 m</td> <td>23 m</td> <td>23 m</td> <td>23 m</td> </tr> <tr> <td>4^o</td> <td>23 m</td> <td>23 m</td> <td>23 m</td> <td>23 m</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>1 - A largura de uma pista de aproximação de precisão não deve ser inferior a 30 m quando o sistema de código for 1 ou 2.</small></p>	Número do código	Largura mínima entre os eixos do eixo de pouso principal (m/ft)(1)				menor que 4,5 m (15 ft)	entre 4,5 m e maior que 9 m (15 ft)	entre 9 m e maior que 15 m (30 ft)	entre 15 m e maior que 23 m (30 ft)	1 ^o	18 m	18 m	23 m	-	2 ^o	23 m	23 m	23 m	-	3 ^o	23 m	23 m	23 m	23 m	4 ^o	23 m	23 m	23 m	23 m	Inspecção	Conforme	Desenho "as built" - sinalização horizontal.pdf Desenho "as built" - sinalização horizontal.dwg
Número do código		Largura mínima entre os eixos do eixo de pouso principal (m/ft)(1)																														
	menor que 4,5 m (15 ft)	entre 4,5 m e maior que 9 m (15 ft)	entre 9 m e maior que 15 m (30 ft)	entre 15 m e maior que 23 m (30 ft)																												
1 ^o	18 m	18 m	23 m	-																												
2 ^o	23 m	23 m	23 m	-																												
3 ^o	23 m	23 m	23 m	23 m																												
4 ^o	23 m	23 m	23 m	23 m																												
154.201 – Pistas de pouso e decolagem (B) Declividades em pistas de pouso e decolagem (1) As declividades de Pista de Pouso e Decolagem devem: (i) garantir, principalmente no que concerne às mudanças abruptas ou reversões bruscas de declividade, a integridade estrutural da aeronave considerando-se os efeitos da carga dinâmica quando em operações em alta velocidade; (ii) permitir drenagem adequada; (iii) permitir que as operações das aeronaves ocorram de maneira estabilizada; (iv) não afetar o sinal dos auxílios à navegação aérea.	Documental	Conforme	Desenho de estaqueamento.pdf; Dados planialtimétricos.xlsx; Curvas de nível.dwg; Perfil longitudinal_parte 1.pdf Perfil longitudinal_parte 2.pdf Seções transversais.pdf; Relatório fotográfico de declividades.pdf.																													
IS nº 154-002 - 6.2. Pistas de pouso e decolagem 6.2.1 [FC 154.20(b)(1)] - As declividades da pista de pouso e decolagem devem obedecer aos seguintes parâmetros: Declividades longitudinais 6.2.1.1 A declividade longitudinal, computada dividindo-se a diferença entre a elevação máxima e a mínima ao longo do eixo da pista de pouso e decolagem pelo comprimento dessa pista, não deve exceder: 6.2.1.1.1 por cento, onde o número de código for 3 ou 4, e 6.2.1.1.2 por cento, onde o número de código for 1 ou 2.	Documental	Conforme	Desenho de estaqueamento.pdf; Dados planialtimétricos.xlsx; Curvas de nível.dwg; Perfil longitudinal_parte 1.pdf Perfil longitudinal_parte 2.pdf Seções transversais.pdf; Relatório fotográfico de declividades.pdf.																													

Figura 2. Exemplo de Escopo de Verificação de Infraestrutura preenchido pelo operador.

3.2 TIPOS DE EVIDÊNCIA

A Tabela 1 apresenta a lista de evidências esperadas para comprovação de cumprimento de requisitos regulamentares de projeto, de acordo com o aspecto avaliado e conforme aplicável em cada caso. Também descreve o formato em que os arquivos devem ser enviados à ANAC. Informações mais detalhadas a respeito de cada documento serão apresentadas no item de Orientações Específicas deste Guia.

Tabela 1. Lista de documentos e evidências para aprovação de infraestrutura

Lista de documentos e evidências para aprovação de infraestrutura.			
Requisitos do RBAC nº 154	Aspecto	Documento / Evidência	Formato dos arquivos
Características Físicas	Geometria	Desenho "as built" das infraestruturas	".pdf" e ".dwg"
Características Físicas	Geometria	Desenho com a simulação de taxiamento das aeronaves	".pdf" e ".dwg"
Características Físicas	Geometria	Relatório fotográfico e/ou vídeos – geometria	".pdf" ou ".jpeg", ".png", ".mp4", ".m4v", ".wmv", ".avi", ".mov"
Características Físicas	Resistência de Pavimentos	Relatório Técnico de Resistência do Pavimento	".pdf"
Características Físicas	Resistência de Áreas de Segurança Não Pavimentadas	Relatório Técnico de Capacidade de Suporte de faixa preparada e de RESA	".pdf"
Características Físicas	Superfície de Pavimentos	Relatório de Irregularidade Longitudinal (<i>International Roughness Index – IRI</i>)	".pdf"
Características Físicas	Superfície de Pavimentos	Relatório de Medição de Profundidade de Macrotextura	".pdf"
Características Físicas	Superfície de Pavimentos	Relatório de Medição de Coeficiente de Atrito	".pdf"
Características Físicas	Declividades	Desenho de estaqueamento	".pdf" e ".dwg"
Características Físicas	Declividades	Planilha com os dados planialtimétricos	".xls" ou ".xlsx"
Características Físicas	Declividades	Planta com curvas de nível	".pdf" e ".dwg"
Características Físicas	Declividades	Desenhos topográficos de perfil longitudinal e seções transversais	".pdf" e ".dwg"
Características Físicas	Declividades	Relatório fotográfico e/ou vídeos – declividades	".pdf" ou ".jpeg", ".png", ".mp4", ".m4v", ".wmv", ".avi", ".mov"
Características Físicas	Objetos e Nivelamento das Áreas de Segurança	Relação de objetos inseridos nas áreas de segurança	".pdf" ou ".xls", ".xlsx"

Lista de documentos e evidências para aprovação de infraestrutura.			
Requisitos do RBAC nº 154	Aspecto	Documento / Evidência	Formato dos arquivos
Características Físicas	Objetos e Nivelamento das Áreas de Segurança	Planta de localização dos objetos	".pdf" e ".dwg"
Características Físicas	Objetos e Nivelamento das Áreas de Segurança	Relatório fotográfico e/ou vídeos – objetos e nivelamento	".pdf" ou ".jpeg", ".png", ".mp4", ".m4v", ".wmv", ".avi", ".mov"
Características Físicas	Objetos e Nivelamento das Áreas de Segurança	Desenhos explicativos	".pdf"
Auxílios Visuais para Navegação	Sinalização Horizontal	Desenho " <i>as built</i> " das sinalizações horizontais	".pdf" e ".dwg"
Auxílios Visuais para Navegação	Sinalização Horizontal	Relatório fotográfico e/ou vídeos – SH	".pdf" ou ".jpeg", ".png", ".mp4", ".m4v", ".wmv", ".avi", ".mov"
Auxílios Visuais para Navegação	Sinalização Luminosa	Desenho " <i>as built</i> " das sinalizações luminosas	".pdf" e ".dwg"
Auxílios Visuais para Navegação	Sinalização Luminosa	Relatório de fotográfico e/ou vídeos – SL	".pdf" ou ".jpeg", ".png", ".mp4", ".m4v", ".wmv", ".avi", ".mov"
Auxílios Visuais para Navegação	Sinalização Luminosa	Declaração ou manual de fabricante que ateste a frangibilidade das sinalizações luminosas	".pdf"
Auxílios Visuais para Navegação	Sinalização Vertical	Relatório de características das sinalizações verticais	".pdf"
Auxílios Visuais para Navegação	Sinalização Vertical	Desenho " <i>as built</i> " das sinalizações verticais	".pdf" e ".dwg"
Auxílios Visuais para Navegação	Sinalização Vertical	Declaração ou manual de fabricante que ateste a frangibilidade das sinalizações verticais	".pdf"
Auxílios Visuais para Navegação	Indicador de Direção de Vento	Desenho " <i>as built</i> " do indicador de direção de vento	".pdf" e ".dwg"
Auxílios Visuais para Navegação	Indicador de Direção de Vento	Relatório fotográfico e/ou vídeos – IDV	".pdf" ou ".jpeg", ".png", ".mp4", ".m4v", ".wmv", ".avi", ".mov"
Auxílios Visuais para Navegação	Indicador de Direção de Vento	Declaração ou manual de fabricante que ateste a frangibilidade do indicador	".pdf"
Auxílios Visuais para Navegação	Farol do Aeródromo	Desenho " <i>as built</i> " indicando a localização do farol do aeródromo ou suas coordenadas geográficas e sua distância em relação ao eixo da pista de pouso e decolagem	".pdf"
Auxílios Visuais para Navegação	Farol do Aeródromo	Vídeo do farol do aeródromo	".mp4", ".m4v", ".wmv", ".avi", ".mov"

Lista de documentos e evidências para aprovação de infraestrutura.			
Requisitos do RBAC nº 154	Aspecto	Documento / Evidência	Formato dos arquivos
Sistemas Elétricos	Sistemas Elétricos	Descrição sobre o funcionamento dos sistemas elétricos	".pdf"
Sistemas Elétricos	Sistemas Elétricos	Diagramas de fornecimento de energia a partir das fontes primárias e secundárias	".pdf"
Sistemas Elétricos	Sistemas Elétricos	Diagramas unifilares que retratem a distribuição das cargas e os circuitos dos auxílios visuais	".pdf"
Sistemas Elétricos	Sistemas Elétricos	Relatório fotográfico e/ou vídeos das fontes de energia	".pdf" ou ".jpeg", ".png", ".mp4", ".m4v", ".wmv", ".avi", ".mov"
Sistemas Elétricos	Sistemas Elétricos	Relatório em vídeo de teste de tempo de comutação	".mp4", ".m4v", ".wmv", ".avi", ".mov"
Frangibilidade	Frangibilidade	Relatório fotográfico	".pdf" ou ".jpeg", ".png"
Frangibilidade	Frangibilidade	Declaração, manual do fabricante que ateste de frangibilidade	".pdf"

Além dos documentos e das evidências indicados na Tabela 1, o operador deve apresentar o Escopo de Verificação de Infraestrutura preenchido, bem como outros documentos solicitados no processo, como cópia da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) de execução da obra ou serviço e do respectivo comprovante de pagamento junto ao CREA.

Cabe ressaltar que a atividade técnica que consta na ART deve descrever a execução de obras ou serviços compatíveis com as infraestruturas a serem avaliadas.

O envio de outros documentos pode ser necessário, sendo indispensável observar o disposto na Portaria nº 3.352/SIA, de 30 outubro de 2018, ou outra que vier substituí-la.

3.3 APRESENTAÇÃO DAS EVIDÊNCIAS

A apresentação de documentos e evidências se dá por meio do protocolo eletrônico da ANAC, que utiliza o Sistema Eletrônico de Informações – SEI.

O protocolo de documentos no SEI deve ser feito por usuários externos previamente cadastrados. Maiores informações e orientações sobre o uso do protocolo eletrônico estão disponíveis em <https://www.gov.br/anac/pt-br/sistemas/protocolo-eletronico-sei>.

Nos processos de aprovação de infraestrutura, o envio de arquivos deve ser feito por meio de peticionamento eletrônico, quando um novo processo é criado, ou por meio de peticionamento

intercorrente, quando feito em processo já existente de alteração ou inscrição cadastral. Em ambos os casos, o protocolo dos arquivos deve ser feito por pessoa previamente cadastrada como responsável qualificado pelo operador do aeródromo, conforme art. 2º, §1º, da Portaria nº 3.352/SIA, de 30 de outubro de 2018.

No SEI, o somatório de todos os arquivos de um mesmo petição eletrônico não deve ultrapassar 100 Mb. Além disso, alguns formatos de arquivo podem não ser aceitos pelo SEI. Por isso, recomenda-se o uso de pastas compactadas, no formato “.zip” ou “.rar”, que possibilitem o agrupamento de diversos documentos e suas pastas em um único arquivo, reduzindo o tamanho total de arquivos.

Além disso, visando à eficiência e à celeridade da análise pela ANAC, recomenda-se que os arquivos sejam compactados de forma organizada em pastas e subpastas e que a nomenclatura dos arquivos facilite a sua identificação.

Sugerem-se dois critérios de organização dos arquivos em pastas e subpastas:

- Pelo aspecto regulamentar, de acordo com a segunda coluna da Tabela 1; ou
- Pelo elemento de infraestrutura, como “PPD 10-28”, “Pista de táxi A”, “Pista de táxi B”, “Pátio” etc.

A seguir, são apresentados dois exemplos de organização dos arquivos em pastas, um utilizando o critério do aspecto regulamentar (Figura 3) e outro utilizando o critério do elemento de infraestrutura (Figura 4).

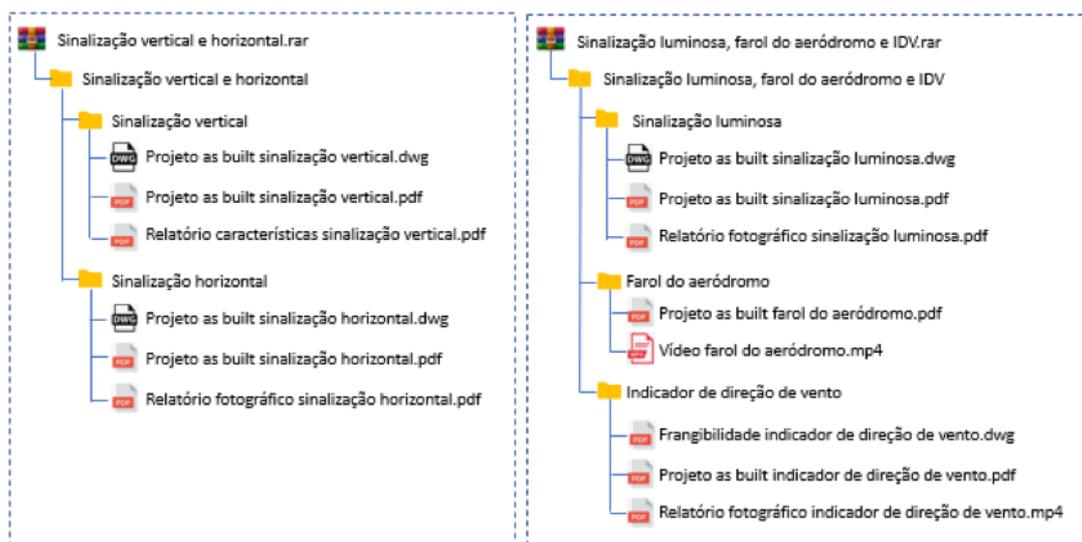


Figura 3. Exemplo de envio de evidências, organizadas por aspecto regulamentar, dividido em dois petiçãoamentos: “Sinalização vertical e horizontal.zip” e “Sinalização luminosa, farol do aeródromo e IDV.zip”.

