

DOCUMENTO 2 DO ANEXO 1 - PARTE I - ANEXO 15.1.4

Arquitetura - TWRGNA

Sumário

1. OBJETIVO.....	2
2. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS.....	2
2.1 Torres de Controle (TWR) e Grupamento de Navegação Aérea (GNA).	2
2.1.1 GNA	2
2.1.2 TWR.	3
2.1.3 Cálculo da altura da TWR.	6
3. NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES.....	10
3.1 TWR-GNA.	10

1. OBJETIVO.

Este memorial visa definir os critérios e condicionantes mínimos necessários à elaboração de projetos de **Arquitetura** para as obras da CONTRATANTE, contem informações específicas sobre TWR/GNA e complementa o documento Arquitetura Geral.

2. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS.

2.1 Torres de Controle (TWR) e Grupamento de Navegação Aérea (GNA).

2.1.1 GNA

O projeto de arquitetura do GNA deverá observar os seguintes critérios:

- Sala AIS (Serviço de Informação Aeronáutica).
 - A sala AIS tem, por finalidade, coletar, selecionar e fornecer aos aeronavegante as informações aeronáuticas necessárias à realização segura, eficiente e regular de seus vôos, bem como receber e processar as mensagens que lhe forem atribuídas. Deverá ter uma área mínima de 30 m², dividida em uma sala de atendimento ao público (com área de aproximadamente 5 m²), com balcão e uma sala para atividades (com área de aproximadamente 15 m²), com armários para guarda de material de expediente, escaninhos para acondicionamento de pastas com publicações e mesa para utilização das tripulações em planejamento de vôo e consulta de publicações. Deverão ser previstos um balcão para exposição de NOTAM (Aviso para o aeronavegante), molduras para exposição de cartas aeronáuticas previstas, painel para informação de áreas condicionadas ativadas por NOTAM.
- Sala de Observações Meteorológicas (OBM).
 - Esta sala está conjugada à sala AIS, mas não é acessível aos pilotos e tem, por finalidade, receber, processar e fornecer informações sobre as condições meteorológicas. Deverá ter uma área mínima de 15 m², com balcão e quadro para exposição de informação meteorológica; painel para informação de condições meteorológicas operacionais do aeródromo da hora do nascer ao por do sol e da pista em uso e locais para equipamentos.
- Sala de Operador de estação Aeronáutica (ZW).
 - Esta sala é também conjugada à sala AIS e não acessível aos pilotos é a estação de comunicação do ONA e tem a necessidade de uma quantidade grande de equipamentos de comunicação aeronáutica, por isto, deverá ter uma área aproximada de 20 m².
- SAC (Seção de Aviação Civil).
 - Esta sala é conjugada à sala AIS e é acessível aos pilotos. Área mínima de 12 m². Prever armários e balcão de atendimento.
- Tarifa CONTRATANTE.

- Esta sala fica próxima à sala do SAC, é também acessível aos pilotos. Área de aproximadamente 12 m². Prever armários e balcão de atendimento.
- Suprimentos.
 - Sala para suprimentos, como formulários de plano de vôo, estatísticas. Prever armários para telex, boletins meteorológicos. Área aproximada de 12 m².
- Equipamentos.
 - Sala para equipamentos de gravação, transmissores de VHF. Área aproximada de 20 m². Prever armários.
- Oficina Local Especializada (OLE).
 - Oficina para os equipamentos de GNA e TWR. Prever armários e bancadas de trabalho. Área de aproximadamente 10 m².
- Sala de Instrução/reuniões.
 - Sala que pode servir tanto para instrução, como para reunião. Área de aproximadamente 20 m².
- Chefia e setor operacional.
 - Salas com função administrativa. Área aproximada de 12 m² cada uma. Prever mesas e armários.
- Apoio.
 - Sala para pessoal de apoio administrativo. Área aproximada de 10 m². Prever mesas e armários.
- Copa.
 - Área de aproximadamente 6 m². Prever pia e instalações para geladeira e fogão.
- Sanitário / vestiário masculino e feminino.
 - Área de aproximadamente 15 m². Prever armários e chuveiros.
- Casa de bombas e casa de máquinas.
 - Prever casa de bombas para os sanitários da TWR e casa de máquinas para elevador. Ver os critérios para bombas (em critérios para instalações hidrosanitárias) e critérios para elevadores.