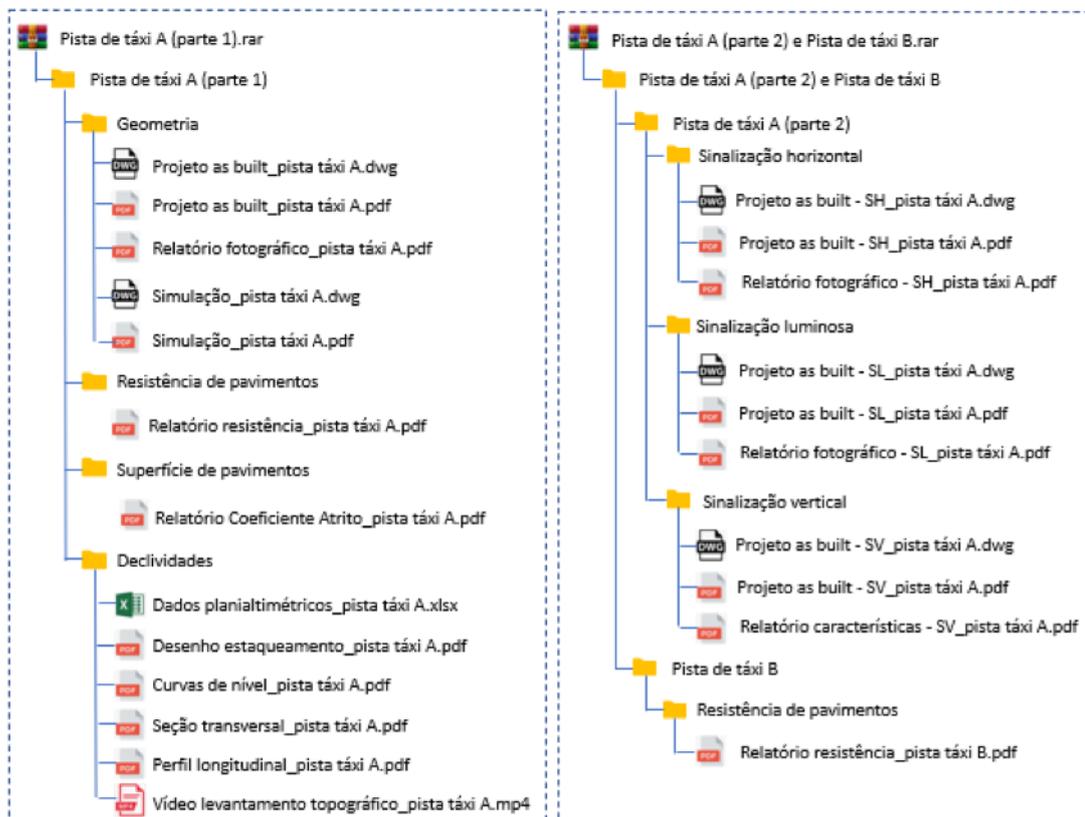


Figura 4. Exemplo de envio de evidências, organizadas por elemento de infraestrutura, dividido em dois petições: "Pista de táxi A (parte 1).zip" e "Pista de táxi A (parte 2) e Pista de táxi B.zip".

Em relação à nomenclatura dos arquivos, sugere-se que sejam utilizados nomes que se assemelham àqueles indicados na terceira coluna da Tabela 1. Nomes extensos devem ser evitados, de forma a reduzir o risco de corromper o arquivo. Ademais, o operador pode apresentar tabela de lista de documentos, relacionando o nome de cada arquivo ao conteúdo.

A compactação dos arquivos em pastas reduz consideravelmente o número de arquivos na árvore do SEI, o que reduz a extensão do processo e facilita a realização de pesquisa. Nesse sentido, recomenda-se que o maior número possível de arquivos seja agrupado em uma mesma pasta, desde que as subpastas estejam devidamente organizadas, reduzindo conseqüentemente o número de protocolos e Recibos Eletrônicos de Protocolo do SEI.

Caso o operador tenha interesse de enviar arquivo com tamanho superior a 100 Mb, como arquivos de vídeo com alta resolução, é possível a disponibilização desse arquivo por meio de um serviço de nuvem, tal como *Google Drive*, *Dropbox*, *iCloud*, entre outros.

O compartilhamento de arquivos na nuvem oferece a vários usuários acesso simultâneo a um conjunto de arquivos na nuvem. A segurança desse compartilhamento é gerenciada com permissões de usuários que podem acessar os arquivos, permitindo aos administradores desses arquivos o controle de acesso aos arquivos ali compartilhados.

O acesso a esse compartilhamento normalmente ocorre por meio de um endereço eletrônico (*link*), o qual deve ser informado à ANAC por meio de carta ou ofício protocolado eletronicamente dentro do processo SEI. Caso o acesso ao *link* ocorra mediante senha, esta deve ser informada na mesma comunicação.

Os arquivos recebidos por meio de compartilhamento em nuvem serão arquivados em mídia digital nos arquivos da Gerência Técnica de Engenharia Aeroportuária – GTEA/GCOP/SIA e serão identificados por meio de um Termo de Guarda de Mídia dentro do processo SEI.

4. ORIENTAÇÕES ESPECÍFICAS

4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

A Subparte C do RBAC nº 154 define os requisitos de projeto de aeródromos associados às características físicas de pistas de pouso e decolagem, pistas de táxi, áreas de giro, áreas de segurança (faixa de pista e faixa preparada de pista de pouso e decolagem, área de segurança de fim de pista – RESA, faixa nivelada e faixa de pista de táxi), zonas de parada (*stopway*), zonas desimpedidas (*clearway*) e pátios de estacionamento de aeronaves.

Além disso, a Instrução Suplementar (IS) nº 154-002 detalha, orienta e esclarece a aplicação de requisitos atinentes às características físicas de aeródromos contidos na Subparte C do RBAC nº 154.

A avaliação das características físicas das infraestruturas envolve a verificação dos seguintes aspectos:

- Geometria;
- Resistência de pavimentos;
- Resistência de áreas de segurança não pavimentadas;
- Superfície de pavimentos;
- Declividades; e
- Objetos e nivelamento das áreas de segurança.

Nas seções seguintes deste Guia, serão apresentados, para cada um dos aspectos regulamentares envolvidos, os documentos recomendados para evidenciar as características físicas das infraestruturas construídas, bem como orientações acerca do conteúdo e da forma de apresentação das informações.

4.1.1 GEOMETRIA

De forma geral, quando se fala de requisitos regulamentares relativos aos aspectos geométricos das infraestruturas, a análise está restrita às dimensões (largura e/ou comprimento) das infraestruturas em um plano horizontal e à disposição dessas infraestruturas na área operacional. A avaliação das declividades (altimetria) das infraestruturas não está contemplada no aspecto geometria, será tratada no item 4.1.5 deste Guia.

Portanto, no que concerne ao aspecto geométrico, para verificação da conformidade das infraestruturas com os requisitos regulamentares de projeto de aeródromos, o operador do aeródromo deve apresentar as seguintes evidências:

- a) Desenho “*as built*” das infraestruturas;
- b) Desenho com a simulação de taxiamento das aeronaves;
- c) Relatório fotográfico e/ou vídeos – geometria.

O Desenho “*as built*” é a representação gráfica exata das infraestruturas após construídas. Visando à eficiência e à celeridade da análise, é recomendado que o desenho “*as built*” indique algumas cotas (dimensões e distâncias) relevantes, considerando a infraestrutura analisada, conforme aplicável ao caso concreto:

- Pista de Pouso e Decolagem
 - Largura¹ e comprimento da pista;
 - Distância entre eixos de pistas de pouso e decolagem paralelas, caso haja pistas paralelas;
 - Largura dos acostamentos da pista;
 - Largura e comprimento da faixa preparada e da faixa de pista;
 - Largura e comprimento de eventuais zonas desimpedidas (*clearways*);
 - Largura e comprimento de eventuais zonas de parada (*stopways*);
 - Largura e comprimento das áreas de segurança de fim de pista (RESA);
 - Largura e comprimento da plataforma contra jato motor (*blast pad*);
 - Configuração de áreas de giro, incluindo a informação do raio de giro, distância entre a borda da pista de pouso e decolagem e o eixo da área de giro, distância entre a borda da pista de pouso e decolagem e a borda da área de giro e largura do acostamento da área de giro.

- Pistas de táxi
 - Largura² da pista de táxi, em trechos retilíneos e em curvas, com apresentação da configuração de eventuais filetes (*fillets*);
 - Largura dos acostamentos, em trechos retilíneos e em curvas;
 - Largura da faixa nivelada;
 - Largura da faixa de pista de táxi;
 - Distância entre eixos de pista de táxi e pista de pouso e decolagem paralelas;
 - Distância entre eixos de pistas de táxi paralelas;
 - Distância entre eixo de pista de táxi e objetos;
 - Distância entre posição de espera de pista de pouso e decolagem e eixo da pista de pouso e decolagem;

1 Medida entre as bordas externas (e não entre os centros das bordas ou entre as bordas internas) da sinalização horizontal de borda de pista de pouso e decolagem.

2 Medida entre as bordas externas (e não entre os centros das bordas ou entre as bordas internas) da sinalização horizontal de faixa lateral de pista de táxi.

- Distância entre posição intermediária de espera de pista de táxi e eixo da pista de táxi que a intercepta;
 - Em caso de pista de táxi de saída rápida, devem ser indicados, ainda, o raio de curva de saída, o ângulo de intersecção e o comprimento da parte retilínea da pista de táxi;
 - Caso haja trechos de pistas de táxi localizados em pontes ou viadutos, devem ser indicados, ainda, a largura da ponte ou viaduto capaz suportar as aeronaves e o comprimento retilíneo da pista de táxi que antecede e sucede a ponte ou o viaduto.
- Pátios de aeronaves
 - Dimensões do perímetro e área;
 - Distância entre posições de aeronaves adjacentes;
 - Afastamento mínimo entre aeronaves ou entre aeronaves e objetos (ou obstáculos) em posições de estacionamento adjacentes;
 - Distância entre pista de táxi de pátio e eventuais objetos, incluindo aeronaves estacionadas e linhas de segurança;
 - Distância entre pistas de táxi de acesso de estacionamento e eventuais objetos, incluindo aeronaves estacionadas e linhas de segurança.

O desenho com a simulação de taxiamento das aeronaves deve apresentar a trajetória das aeronaves críticas taxiando pelos eixos das áreas de giro e das pistas de táxi e na entrada e na saída de posições de estacionamento, evidenciando:

- A projeção da trajetória das rodas externas do trem de pouso principal da aeronave:
 - Áreas de giro e pistas de táxi, incluindo pistas de táxi localizadas próximas à borda de pátio de aeronaves;
- A projeção da trajetória do motor externo de aeronaves a jato, quando a nacele estiver mais distante das rodas externas do trem de pouso principal do que o afastamento mínimo de segurança das rodas externas do trem de pouso principal:
 - Áreas de giro;
- A projeção da trajetória da ponta das asas das aeronaves:
 - Na entrada e na saída de posições de estacionamento (nas linhas de entrada, virada e saída).

Importante esclarecer que a expressão “aeronave crítica” aqui empregada não está associada a uma aeronave específica que opera no aeródromo. Deve ser levado em consideração o requisito regulamentar avaliado em cada caso, uma vez que a aeronave que apresenta a maior envergadura

não necessariamente é a mesma que apresenta maior distância entre as rodas externas do trem de pouso principal e assim por diante. Além disso, cabe salientar que a exigência de *fillets* não está associada apenas à distância entre as rodas externas do trem de pouso principal, mas também à base de rodas (distância entre o trem de pouso de nariz e o trem de pouso principal), ao ângulo de guiagem da aeronave etc. Por isso, recomenda-se que seja apresentada a simulação do conjunto de aeronaves mais exigentes em cada caso.

A Figura 5 apresenta exemplo de desenho com a simulação de taxiamento da aeronave A321neo (largura externa do trem de pouso principal igual a 8,97 m e base de rodas igual a 16,90 m) pela pista de táxi, cujo afastamento de segurança, definido na Tabela C-3 do RBAC nº 154, é de 3 m. A linha vermelha indica a trajetória das rodas externas do trem de pouso principal da aeronave. A linha azul está a 3 m da linha vermelha, indicando o afastamento de segurança das rodas do trem pouso principal. Assim, para comprovar a conformidade com o requisito, a linha azul deve estar entre as bordas da pista de táxi.

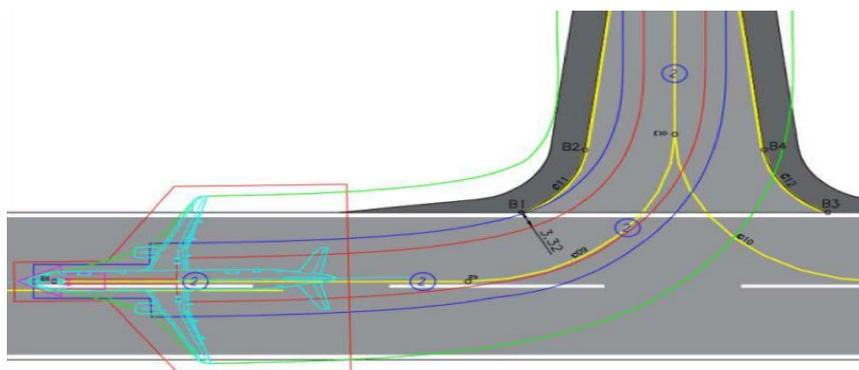


Figura 5. Desenho com a simulação de taxiamento da aeronave crítica na pista de táxi.

Note, na Figura 5, que o afastamento entre a roda externa do trem pouso principal da aeronave e a borda da pista de táxi no ponto crítico da curva é de 3,32 m, maior que o afastamento mínimo de segurança.

A Figura 6 mostra exemplo de desenho com a simulação de taxiamento da mesma aeronave (A321neo) pela área de giro, cujo afastamento de segurança, definido na Tabela C-2 do RBAC nº 154, é de 3 m. A linha vermelha indica a trajetória das rodas externas do trem de pouso principal da aeronave. A linha azul está a 3 m da linha vermelha, indicando o afastamento de segurança das rodas externas do trem de pouso principal. A linha azul deve estar entre as bordas da área de giro para comprovar a conformidade com o requisito.

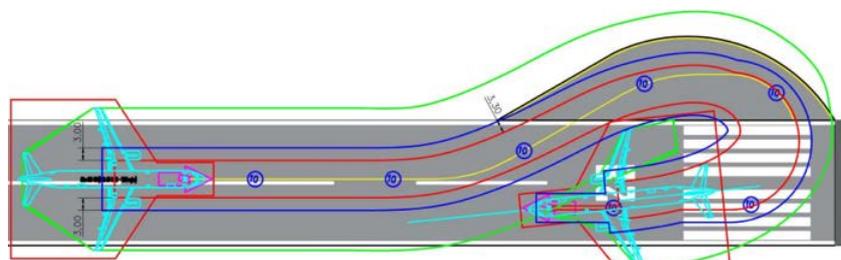


Figura 6. Desenho com a simulação de taxiamento da aeronave crítica na área de giro.

Note, na Figura 6, que o afastamento entre a roda externa do trem pouso da aeronave e a borda da área de giro no ponto crítico é de 3,30 m, maior que o afastamento mínimo de segurança. Além disso, a linha azul está mais distante das rodas externas do trem de pouso principal que a nacele, o que dispensa o envio de desenho de simulação da projeção da trajetória do motor externo da aeronave sobre a área de giro.

Por fim, deve ser apresentado relatório fotográfico e/ou vídeos evidenciando a geometria das infraestruturas. Em função das grandes dimensões envolvidas, recomenda-se que sejam apresentadas imagens aéreas que permitam a visualização da infraestrutura de forma abrangente e que possibilitem a comparação da ordem de grandeza das dimensões da infraestrutura analisada com as dimensões de outras infraestruturas adjacentes ou infraestruturas pré-existentes, cujas dimensões sejam conhecidas.

A apresentação de imagens registradas próximo ao nível da superfície da infraestrutura não são recomendadas para evidenciar aspectos geométricos das infraestruturas, pois, na maioria das vezes, são pouco representativas.

Adiante, são apresentados exemplos de imagens aéreas para evidenciar aspectos geométricos de pistas de táxi de acesso a estacionamento de aeronaves e pista de pouso e decolagem.



Figura 7. Imagens aéreas para avaliação geométrica das infraestruturas.

4.1.2 RESISTÊNCIA DE PAVIMENTOS

Para verificação da resistência (capacidade de suporte) dos pavimentos revestidos das pistas de pouso e decolagem, das áreas de giro, das pistas de táxi e dos pátios de estacionamento de aeronaves, o operador do aeródromo deve apresentar Relatório Técnico de Resistência do Pavimento, utilizando a metodologia conhecida como “método ACN-PCN”, preconizada pela Organização da Aviação Civil Internacional.

Nesse método, o valor do PCN (Número de Classificação do Pavimento) expressa a capacidade de carga de um pavimento e é comparado com o ACN (Número de Classificação da Aeronave), que expressa o efeito relativo de uma aeronave com uma determinada carga.

Orientações sobre o cálculo de PCN de pavimentos aeroportuários usando o software COMFAA 3.0 estão disponíveis no sitio da ANAC em <https://www.gov.br/anac/pt-br/centrais-de-conteudo/aeroportos-e-aerodromos/manuais-e-cartilhas/manual-de-calculo-de-pcn-de-pavimentos-aeroportuarios-usando-o-comfaa-3.0/view>.

Devem ser observadas, ainda, as orientações para aplicação do “Método ACN-PCN” previstas na Instrução Suplementar (IS) nº 153.103-001 – Revisão A.

O Relatório Técnico de Resistência do Pavimento deve contemplar as seguintes informações para cada infraestrutura (pista de pouso e decolagem, pista de táxi e pátio de aeronaves):

- Metodologia utilizada para o ensaio do pavimento (se ensaio destrutivo ou não destrutivo);
- Quadro resumo dos levantamentos de campo realizados (geotécnicos, FWD, HWD, GPR, entre outros);
- Locais da infraestrutura onde foram realizados os ensaios, indicando coordenadas geográficas;
- Imagens que evidenciem a realização dos ensaios;
- Caracterização do pavimento – estrutura física (espessuras, tipos dos materiais e suas propriedades);
- Resultados dos ensaios realizados, incluindo o valor do CBR e o módulo de elasticidade das camadas e do subleito, no caso de pavimento flexível, ou o valor “k” e o módulo de elasticidade das camadas e do subleito, no caso de pavimento rígido;
- Tela da planilha de apoio do *software* COMFAA 3.0 preenchida, conforme o exemplo da Figura 8 adiante;
- *Mix* de aeronaves com a respectivas informações de peso máximo, pressão dos pneus, número esperado de decolagens anuais e configuração do trem de pouso;
- Caso alguma aeronave do *mix* não exista no grupo de fabricantes disponível na biblioteca do *software* COMFAA 3.0, deve ser informado a aeronave genérica selecionada no sistema, indicando os valores utilizados de peso máximo e pressão dos pneus;
- Configuração da pista de pouso e decolagem e pistas de táxi, se as aeronaves são abastecidas no aeródromo ou não, e o valor considerado inicialmente para a variável P/TC (*passes to traffic cycle*);
- Tela contendo o resultado da análise inicial realizada pelo COMFAA 3.0, conforme a Figura 9;
- Valor do CDF (*Cumulative Damage Factor* – Fator de Danos Acumulados) e a vida útil estimada do pavimento;
- Em caso de novas iterações para cálculo do PCN, informar os ajustes realizados no valor do P/TC ou no número de decolagens anuais e apresentar a tela com o resultado da análise realizada pelo COMFAA 3.0 para cada iteração realizada;
- Análise técnica dos resultados encontrados em cada iteração;

- Responsável pelo Relatório Técnico de Resistência do Pavimento; e
- Documento comprobatório de responsabilidade técnica (ART).

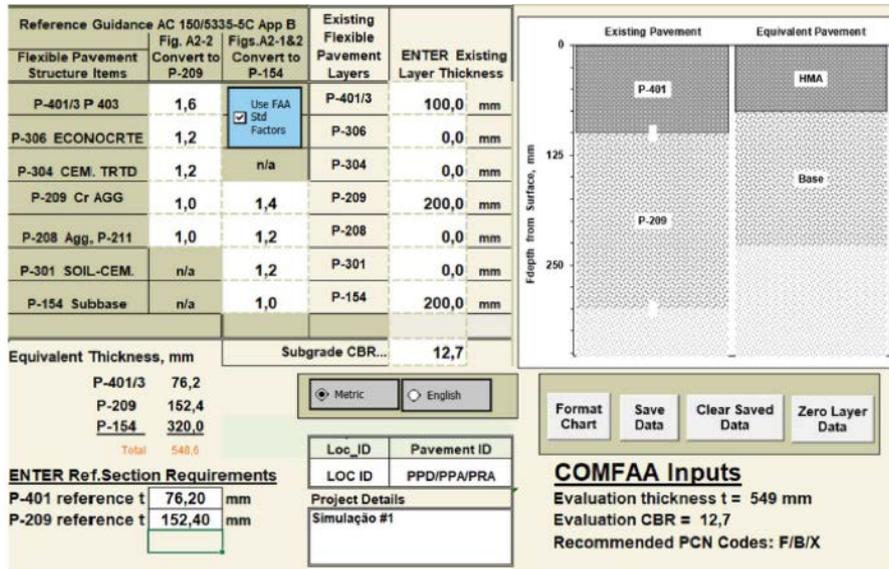


Figura 8. Tela da planilha de apoio do COMFAA.

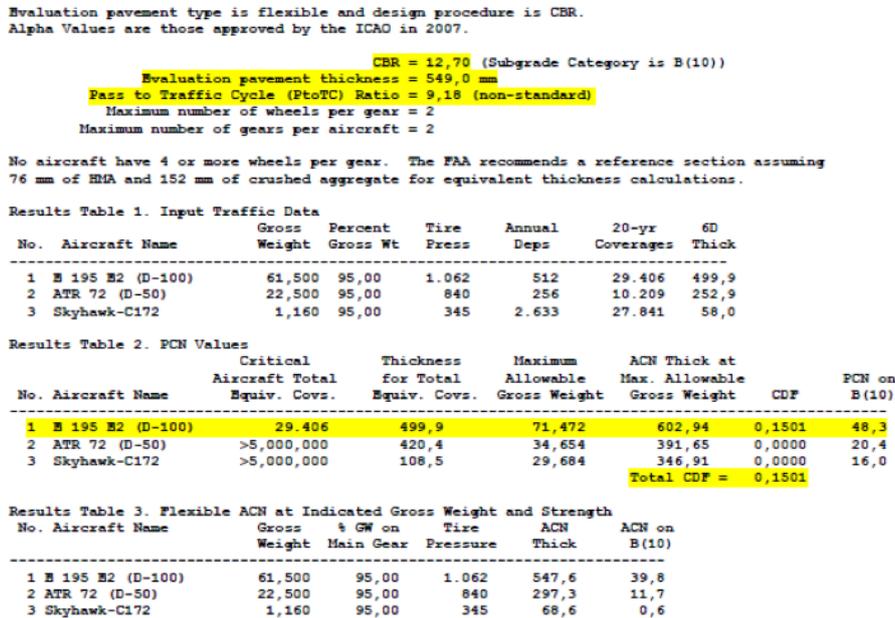


Figura 9. Tela contendo o resultado da análise inicial realizada pelo COMFAA 3.0.

4.1.3 RESISTÊNCIA DE ÁREAS DE SEGURANÇA NÃO PAVIMENTADAS

A resistência de áreas de segurança não pavimentadas (sem revestimento de asfalto ou concreto), como a faixa preparada da pista de pouso e decolagem e as áreas de segurança de fim de pista – RESA, deve observar as diretrizes previstas nos requisitos 154.207(g)(4) e 154.209(f)(1) do RBAC nº 154. Para tanto, devem ser consideradas as orientações contidas na Instrução Suplementar (IS) nº 154-002, que estabelece como parâmetro objetivo que a faixa preparada e a RESA sejam

projetadas para suportar, pelo menos, 1 (uma) passagem da aeronave mais exigente do mix de aeronaves do aeródromo.

Para a realização dos ensaios de prova de carga, devem ser evitados equipamentos tradicionais usados em avaliações não destrutivas de áreas pavimentadas revestidas de asfalto ou concreto, como o FWD e o HWD.

De acordo com a literatura técnica do assunto, ensaios não destrutivos possuem eficácia comprovada quando aplicados em estruturas pavimentadas revestidas de asfalto ou concreto, o que não costuma ser o caso da faixa preparada e da RESA, que são, geralmente, áreas não pavimentadas e revestidas de cobertura vegetal (grama). Nesse sentido, apesar da existência de *softwares* dotados de filtros que possibilitam esse tipo de análise, os resultados podem não ser confiáveis.

Para esse tipo de ensaio, recomenda-se o uso de métodos destrutivos como sondagem, por meio de abertura de janelas na faixa preparada e nas RESA, ou outros métodos comprovados para esse tipo de avaliação.



Figura 10. Abertura de janela em área não pavimentada.

Para a avaliação da capacidade de suporte da faixa preparada e das RESA, pode ser utilizado qualquer software que trabalhe com o conceito do Cumulative Damage Factor – CDF, ou Fator de Dano Acumulado.

O software mais conhecido é o FAARFIELD 2.0, que é bastante utilizado no processo de cálculo de resistência de pavimentos aeroportuários, disponível [aqui](#).

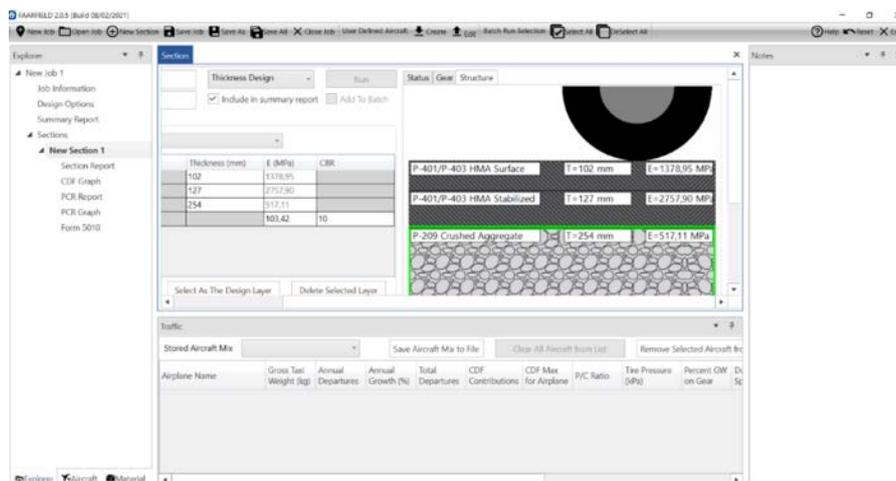


Figura 11. Tela de versão do software da FAA (Faarfield 2.0).

Outro *software* que pode ser utilizado é o PCASE, disponível aqui. O responsável pela análise técnica deverá avaliar as vantagens e as desvantagens do uso de cada ferramenta computacional, levando em consideração que os resultados poderão ser mais ou menos conservadores.

O Relatório Técnico de Capacidade de Suporte da faixa preparada e da RESA deve contemplar ao menos as seguintes informações:

- Caracterização do pavimento – estrutura física (espessuras das camadas de solo e materiais constituintes);
- Valores de CBR e/ou de módulos de elasticidade inerentes aos materiais;
- Informação sobre a existência e o tipo de cobertura vegetal;
- Local em que foram realizados os ensaios, indicando as coordenadas geográficas;
- Registros fotográficos dos ensaios realizados e da estrutura existente;
- Quadro resumo dos ensaios de campo realizados;
- Indicação do *software* utilizado;
- *Mix* de aeronaves e/ou veículos e premissas utilizadas;
- Conclusão se a estrutura existente suporta ou não, pelo menos, 1 (uma) passagem da aeronave mais exigente do *mix*; e
- Documento comprobatório de responsabilidade técnica (ART).

4.1.4 SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS

Nos termos do RBAC nº 154, a superfície das pistas de pouso e decolagem, das áreas de giro e das pistas de táxi pavimentadas devem oferecer características de aderência adequadas. Além disso, as pistas de pouso e decolagem não devem ter irregularidades que possam afetar adversamente a decolagem, o pouso ou o táxi das aeronaves.

Portanto, para verificação da conformidade da superfície dessas infraestruturas com os requisitos regulamentares, o operador do aeródromo deve apresentar as seguintes evidências:

- a) Relatório de Irregularidade Longitudinal (*International Roughness Index* – IRI):
 - Pista de Pouso e Decolagem
- b) Relatório de Medição de Profundidade de Macrotextura:
 - Pista de Pouso e Decolagem
- c) Relatório de Medição de Coeficiente de Atrito:
 - Pista de Pouso e Decolagem; e
 - Pistas de táxi.

A Instrução Suplementar (IS) nº 153.205-001, revisão B, detalha, orienta e esclarece como se dá a aferição da irregularidade longitudinal, do coeficiente de atrito e da profundidade da macrotextura, bem como estabelece o modelo de cada um dos Relatórios.

4.1.5 DECLIVIDADES

As diretrizes relacionadas às declividades de pistas de pouso e decolagem, áreas de giro, pistas de táxi, pátio de aeronaves, acostamentos, áreas de segurança e zonas de parada e desimpedida constam na subparte C do RBAC nº 154. E os valores máximos e mínimos das declividades transversais e longitudinais permitidos estão estabelecidos na Instrução Suplementar (IS) nº 154-002, que trata das características físicas de aeródromos.

Para verificação da conformidade das declividades longitudinais e transversais dos elementos de infraestrutura com os requisitos regulamentares de projeto, o operador do aeródromo deve realizar levantamento topográfico das infraestruturas construídas e apresentar as seguintes evidências:

- a) Desenho de estaqueamento;
- b) Planilha com os dados planialtimétricos;
- c) Planta com curvas de nível;
- d) Desenhos topográficos de perfil longitudinal e seções transversais;
- e) Relatório fotográfico e/ou vídeos – declividades.

Neste Guia, denomina-se de desenho ou planta de estaqueamento a representação gráfica da infraestrutura avaliada com a indicação da localização dos pontos do levantamento planialtimétrico e dos alinhamentos longitudinais e transversais considerados. A Figura 12 ilustra desenho de estaqueamento de um trecho de uma pista de pouso e decolagem, além da faixa de pista, da *stopway*, da *clearway* e da RESA.

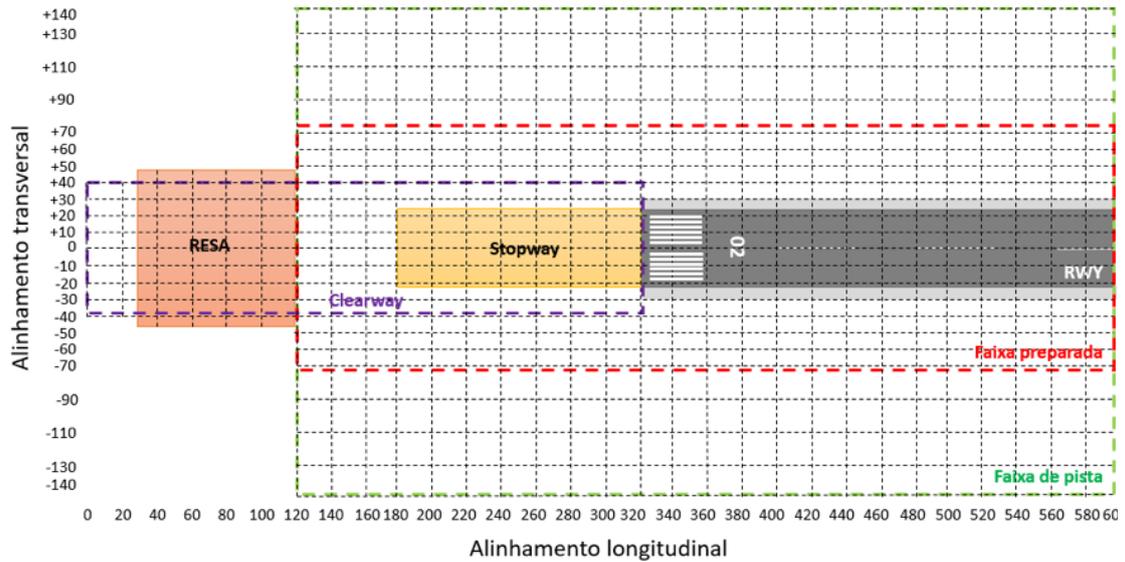


Figura 12. Planta de estaqueamento.

A Figura 13 apresenta exemplo de estaqueamento longitudinal de um trecho de uma pista de pouso e decolagem, da RESA, de três pistas de táxi, incluindo uma pista de táxi de pátio, e do pátio de aeronaves.

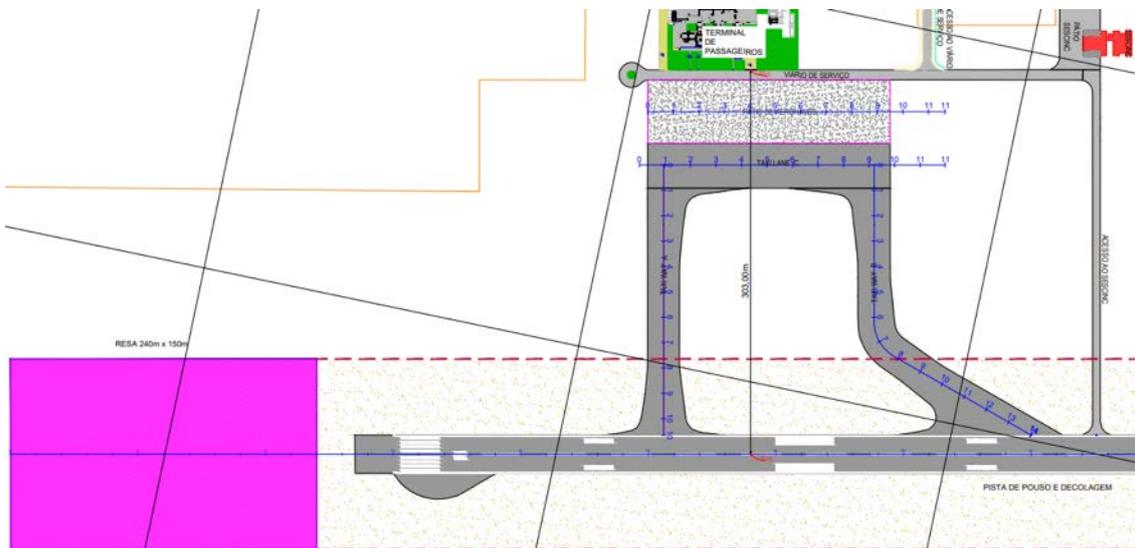


Figura 13. Planta de estaqueamento.

A planilha com dados planialtimétricos deve conter a posição dos pontos nos alinhamentos longitudinais e transversais indicados na planta de estaqueamento, as cotas e as coordenadas planimétricas. Os valores das cotas devem ser apresentados com precisão adequada para caracterizar a superfície.

A planilha com os dados planialtimétricos deve ser estruturada, permitindo a aferição das declividades transversais e longitudinais em cada trecho, bem como as mudanças de declividades e a distância entre as mudanças de declividade. A planilha deve ser apresentada em formato editável, de forma a facilitar avaliação dos resultados.

A Figura 14 indica a forma apropriada de apresentação dos dados na planilha. As cotas apresentadas na tabela estão associadas aos alinhamentos da RESA representada na planta de estaqueamento (Figura 12). Note que as cotas dos limites transversal (45 e -45) e longitudinal (30 e 120) da RESA são apresentadas na tabela.

Alinhamento		Coordenada	Cota (mm)
Longitudinal	Transversal		
30	45	3°36'49.09"S / 40°14'18.41"W	91.570
30	40	3°36'48.34"S / 40°14'18.56"W	91.820
30	30	3°36'48.92"S / 40°14'17.59"W	92.320
30	20	3°36'48.17"S / 40°14'17.75"W	92.820
30	10	3°36'48.56"S / 40°14'15.87"W	93.320
30	0	3°36'47.81"S / 40°14'17.07"W	93.820
30	-10	3°36'47.46"S / 40°14'14.07"W	93.320
30	-20	3°36'47.52"S / 40°14'14.73"W	92.820
30	-30	3°36'49.09"S / 40°14'18.41"W	92.320
30	-40	3°36'48.34"S / 40°14'18.56"W	91.820
30	-45	3°36'48.92"S / 40°14'17.59"W	91.570
40	45	3°36'48.17"S / 40°14'17.75"W	92.070
40	40	3°36'48.56"S / 40°14'15.87"W	92.320
40	30	3°36'47.81"S / 40°14'17.07"W	92.820
40	20	3°36'47.46"S / 40°14'14.07"W	93.320
40	10	3°36'47.52"S / 40°14'14.73"W	93.820
40	0	3°36'49.09"S / 40°14'18.41"W	94.320
40	-10	3°36'48.34"S / 40°14'18.56"W	93.820
40	-20	3°36'48.92"S / 40°14'17.59"W	93.320
40	-30	3°36'48.17"S / 40°14'17.75"W	92.820
40	-40	3°36'48.56"S / 40°14'15.87"W	92.320
40	-45	3°36'47.81"S / 40°14'17.07"W	92.070
(...)	(...)	(...)	(...)
120	-40	3°36'47.52"S / 40°14'14.73"W	96.320
120	-45	3°36'49.09"S / 40°14'18.41"W	96.070

Figura 14. Exemplo de apresentação de dados planialtimétricos da RESA em planilha.

Uma forma de apresentar os resultados do levantamento topográfico é por meio da representação das curvas de nível. As curvas de nível podem ser definidas como linhas que unem os pontos com uma mesma cota ou altitude. Elas representam a projeção ortogonal da interseção da superfície do aeródromo com planos horizontais. A planta com as curvas de nível pode ser representada pela planta de implantação geral do aeródromo com a indicação das curvas de nível.

Observada a forma mais apropriada para representar a superfície do terreno, sugere-se que as curvas de nível sejam representadas com equidistância vertical entre 0,5 e 1,0 metro e com curvas de nível mestras a cada 2,0 a 5,0 metros. A Figura 15 ilustra planta com curvas de nível.

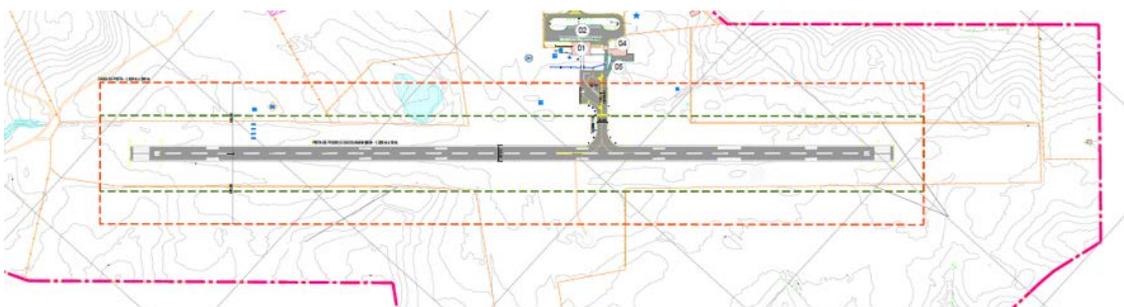


Figura 15. Planta com curvas de nível.

Quando do levantamento topográfico da pista de pouso e decolagem, das áreas de giro e seus acostamentos, das áreas de segurança associadas (faixa de pista de pouso e decolagem e RESA) e das zonas de parada (*stopway*) e desimpedida (*clearway*), devem ser apresentados, conforme aplicável:

- Desenho de perfil longitudinal do eixo da pista e do prolongamento do seu eixo sobre as zonas de parada (se houver), zonas desimpedidas (se houver), faixa de pista e RESA, sendo necessário apresentar as cotas das estacas medidas no alinhamento longitudinal e dos limites do pavimento da pista, da zona de parada, da faixa de pista, da RESA e da zona desimpedida. Todos os dados devem constar na planilha com dados planialtimétricos. O espaçamento das estacas no alinhamento longitudinal pode ser de até 20 metros, exceto quando observadas variações significativas das declividades. Nesses casos, a quantidade de pontos medidos nessas regiões deve ser aumentada, reduzindo o espaçamento das medições;
- Desenhos das seções transversais da pista e das áreas de segurança associadas e das zonas de parada e desimpedida (se houver), sendo necessário apresentar as cotas das estacas medidas em cada alinhamento transversal; e das cotas do eixo, das bordas e dos acostamentos da pista; das cotas do eixo, das bordas e dos acostamentos das áreas de giro; das cotas dos limites da zona de parada, da zona desimpedida, da faixa preparada, da faixa de pista e da RESA. Todos os dados devem constar na planilha com dados planialtimétricos. O espaçamento das estacas nos alinhamentos transversais pode ser de até 10 metros nas áreas inseridas na área protegida³ e de 20 metros nas demais áreas, exceto quando observadas variações significativas das declividades. Nesses casos, a quantidade de pontos medidos nessas regiões deve ser aumentada, reduzindo o espaçamento das medições.

Quando do levantamento topográfico de uma pista de táxi, incluindo pistas de táxi de pátio, devem ser apresentados:

- Desenho de perfil longitudinal do eixo da pista de táxi, sendo necessário apresentar as cotas das estacas medidas no alinhamento longitudinal e dos limites do pavimento da pista de táxi. Todos os dados devem constar na planilha com dados planialtimétricos. O espaçamento das estacas no alinhamento longitudinal pode ser de até 20 metros, exceto quando observadas variações significativas das declividades. Nesses casos, a quantidade de pontos medidos nessas regiões deve ser aumentada, reduzindo o espaçamento das medições;
- Desenhos das seções transversais da pista de táxi, sendo necessário apresentar as cotas das estacas medidas em cada alinhamento transversal e das cotas do eixo e das bordas da pista de táxi e dos acostamentos e dos limites da faixa nivelada e da faixa de pista de táxi. Todos esses dados devem constar na planilha com dados planialtimétricos. O espaçamento das estacas nos alinhamentos transversais pode ser de até 10 metros, exceto quando observadas

3 Conforme o item 153.1(a)(7) do RBAC nº 153, Emenda nº 06: área protegida significa a área que compreende a pista de pouso e decolagem, a *stopway*, o comprimento da faixa de pista, a área em ambos os lados da pista de pouso e decolagem delimitada pela distância estabelecida pelo RBAC nº 154 para a posição de espera da referida pista, a área de segurança de fim de pista (RESA) e, se existente, a zona desimpedida (*clearway*).

variações significativas das declividades. Nesses casos, a quantidade de pontos medidos nessas regiões deve ser aumentada, reduzindo o espaçamento das medições.

Quando do levantamento topográfico de pátio de estacionamento de aeronaves, deve ser apresentado:

- desenhos de perfis longitudinais e seções transversais das posições de estacionamento e das demais áreas do pátio, exceto das pistas de táxi de pátio. Todos os dados devem constar na planilha com dados planialtimétricos. Os espaçamentos longitudinais e transversais podem ser de até 20 metros, exceto quando observadas variações significativas das declividades. Nesses casos, a quantidade de pontos medidos nessas regiões deve ser aumentada, reduzindo o espaçamento das medições.

Nas Figuras 16 e 17 são apresentados exemplos de desenhos de perfil longitudinal e seção transversal, considerando a planta de estaqueamento ilustrada na Figura 12.

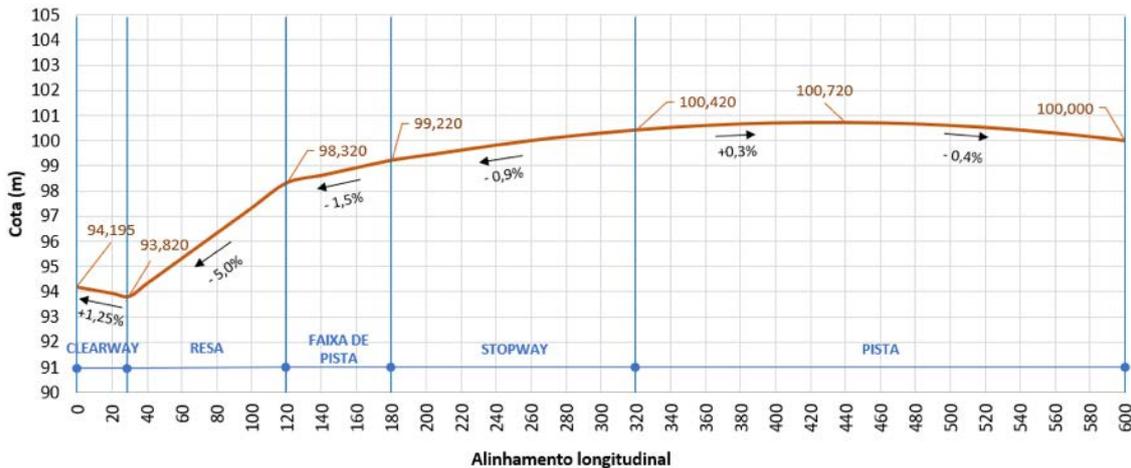


Figura 16. Exemplo de desenho de perfil longitudinal.

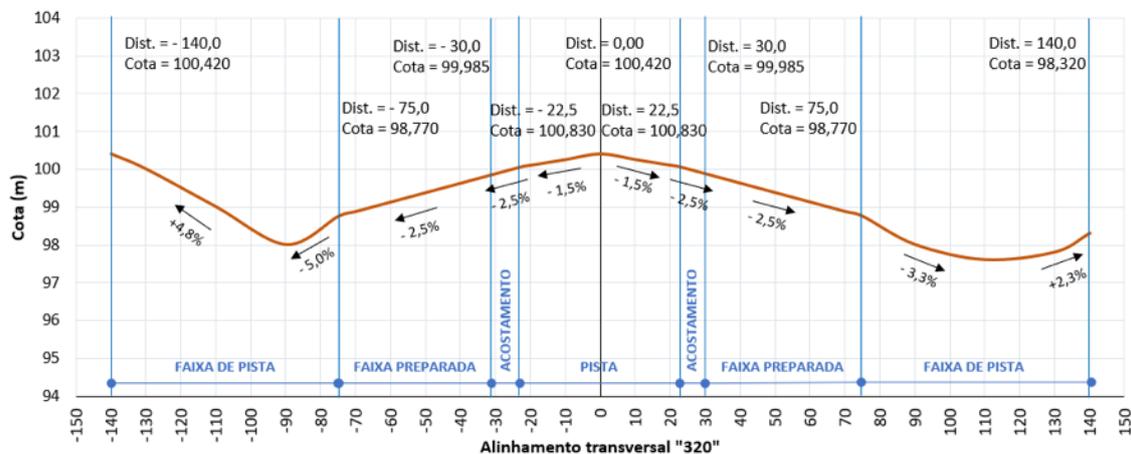


Figura 17. Exemplo de desenho da seção transversal no alinhamento "320" (fim da RWY).

Considerando a diferença significativa da ordem de grandeza das dimensões geométricas (largura x comprimento) das infraestruturas em relação à variação de nível, é preciso estar atento à escala

dos desenhos dos perfis longitudinais e das seções transversais a serem apresentados visando à adequada representação das superfícies e das declividades.

O relatório fotográfico deve apresentar imagens do levantamento topográfico realizado após a execução das obras e serviços.

O levantamento topográfico está presente na etapa de planejamento e projeto de diversos trabalhos de engenharia, fornecendo informações importantes sobre o terreno, como as áreas e os volumes de aterro e de corte; e também na etapa de execução e acompanhamento da obra, possibilitando a realização de locações e verificações métricas. No entanto, o levantamento topográfico relevante para fins de verificação das declividades da infraestrutura e sua aprovação é o levantamento realizado após a execução das obras, visto que pode haver diferenças não desprezíveis, considerando as declividades máximas e mínimas estabelecidas em regulamento, entre o levantamento topográfico realizado antes (ou durante) e depois de execução das obras e serviços. Com isso, serve o relatório fotográfico para evidenciar que os trabalhos relacionados ao levantamento topográfico enviado à ANAC foram realizados após a execução das obras.

Quanto aos métodos e procedimentos para o levantamento dos detalhes da superfície do aeródromo, este Guia recomenda o uso do levantamento topográfico por ser o mais conhecido e usual, normalmente garantindo adequada precisão para a respectiva representação gráfica.

Tendo em vista a amplitude das áreas levantadas, bem como a relativa simplicidade geométrica das infraestruturas presentes, não há muito o que se ponderar quanto aos procedimentos para o levantamento dos aspectos planialtimétricos.

Diversas técnicas topográficas podem ser utilizadas, garantindo a precisão dos detalhes do terreno na representação gráfica. Contudo, as pequenas variações altimétricas toleradas nos regulamentos aplicáveis merecem especial atenção, tanto no levantamento de dados no terreno como na representação deles por meio de desenhos de perfis longitudinais, seções transversais e curvas de nível. Dessa forma, a operação topográfica esperada para o levantamento da altimetria do terreno é o nivelamento, determinando as diferenças de altura entre os pontos medidos. Dentre as técnicas usuais, o nivelamento geométrico é considerado o mais preciso, por ser a única técnica de medição direta das diferenças de níveis e, por isso, é a técnica aconselhada para o levantamento altimétrico com vistas à elaboração de perfis longitudinais e seções transversais.

Ainda há as chamadas técnicas indiretas, sendo muito comuns nos levantamentos topográficos a técnica de nivelamento trigonométrico (com o uso de estações totais e balizas com prismas, por exemplo) e a técnica de nivelamento taqueométrico (com o uso de teodolitos e miras estadimétricas). Essas duas técnicas indiretas de nivelamento não oferecem o mesmo nível de precisão do nivelamento geométrico, mas não são consideradas reprováveis para o levantamento altimétrico em áreas aeroportuárias devido aos seus erros intrínsecos.

As técnicas e respectivas precisões aplicáveis em levantamentos topográficos são abordados na norma ABNT nº 13.133/1994. Considerando que essa norma não abrange técnicas indiretas de

levantamento de terreno por meio de imagens e/ou receptores de satélites, entende-se que a aplicação dessas técnicas só poderá ser admitida para evidenciar as declividades em infraestruturas aeroportuárias se oferecerem resultados que garantam a mesma precisão e atendam aos critérios de aceitação e rejeição impostos aos levantamentos topográficos pela norma ABNT nº 13.133/1994.

4.1.6 OBJETOS E NIVELAMENTO DAS ÁREAS DE SEGURANÇA

O RBAC nº 154 estabelece que a faixa de pista de pouso e decolagem, a RESA e a faixa de pista de táxi devem ser livres de objetos que possam colocar aeronaves em risco.

Entretanto, ressalta-se que o RBAC nº 154 admite a presença, na faixa preparada, de auxílios visuais necessários para fins de navegação aérea, como os sistemas visuais indicadores de rampa de aproximação, as luzes e os painéis de sinalização vertical, desde que satisfaçam os requisitos de frangibilidade. Admite-se, ainda, a presença de auxílios-rádio e equipamentos meteorológicos na faixa preparada, a partir de uma determinada distância do eixo da pista de pouso e decolagem, especificada no item 154.207(d)(2) do RBAC nº 154, desde que satisfaçam os requisitos de frangibilidade.

A frangibilidade dos objetos e as formas de evidenciação de cumprimento são apresentadas no item 4.4 desse Guia.

Feita essa ressalva, para verificação da conformidade das infraestruturas com os requisitos regulamentares de projeto, no que concerne à presença e às características desses objetos nas áreas de segurança, o operador do aeródromo deve apresentar as seguintes evidências:

- a) Relação de objetos inseridos nas áreas de segurança;
- b) Planta de localização dos objetos;
- c) Relatório fotográfico e/ou vídeos – objetos e nivelamento; e
- d) Desenhos explicativos.

A relação de objetos inseridos nas áreas de segurança deve conter as seguintes informações:

- Identificação do objeto, como:
 - Indicador de rampa de aproximação (PAPI), *shelter*, antenas, caixas de passagem, valas ou canais de drenagem, arbustos, estações meteorológicas, edificações etc;
- Coordenadas geográficas do objeto;
- Distância do objeto em relação ao eixo da pista de pouso e decolagem ou da pista de táxi, ou da extremidade da pista de pouso e decolagem, conforme o caso;
- Altura do objeto em relação à cota do eixo da pista de pouso e decolagem;
- Informação sobre a frangibilidade do objeto;
- Fotografia do objeto.



Figura 18. Exemplos de objetos na faixa de pista.

Deve ser apresentada planta com a localização dos objetos. Para tanto, deve ser enviada planta de implantação geral do aeródromo, identificando os objetos descritos na relação de objetos inseridos nas áreas de segurança, bem como a cota da distância do objeto em relação ao eixo da pista de pouso e decolagem ou da pista de táxi, ou da extremidade da pista de pouso e decolagem, conforme o caso.

Além disso, para comprovar que não existem objetos além dos informados na relação de objetos inseridos nas áreas de segurança, deve ser enviado relatório fotográfico e/ou vídeos que abranjam toda a área de segurança avaliada.

É de suma importância que as evidências de ausência de objetos deixem claro os limites da área avaliada. Essa delimitação pode ser feita por meio de estacas, cones, veículos ou quaisquer objetos que possam ser facilmente visualizados nas imagens encaminhadas à ANAC. Pode ser necessário, ainda, o envio de desenhos explicativos em complemento ao relatório fotográfico ou aos vídeos, explicando a área avaliada, o local, a direção e o sentido em que as imagens foram registradas.

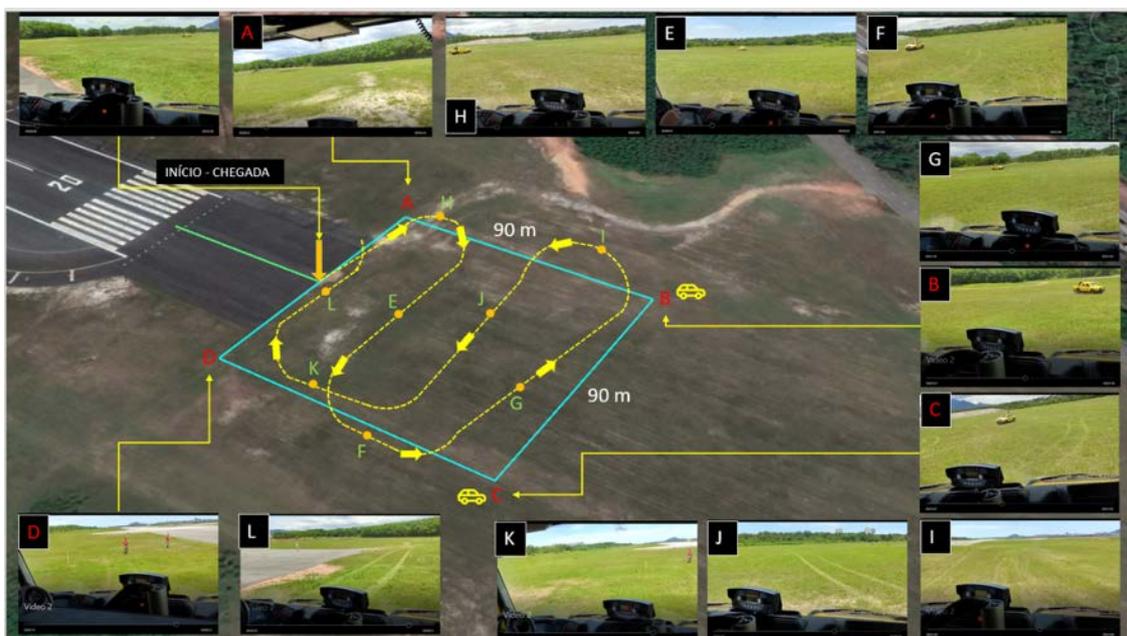


Figura 19. Exemplo de desenho explicativo complementar ao relatório de imagens.

Na Figura 19 anterior, temos um exemplo de desenho explicativo que delimita a área de uma RESA, através de uma poligonal sobreposta à imagem. Os vértices dessa poligonal e outros pontos intermediários foram estabelecidos, bem como a trajetória em que as imagens foram registradas.

Note ainda que dois veículos foram posicionados nos limites da RESA, nos vértices B e C, que podem ser visualizados nas imagens.

A Figura 20 apresenta desenho de uma RESA indicando que as imagens foram registradas nos quatro vértices e em uma determinada direção e sentido. Sendo as imagens georreferenciadas (Figura 21), com a informação das coordenadas geográficas, é possível ainda confirmar o local em que as imagens foram registradas.

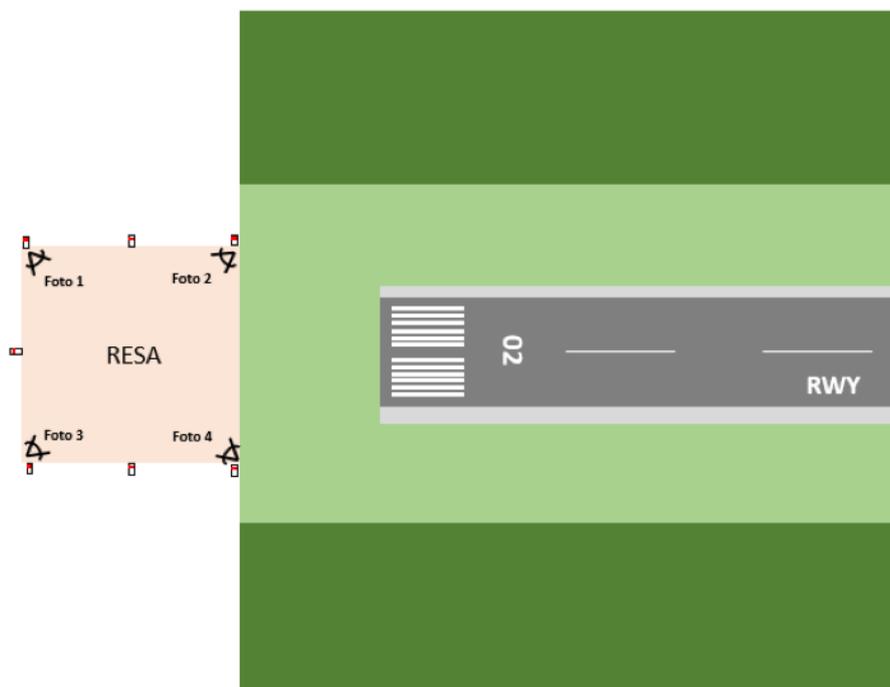


Figura 20. Exemplo de desenho explicativo complementar ao relatório de imagens da RESA.



Figura 21. Apresentação de evidências por meio de imagens georreferenciadas.

Para avaliação da faixa preparada e da faixa de pista de pouso e decolagem, é recomendado que sejam posicionados objetos em intervalos regulares nos limites dessas áreas, ao longo de todo o alinhamento longitudinal, e que sejam realizados os seguintes vídeos:

- Um ou mais vídeos que contemplem conjuntamente uma volta completa ao redor da pista de pouso e decolagem a uma distância tal da pista que seja equidistante dos limites da

faixa preparada e das bordas (lateral e longitudinal) da pista, ou de seus acostamentos, quando existirem;

- Ao longo do alinhamento longitudinal que é equidistante dos limites da faixa preparada e da faixa de pista, quando estas não tiverem a mesma largura.

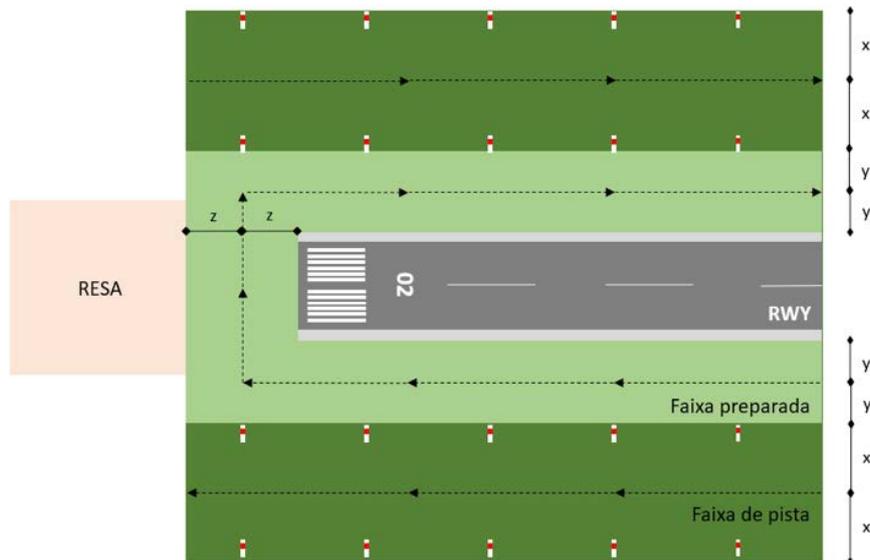


Figura 22. Exemplo de desenho explicativo complementar ao relatório de imagens da faixa preparada e da faixa de pista.

O mesmo procedimento indicado para evidenciar ausência de objetos na faixa preparada e na faixa de pista de pouso e decolagem pode ser aplicado às faixas de pistas de táxi, posicionando objetos em intervalos regulares nos limites da faixa de pista de táxi e realizando vídeos ao longo do alinhamento longitudinal equidistante aos limites da faixa de pista de táxi e da borda da pista de táxi ou de seus acostamentos (quando existirem).

O operador pode realizar registros de imagens aéreas, como aqueles feitos por drones, mas é importante assegurar que compreendam toda a área avaliada e que a altura em que as imagens são registradas não seja excessivamente elevada a ponto de não ser possível identificar o que há em solo.

Além de ser necessário evidenciar a ausência de objetos nas áreas de segurança, deve ser demonstrado que a faixa preparada da pista de pouso e decolagem e as RESA são áreas limpas e niveladas, isto é, que suas superfícies não possuem desníveis, degraus, pedras, detritos ou outros itens que possam colocar em risco uma aeronave que saia acidentalmente da pista. Avalia-se também se não há desníveis entre a superfície dessas áreas e da superfície da pista de pouso e decolagem ou dos acostamentos, quando existirem, ou ainda da porção chamada de plataforma contra jato de motor (*blast pad*).

Portanto, em complemento às imagens indicadas anteriormente, devem ser realizados vídeos que contemplem conjuntamente uma volta completa ao redor da pista de pouso e decolagem ou de seus acostamentos, bem como da área de *blast pad* que faz contato com as RESA, conforme as Figuras 23 e 24.

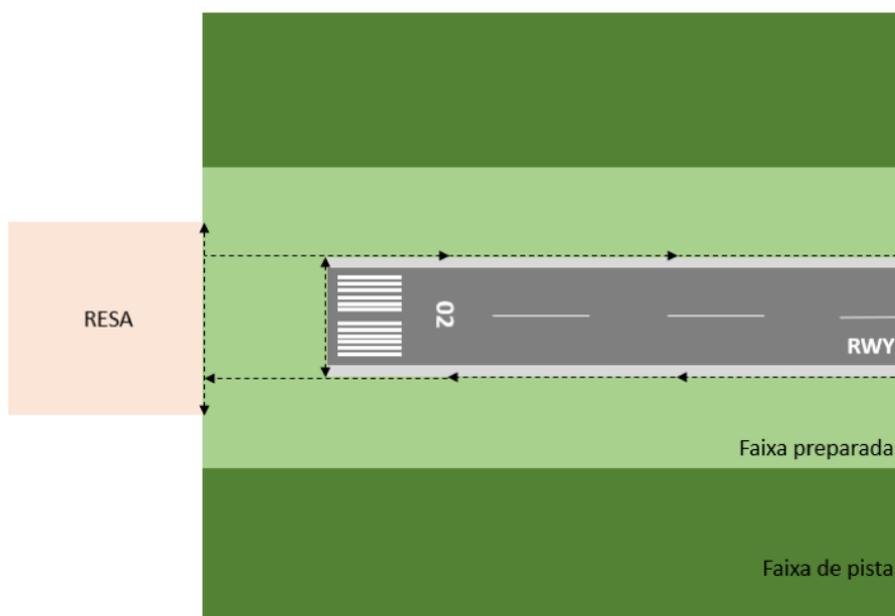


Figura 23. Local de realização de vídeos para verificação de nivelamento das áreas de segurança com as extremidades da pista de pouso e decolagem.



Figura 24. Nivelamento entre as superfícies do acostamento da pista e da faixa preparada.

4.2 AUXÍLIOS VISUAIS PARA NAVEGAÇÃO

A Subparte D do RBAC nº 154 define os requisitos de projeto relativos aos auxílios visuais de aeródromo, pistas de pouso e decolagem, pistas de táxi, áreas de giro, zonas de parada (*stopway*) e pátio de estacionamento de aeronaves.

Além disso, a Instrução Suplementar (IS) nº 154-001 detalha, orienta e esclarece a aplicação de requisitos atinentes aos auxílios visuais para pátios de estacionamento de aeronaves.

Os principais auxílios visuais em aeródromos são:

- a) Sinalização horizontal;
- b) Sinalização luminosa;
- c) Sinalização vertical;
- d) Indicador de direção de vento; e
- e) Farol do aeródromo.

Nas seções seguintes deste Guia serão apresentados os documentos recomendados para evidenciar as sinalizações e os dispositivos implantados no aeródromo, bem como orientações acerca do conteúdo e da forma de apresentação das informações.

4.2.1 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

As pistas de pouso e decolagem, pistas de táxi e pátios de estacionamento de aeronaves podem ter diversos tipos de sinalização horizontal, cuja aplicabilidade depende das características físicas das infraestruturas, da letra ou do número do código de referência do aeródromo, do tipo de operação, da necessidade operacional, entre outros aspectos.

As pistas de pouso e decolagem podem dispor de sinalizações horizontais de cabeceira, cabeceira recuada, borda, eixo, designação, ponto de visada, zona de toque etc. As pistas de táxi podem dispor de sinalizações horizontais de faixa lateral, eixo, posição de espera de pista de pouso e decolagem (padrões A e B), instrução obrigatória de designação de pista de pouso e decolagem e de entrada proibida, posição intermediária de espera, informação de localização e de direção de pista de táxi etc. Os pátios de estacionamento de aeronaves podem conter sinalizações horizontais de identificação de posição, linha de entrada, linha de virada, linha de saída, linha de parada, linha de roda, linha de segurança, linha de restrição, barra de alinhamento, barra de virada etc.

Os requisitos de sinalização horizontal envolvem aspectos relativos à localização da sinalização e às características da sinalização, tais como cor, contraste, conspicuidade, retrorrefletividade (ou retrorrefletância) e dimensões.

Portanto, para verificação da conformidade das sinalizações horizontais das infraestruturas com os requisitos regulamentares de projeto, o operador do aeródromo deve apresentar as seguintes evidências:

- a) Desenho “*as built*” das sinalizações horizontais;
- b) Relatório fotográfico e/ou vídeos – SH.

A comprovação da cor, da conspicuidade⁴ e, quando aplicável, do contraste⁵ das sinalizações horizontais se dá por meio de relatório fotográfico e/ou vídeos em resolução adequada, que mostrem toda a extensão da sinalização horizontal em análise.

A retrorefletividade⁶ pode ser avaliada por meio de relatório fotográfico e/ou vídeos noturnos com *flash* ou com uma luz direcionada à sinalização horizontal (proveniente de faróis de veículos, por exemplo), de modo que seja possível visualizar a luz sendo refletida na sinalização horizontal e comprovar que a visibilidade da sinalização é aumentada durante a noite, conforme a Figura 25.



Figura 25. Exemplos de imagens noturnas que comprovam a retrorefletividade de uma sinalização horizontal.

Com relação às dimensões das sinalizações horizontais, são avaliados aspectos como largura, comprimento, extensão, espaçamentos, formatos e proporções, que variam conforme o tipo da sinalização horizontal e a sua localização na pista de pouso e decolagem, na pista de táxi ou no pátio de aeronaves. Para a avaliação das dimensões das sinalizações, o operador deve enviar desenho “*as built*” da infraestrutura com as devidas cotas das dimensões das sinalizações horizontais (vide a Figura 26), assim como relatório fotográfico e/ou vídeos em resolução adequada que demonstrem a realização de medições *in loco* com trenas em toda a sinalização horizontal sob medição, com os valores dessas medições devidamente legíveis, conforme o exemplo da Figura 27.

4 A conspicuidade da sinalização é a capacidade da sinalização ser identificada, percebida e compreendida corretamente.

5 O contraste das sinalizações horizontais consiste no contorno de cor preta em sinalizações horizontais de pista de pouso e decolagem, que são de cor branca, e de pista de táxi e de pátios de aeronaves, que são de cor amarela, assim como o contorno de cor branca de linhas de segurança de pátios de aeronaves, que são de cor vermelha. O emprego do contraste em uma sinalização horizontal geralmente ocorre sobre pavimentos claros, especialmente os rígidos. Em sinalizações horizontais de pátios de aeronaves, as características e as dimensões do contraste variam conforme o tipo de sinalização horizontal e a sua localização no pátio e devem observar o disposto na IS nº 154-001A.

6 A retrorefletividade (ou retrorefletância) da sinalização horizontal é a capacidade da sinalização de redirecionar a luz de volta à sua fonte.

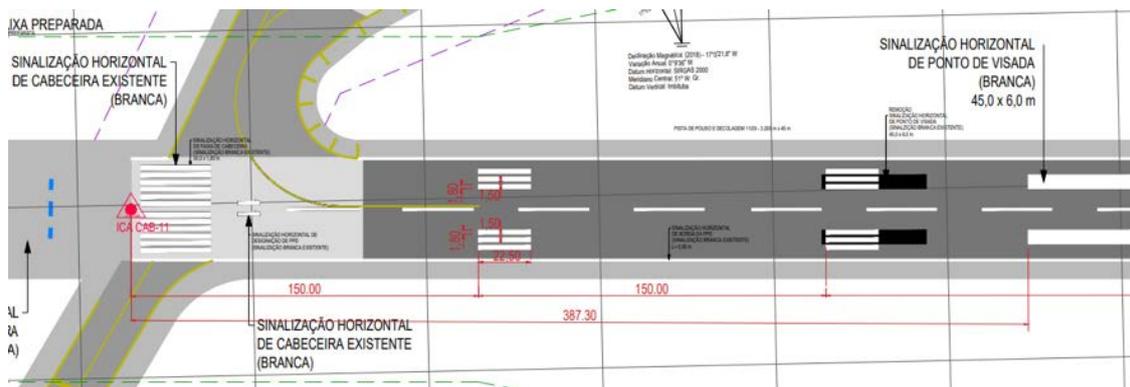


Figura 26. Exemplo de desenho "as built" com cotas que mostram as dimensões e distâncias das sinalizações horizontais de zona de toque e de ponto de visada em relação à cabeceira.



Figura 27. Exemplo de medição *in loco* das dimensões de uma sinalização horizontal: a imagem da esquerda apresenta a ordem de grandeza do objeto, e a imagem da direita apresenta o valor da medição de forma legível.

A localização de sinalizações horizontais normalmente é determinada a partir da distância da sinalização em relação a um ponto de referência da infraestrutura ou em relação a outras sinalizações. Por exemplo, a sinalização horizontal de cabeceira deve se iniciar a 6 m da cabeceira; a sinalização horizontal de ponto de visada deve ser disposta a uma distância mínima da cabeceira, ressalvando-se que, em pistas equipadas com sistemas visuais de indicação de rampa de aproximação, o início da sinalização horizontal deve coincidir com a origem da rampa de aproximação visual; a sinalização horizontal de designação está localizada entre a sinalização horizontal de cabeceira e a sinalização horizontal de eixo etc.

Para a avaliação da localização das sinalizações horizontais, o operador deve enviar desenho "as built" da infraestrutura com as devidas cotas das distâncias das sinalizações horizontais analisadas em relação a pontos de referência conhecidos da infraestrutura e/ou em relação a outras sinalizações, bem como relatório fotográfico e/ou vídeos em resolução adequada que evidenciem a localização das sinalizações.

Em determinadas situações, as dimensões da sinalização ou as distâncias que determinam a sua localização são de longa extensão e, portanto, difíceis de serem evidenciadas por meio de imagens registradas próximo ao nível da superfície da infraestrutura (comprovando não somente a grandeza do objeto ou da distância dessa medição como também apresentando seu valor na imagem).

Assim, recomenda-se que, nessas situações, sejam apresentadas imagens aéreas que permitam a visualização da infraestrutura de forma abrangente e que possibilitem a comparação da ordem de grandeza das dimensões da infraestrutura analisada com as dimensões de outras infraestruturas adjacentes ou infraestruturas pré-existentes, cujas dimensões sejam conhecidas.

4.2.2 SINALIZAÇÃO LUMINOSA

Pistas de pouso e decolagem, pistas de táxi e pátios de estacionamento de aeronaves podem ter diversos tipos de sinalização luminosa, cuja aplicabilidade depende do tipo de operação, da existência de outros tipos de sinalização luminosa, da condição de alcance visual de pista, da necessidade operacional, entre outros aspectos.

As pistas de pouso e decolagem podem dispor de sinalizações luminosas de cabeceira ou barra lateral de cabeceira (cabeira recuada), de borda, de eixo e de fim de pista, de zona de toque, de indicador de pista de táxi de saída rápida etc. As pistas de táxi podem dispor de sinalizações luminosas de borda, de eixo, de barra de parada, de posições intermediárias de espera etc. Os pátios de estacionamento de aeronaves podem dispor de refletores e de luzes de borda.

Os requisitos de sinalização luminosa envolvem aspectos relativos à localização e disposição da sinalização e às características da sinalização, tais como cor e intensidade das luzes, frangibilidade e dimensão (altura das luzes elevadas e nivelamento de luzes embutidas no pavimento).

Portanto, para verificação da conformidade das sinalizações luminosas com os requisitos regulamentares de projeto, o operador do aeródromo deve apresentar as seguintes evidências:

- a) Desenho "*as built*" das sinalizações luminosas;
- b) Relatório de fotográfico e/ou vídeos – SL; e
- c) Declaração ou manual de fabricante que ateste a frangibilidade das sinalizações luminosas.

Com relação à localização e à disposição das luzes, são avaliados: a quantidade, o alinhamento e o espaçamento entre as luzes de um determinado tipo de sinalização; a direção e o sentido das luzes; a distância das luzes em relação à extremidade da pista de pouso e decolagem ou da cabeceira; a distância das luzes em relação à borda da pista de pouso e decolagem ou da borda da pista de táxi; e a distância das luzes em relação ao eixo da pista de pouso e decolagem ou em relação ao eixo da pista de táxi. No caso das luzes da barra de parada ou das luzes de posição intermediária de espera, avalia-se a posição destas em relação à sinalização horizontal de posição de espera de pista de pouso e decolagem e da posição intermediária de espera, respectivamente.

Para a avaliação da localização e disposição das luzes, o operador deve enviar desenho "*as built*" da infraestrutura e das sinalizações luminosas, indicando localização, cor, espaçamento, alinhamento, distâncias em relação ao eixo, à borda ou à extremidade da pista de pouso e decolagem ou da pista de táxi, direção e sentido de cada tipo de sinalização luminosa (vide a Figura 28).

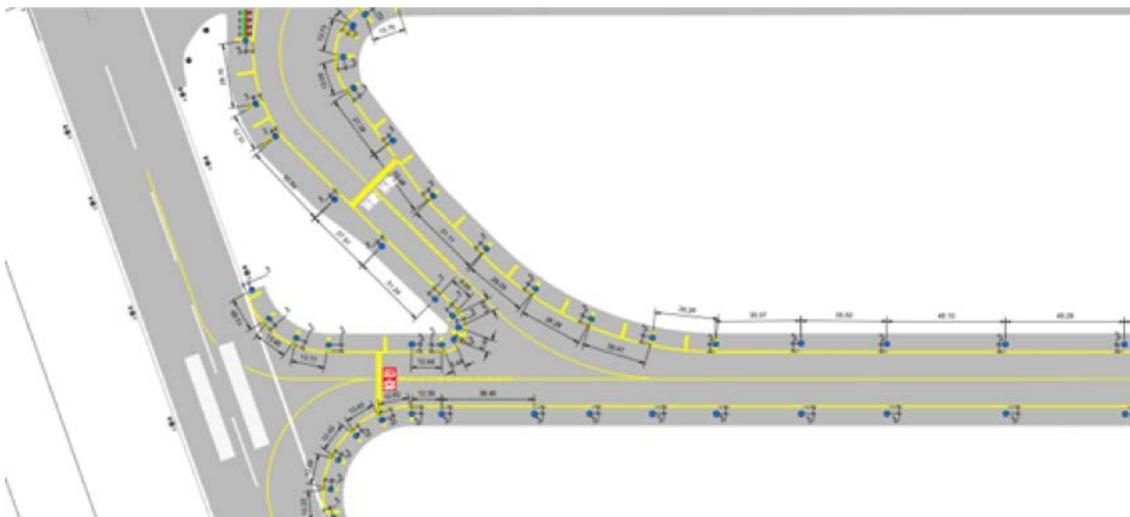


Figura 28. Trecho de desenho "as built" apresentando a configuração das luzes de borda de pista de táxi.

Especificamente no caso das luzes de borda de pista de pouso e decolagem, quando houver luzes amarelas (âmbar), o desenho "as built" deve deixar clara a extensão das luzes amarelas em relação às extremidades da pista de pouso e decolagem. Também podem ser enviadas as coordenadas geográficas das primeiras luzes amarelas em ambos os sentidos da pista de pouso e decolagem.

Ainda, nos casos em que houver alteração da configuração das cores das luzes, como por exemplo no caso das luzes de eixo de pista de pouso e decolagem – que variam entre brancas, brancas e vermelhas e vermelhas –, ou no caso das luzes de eixo de pista de táxi de saída – que variam entre verdes e amarelas ou somente verdes –, é importante que o desenho "as built" evidencie com cotas a extensão de cada um dos segmentos contendo diferentes combinações de cores.

Além do desenho "as built", o operador deve enviar relatório fotográfico e/ou vídeos das luzes, evidenciando que a configuração apresentada no desenho "as built" de fato foi implantada.

Recomenda-se que as imagens sejam registradas ao entardecer, quando ainda é possível visualizar a sinalização horizontal e, ao mesmo tempo, é possível identificar que as luzes estão ligadas (vide as Figuras 29 e 30). Quando as imagens são registradas de noite, a visualização da sinalização horizontal fica prejudicada, dificultando a identificação da localização das luzes, conforme o exemplo mostrado na Figura 31. Quando só for possível registrar as imagens durante à noite, sugere-se o uso de fonte de luz externa para iluminar o local, como por exemplo o farol de um veículo.

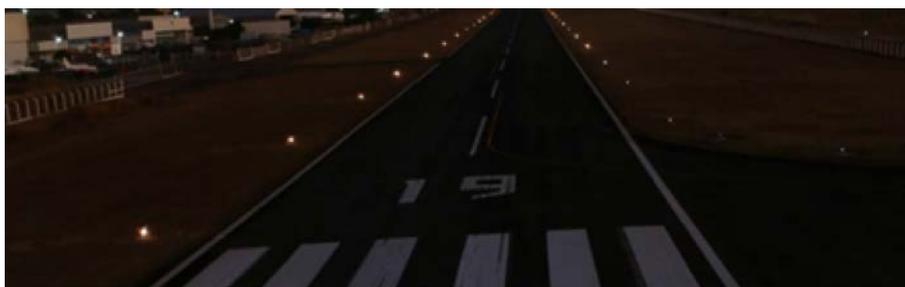


Figura 29. Exemplo de imagem da pista de pouso e decolagem registrada ao entardecer.

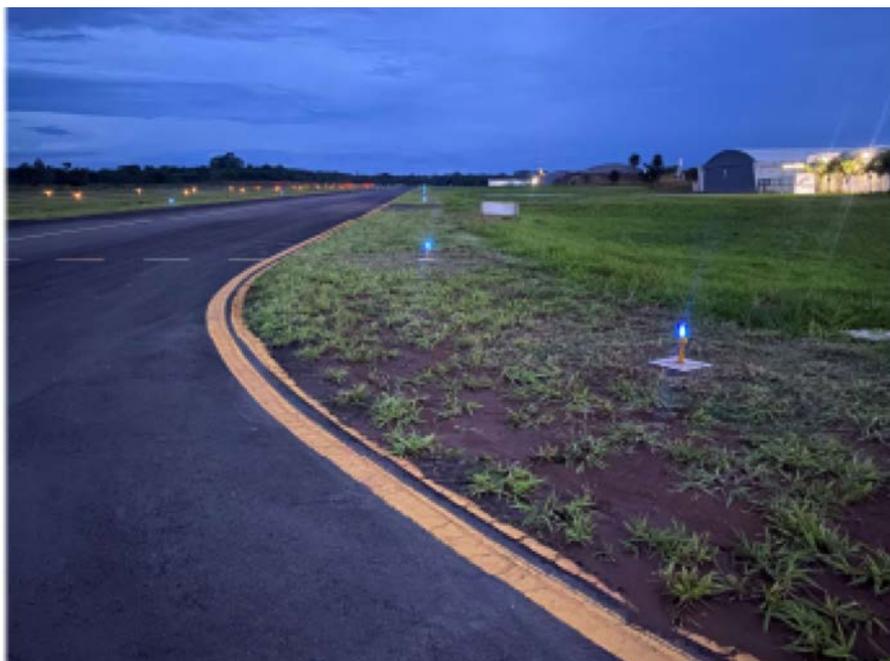


Figura 30. Exemplo de imagem de borda de pista de táxi registrada ao entardecer.



Figura 31. Exemplos de imagens de uma pista de pouso e decolagem registradas durante à noite, quando não é possível visualizar a sinalização horizontal adjacente.

No caso específico das pistas de pouso e decolagem, para evidenciar a sinalização luminosa implantada, o operador deve realizar vídeo, durante o entardecer, percorrendo toda a pista de pouso e decolagem (e de eventuais zonas de parada), de uma extremidade a outra e nos dois sentidos, mostrando as luzes de borda e de eixo em trechos anteriores e posteriores à cabeceira, as luzes de cabeceira ou de barra lateral de cabeceira, as luzes de zona de toque, as luzes de área de giro, luzes de fim de pista e de zona de parada.

Em relação à iluminação do pátio de aeronaves, a disposição e o direcionamento dos refletores são avaliados de forma a verificar se as aeronaves paradas nas posições de estacionamento recebem luz de duas ou mais direções, minimizando a ocorrência de sombras.

Assim, o desenho "*as built*" deve indicar a localização dos refletores, e o relatório fotográfico e/ou os vídeos devem apresentar imagens registradas durante a noite com os refletores ligados. Devem ser registradas imagens de cada uma das posições de estacionamento implantadas ou alteradas, preferencialmente a partir da linha de entrada das posições e na direção e no sentido que mostre a fonte de luz, como no exemplo da Figura 32. Na impossibilidade de se realizar o registro de uma aeronave estacionada, podem ser usados veículos dispostos sobre as linhas de entrada (Figura 33).



Figura 32. Iluminação da posição de estacionamento.

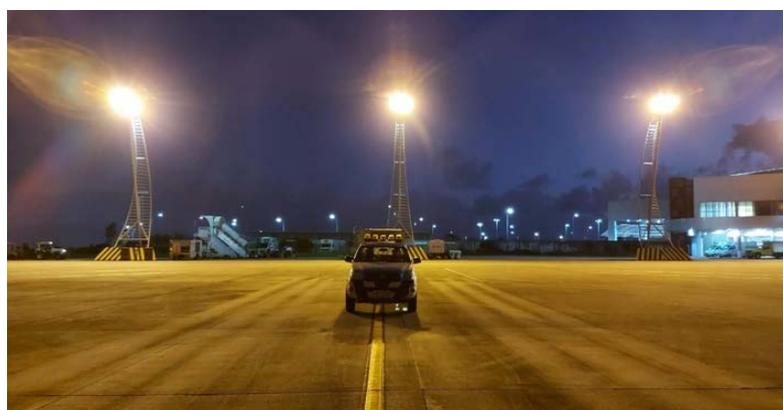


Figura 33. Iluminação da posição de estacionamento, com veículo simulando a posição de uma aeronave na posição.

Quanto às características das luzes, a cor é avaliada por meio do desenho "as built" e de relatório fotográfico e/ou vídeos. Para evidenciar o controle de intensidade das luzes, deve ser enviado vídeo mostrando os diferentes níveis de brilho das luzes, conforme ilustrado na Figura 34 a seguir:



Figura 34. Trechos de vídeo que mostra o controle da intensidade das luzes de borda de pista de pouso e decolagem.

No caso de luzes elevadas, devem ser enviadas imagens das luzes evidenciando a altura destas em relação à superfície, como no exemplo da Figura 35 abaixo. É importante que as imagens apresentem boa qualidade e que as medidas indicadas estejam legíveis. No caso de luzes embutidas, devem ser apresentadas imagens das luzes evidenciando o nivelamento com a superfície (vide a Figura 36 adiante).



Figura 35. Altura da luz elevada



Figura 36. Nivelamento da luz embutida em relação à superfície.

Quanto à frangibilidade das luzes, as formas de evidenciação de cumprimento são apresentadas no item 4.4 desse Guia.

4.2.3 SINALIZAÇÃO VERTICAL

Pistas de pouso e decolagem, pistas de táxi, vias de serviço e pátio de estacionamento de aeronaves podem dispor de sinalizações verticais de instrução obrigatória e de sinalizações verticais de informação.

As sinalizações verticais de instrução obrigatória incluem sinalizações verticais de designação de pistas de pouso e decolagem, sinalizações verticais de posição de espera para Categorias I, II ou III, sinalizações verticais de posição de espera de pista de pouso e decolagem, sinalizações verticais de posição de espera em via de serviço e sinalizações verticais de entrada proibida.

As sinalizações verticais de informação incluem sinalizações verticais de direção, sinalizações verticais de localização, sinalizações verticais de destino, sinalizações verticais de saída de pista, sinalizações verticais de pista livre e sinalizações verticais de interseção de decolagem.

Os requisitos de sinalização vertical envolvem aspectos relativos à localização, à dimensão, à cor, ao formato, à retrorrefletância ou à iluminação e à frangibilidade.

Para a verificação da conformidade das sinalizações verticais com os requisitos regulamentares de projeto, o operador do aeródromo deve apresentar as seguintes evidências:

- Relatório de características das sinalizações verticais;
- Desenho “*as built*” das sinalizações verticais; e
- Declaração ou manual de fabricante que ateste a frangibilidade das sinalizações verticais.

O relatório de características das sinalizações verticais deve conter:

- Relação das placas de sinalização vertical (vide a Figura 37);
- Dimensões de altura da sinalização vertical: altura da legenda, a altura da face da placa de sinalização e a altura da instalação da placa de sinalização (vide a Figura 38);
- Formato das inscrições e da face das placas de sinalização (vide a Figura 39);
- Imagens registradas durante o período diurno que mostrem medidas realizadas *in loco* da altura das instalações das placas de sinalização (vide a Figura 40);
- Imagens registradas durante o período noturno que demostrem que as sinalizações são retrorrefletivas ou iluminadas (vide a Figura 41) e;
- Informação sobre a frangibilidade das placas de sinalização vertical.

LISTA DE PAINÉIS DE SINALIZAÇÃO VERTICAL

PSV-01		PSV-14		PSV-31	
PSV-02		PSV-15		PSV-32	
PSV-03		PSV-16		PSV-33	
PSV-04		PSV-17		PSV-34	
PSV-05		PSV-18		PSV-35A ESQUERDO	
PSV-05		PSV-19		PSV-35B DIREITO	
PSV-06A DIREITO		PSV-20		PSV-36A ESQUERDO	
PSV-06B ESQUERDO		PSV-21		PSV-36B DIREITO	
PSV-07		PSV-22		PSV-37	
PSV-08		PSV-23		PSV-38	

Figura 37. Relação das sinalizações verticais implantadas ou alteradas.



Figura 38. Altura da legenda, da face e da instalação das placas de sinalização vertical.

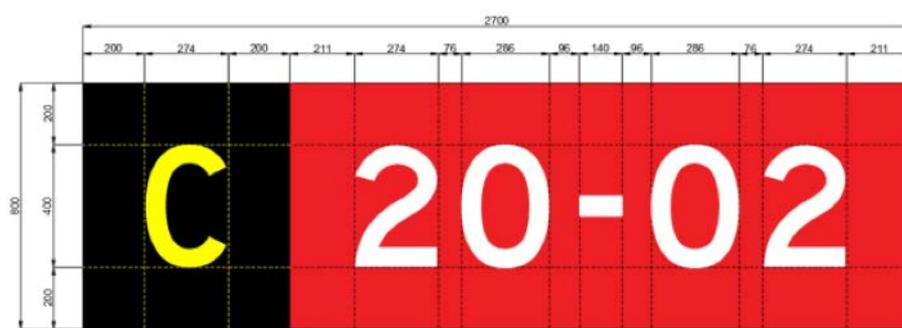


Figura 39. Formato das inscrições e da face das placas de sinalização.



Figura 40. Medidas realizadas *in loco* da altura das placas de sinalização vertical.



Figura 41. Imagens noturnas das placas de sinalização vertical.

O operador deve enviar também desenho "*as built*" da infraestrutura identificando a localização e a disposição (direção e sentido de leitura) das sinalizações verticais, além de apresentar cota da distância:

- Da placa de sinalização vertical até a borda da pista de pouso e decolagem ou da pista de táxi, conforme o caso;

- Entre o alinhamento transversal da sinalização vertical e o alinhamento transversal da sinalização horizontal de posição de espera de pista de pouso e decolagem ou da sinalização horizontal de posição intermediária de espera, quando estas não estiverem alinhadas;
- Da placa de sinalização vertical de uma pista de táxi até o eixo da pista de táxi que a intercepta, nos casos de interseções de pista de táxi em que não há sinalização horizontal de posição intermediária de espera; e
- Da sinalização vertical até o ponto de tangência entre o eixo da pista de pouso e decolagem e o eixo da pista de táxi, nos casos de sinalização vertical de saída de pista.



Figura 42. Desenho "as built" com indicação da localização (incluindo cotas) e disposição das sinalizações verticais.

4.2.4 INDICADOR DE DIREÇÃO DE VENTO

Para verificação da conformidade do indicador de direção vento com os requisitos regulamentares de projeto, o operador do aeródromo deve apresentar as seguintes evidências:

- a) Desenho "as built" do indicador de direção de vento;
- b) Relatório fotográfico e/ou vídeos – IDV; e
- c) Declaração ou manual do fabricante que ateste a frangibilidade do indicador, quando aplicável (vide o item 4.4 deste Guia).

O desenho "as built" (vide a Figura 43) deve apresentar as seguintes informações:

- Altura do mastro e comprimento e diâmetros das extremidades do cone;
- Cor do cone;
- Diâmetro, largura e cor da faixa circular e localização do suporte do cone indicador de direção de vento em relação à faixa circular; e
- Localização do indicador de direção de vento no aeródromo ou suas coordenadas geográficas e sua distância em relação ao eixo da pista de pouso e decolagem.

O operador deve apresentar no relatório fotográfico e/ou nos vídeos:

- Imagens registradas durante o período diurno que mostrem as características e medidas realizadas *in loco* das dimensões associadas ao indicador de direção de vento e da faixa circular (vide a Figura 44);
- Imagens registradas durante o período noturno que mostrem o indicador de direção de vento iluminado (vide a Figura 45).

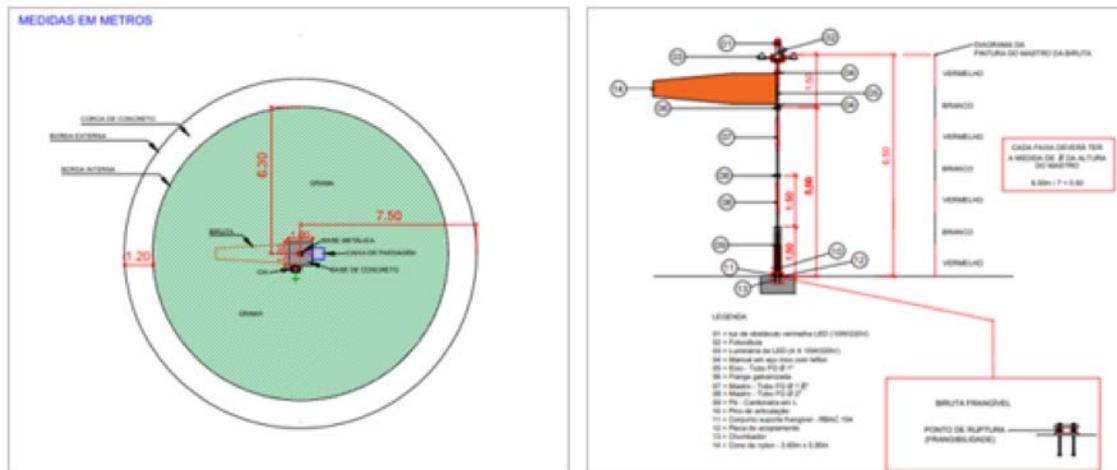


Figura 43. Desenho “as built” do indicador de direção de vento.



Figura 44. Medições do diâmetro e da largura da faixa circular do indicador de direção de vento.



Figura 45. Imagem noturna do indicador de direção de vento iluminado.

4.2.5 FAROL DO AERÓDROMO

Para verificação da conformidade do farol do aeródromo com os requisitos regulamentares de projeto, o operador do aeródromo deve apresentar as seguintes evidências:

- a) Desenho “*as built*” indicando a localização do farol do aeródromo ou suas coordenadas geográficas e sua distância em relação ao eixo da pista de pouso e decolagem;
- b) Vídeo do farol do aeródromo.

O vídeo do farol do aeródromo deve ser registrado ao entardecer, com o farol do aeródromo em funcionamento, durante um período mínimo contínuo de 60 segundos, sendo que as imagens devem ser registradas a uma distância e com resolução tal que seja possível perceber a(s) cor(es) e a frequência dos flashes.

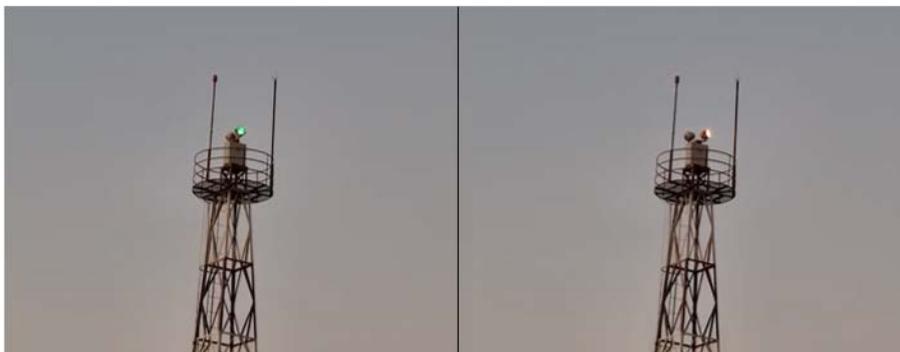


Figura 46. Imagens de farol do aeródromo registradas ao entardecer mostrando flashes na cor branca e verde.

4.3 SISTEMAS ELÉTRICOS

Este tópico visa a sugerir evidências para embasar a análise de cumprimento dos requisitos do RBAC nº 154 referentes aos sistemas elétricos contidos na Subparte F do regulamento. Orientações sobre o projeto e a instalação dos sistemas elétricos em aeródromos podem ser encontrados no [Manual de Sistemas Elétricos](#), disponibilizado no site da ANAC.

Com relação aos sistemas elétricos que alimentam os auxílios visuais, as evidências devem ser capazes de mostrar a quantidade e o tipo das fontes de alimentação, sejam elas primárias ou secundárias, como, por exemplo, fonte pública da concessionária de distribuição local, fonte local de energia (eólica, fotovoltaica etc.), grupos geradores e fonte ininterrupta de energia (UPS).

Como exemplo do que se espera observar quanto às fontes de energia, grupos geradores costumam ser compostos por um número de geradores tal que haja pelo menos um equipamento reserva. Assim, caso essa fonte de energia seja composta por dois geradores capazes de assumir a carga e um equipamento reserva (arranjo 2+1), as evidências devem demonstrar esse arranjo.

Já a fonte pública de energia pode ser composta por uma alimentação única ou por mais de uma alimentação. Em alguns casos, essas fontes são independentes e provenientes de subestações

fisicamente separadas (locais distintos). Nesses casos, é importante que as evidências apontem para a quantidade de fontes e a relação entre elas.

Ainda, as evidências devem conter informações referentes aos reguladores de corrente constante empregados, sobretudo para os circuitos das sinalizações luminosas, elencando a quantidade e o tipo desses equipamentos.

Por fim, devem ser enviadas informações que indiquem a quantidade e o tipo (em série ou em paralelo) dos circuitos utilizados para alimentação dos auxílios visuais.

Para tanto, esperam-se as seguintes evidências:

- a) Descrição sobre o funcionamento dos sistemas elétricos;
- b) Diagramas que indiquem o fornecimento de energia a partir das fontes primárias e secundárias (ver Figuras 2 e 3 do Manual de Sistemas Elétricos);
- c) Diagramas unifilares que retratem a distribuição das cargas e os circuitos dos auxílios visuais (ver Figuras 7 a 12 do Manual de Sistemas Elétricos); e
- d) Relatório fotográfico e/ou vídeos das fontes de energia, à exceção das fontes públicas; e
- e) Relatório em vídeo de teste de tempo de comutação.

Especificamente com relação ao tempo de comutação da fonte primária para a fonte secundária de energia, devem ser enviadas evidências em vídeo que demonstrem teste de transferência de carga tanto do ponto de vista da casa de força quanto do ponto de vista dos auxílios visuais. Os vídeos devem mostrar o momento da interrupção da fonte primária e o acionamento da fonte secundária, bem como as luzes da cabeceira mais distante da casa de força durante o teste, de modo que seja possível aferir o intervalo de tempo em que as luzes ficaram apagadas. É importante evidenciar que os vídeos foram realizados ao mesmo tempo (data e horário).

Caso o sistema elétrico seja dotado de fonte ininterrupta de energia, como um banco de baterias por exemplo, e não haja qualquer oscilação visual nas luminárias, recomenda-se, ainda, que seja feita uma filmagem dos quadros de controle da fonte ininterrupta de energia evidenciando que elas assumem a carga no momento em que há a interrupção da fonte primária.

4.5 FRANGIBILIDADE

Esta seção tem como objetivo apontar as evidências consideradas adequadas para demonstrar a frangibilidade dos diversos elementos que podem estar inseridos em áreas de segurança de pista de pouso e decolagem e de pistas de táxi.

Não se tem aqui a intenção de abordar a definição de frangibilidade, tampouco os critérios de frangibilidade aplicáveis a cada tipo de estrutura. Esses temas são abordados em detalhes no [Manual de Frangibilidade](#) disponível no site da ANAC.

Tipicamente, a faixa de pista de pouso e decolagem e a RESA são os elementos que podem possuir objetos frangíveis em seu interior, como, por exemplo, sinalização luminosa, incluindo o sistema de luzes de aproximação (ALS), sinalização vertical, auxílios-rádio e equipamentos meteorológicos.

Como definido no item 3.3 do Manual de Frangibilidade, há diferentes modos de falha que podem ser utilizados para garantir a frangibilidade de uma determinada estrutura. Os principais deles são o emprego de algum mecanismo de falha ou a construção da estrutura de modo que a frangibilidade seja garantida pelo seu colapso completo, seja por deformação plástica, seja por falha mecânica de uma porção aleatória do material.

Os mecanismos de falha normalmente empregados são:

- Parafuso “fusível”;
- Acoplamentos frangíveis; e
- Concentradores de tensão, como, por exemplo, chanfros, entalhes e reduções de diâmetro.

Caso a estrutura seja dotada de um desses mecanismos de falha, a frangibilidade pode ser evidenciada por meio de registros fotográficos do elemento. A Figura 47 apresenta exemplos desses mecanismos.



Figura 47. Exemplos de mecanismos de falha: parafuso fusível em base de antena de Localizer (imagem da esquerda); concentrador de tensão por redução de diâmetro em base de sinalização vertical (imagem ao centro); e acoplamento frangível em base de luminária de ALS (imagem da direita).

Já nos casos em que a frangibilidade se dá pela própria constituição da estrutura, não é possível evidenciar o atendimento ao requisito por meio de evidências fotográficas. Nesses casos, faz-se necessária declaração de profissional, fabricante ou instituição habilitada que ateste que a estrutura em questão atende aos critérios de frangibilidade elencados no Manual de Frangibilidade da ANAC ou na Parte 6 do DOC 9157 da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI).

5. REFERÊNCIAS

- Regulamento Brasileiro de Aviação Civil – RBAC nº 154, Emenda 07 – projeto de aeródromos;
- Instrução Suplementar – IS nº 154-001, Revisão A – Auxílios visuais para pátios de aeronaves;
- Instrução Suplementar – IS nº 154-002, Revisão A – Características físicas de aeródromos;
- Instrução Suplementar – IS nº 153.205-001, Revisão B – Monitoramento de irregularidade longitudinal, atrito e macrotextura do pavimento da pista de pouso e decolagem;
- Portaria nº 3.352/SIA, de 30 outubro de 2018;
- Manual de Cálculo de PCN de Pavimentos Aeroportuários Usando o COMFAA 3.0;
- Manual de Sistema Elétricos em Aeródromos;
- Manual de Frangibilidade;
- NBR nº 13.133/1994.