2.1.2 TWR.

O projeto para TWR deverá observar os seguintes critérios:

- A TWR se compõe de duas partes básicas: o corpo da torre (onde estão a escada e o elevador) e a cabine, na parte superior (onde são feitas a observação e o controle do aeródromo).
- A dimensão da cabine, na altura do assoalho, deve ser de 5,5 m entre os eixos perpendiculares que se cruzam no centro. Estas dimensões poderão ser ampliadas em decorrência dos equipamentos auxiliares de controle de tráfego aéreo a serem instalados na TWR.
- A altura do pé direito deverá ser de 3,2 m para proporcionar uma boa visibilidade de todo o aeródromo. As calhas, beirais, quebra-sóis e outros anteparos para impedir a incidência solar não deverão projetar-se além de uma linha de visada que, tomada no ponto de visada do controlador na cabine, numa altura de 1,4 m, intercepte a laje de cobertura através da parte superior do vidro, num ângulo positivo de, no mínimo, 30' de arco.
- As colunas metálicas que suportam o teto da cabine da torre, devem ser em número de 12 colunas com seções transversais de 11,5 cm. As colunas de suporte da cobertura da TWR devem situar-se no perímetro da cabine e ter a mesma inclinação atribuída aos vidros. Deve-se usar, pelo menos, 6 colunas como canaletas de passagem de cabos, provenientes do teto, para os equipamentos da TWR.
- Os caixilhos que suportam os vidros, devem ser os mais estreitos possíveis e não devem obstruir a visibilidade dos controladores para o circuito de tráfego e para a área de manobras do aeródromo. Deve existir uma plataforma de manutenção com 70 cm de largura ao redor da cabine da TWR e cercada de gradil metálico de 1 m de altura. As escadas de acesso ao teto da cabine, para manutenção da antena e da cobertura, deverão ser escamoteáveis ou situadas na altura das colunas que se opõem à face de trabalho.
- Vidros: para minimizar reflexões na cabine da TWR, os vidros devem ser inclinados em ângulo de 15° com a vertical. Devem ser chatos, polidos, suficientemente espessos para suportar as pressões dos ventos mais fortes registrados para o aeródromo. O tipo de vidro utilizado, no que se refere a isolamento acústico, deve obedecer às seguintes normas da ABNT:

- Ø MBO0865 – Fixação de valores de redução de nível de ruído para edificações expostas ao ruído aeronáutico.

- Ø NBRI0152 – Níveis de ruído para conforto acústico.

- Ø NBRI 0829 – Caixilho para edificação, janela, medição da atenuação acústica.

- Ø NBR10856 – Caixilho para edificação – acústica dos edifícios.

- Ø NBRO9720 – Medição da redução do nível de ruído em dB para edificações submetidas ao ruído aeronáutico.

Para a manutenção e limpeza externa dos vidros, usa-se a plataforma de manutenção.

Os caixilhos deverão ser colocados de maneira que não obstruam a visão dos controladores que, trabalhando sentados, não devem ter restrições num ângulo positivo de 30° da horizontal e de 22°30' negativos.

- As escadas de acesso à TWR devem, preferencialmente, chegar na parte anterior à face de trabalho da cabine. A escada deverá ter, no mínimo, 80 cm e, no máximo, 120 cm de largura. Deve haver elevador com capacidade para 6 pessoas e cujas portas permitam o acesso de equipamentos da torre de controle transportados para manutenção.

- Deve-se prever saídas de incêndio de acordo com as normas mais recentes do Código de Obras do Estado em que se localiza a TWR.
- A laje de cobertura deve ser impermeabilizada, com uma inclinação de 1% para escoamento de águas pluviais.
- Deve-se ter um gradil metálico no perímetro, para proteger pessoas que devem acessá-lo para manutenção de equipamentos instalados no topo da cabine. A escada de acesso à cobertura deve ser estreita (60 cm) e localizada na parte oposta à face de trabalho, de preferência atrás de uma coluna.
- A estrutura do piso da cabine deve suportar os seguintes esforços:
 - Ø Pesos de materiais que representam uma parte estrutural permanente.
 - Ø Forças derivadas da força do vento, tremores de terra, toques ou impactos causados por equipamentos que transmitem forças dinâmicas à estrutura.
 - Ø Outros pesos que não os anteriores (pesos vivos), como: pessoal, equipamentos, granizo e outros fenômenos que possam ocorrer.
- Prever, no andar imediatamente inferior à cabine, sanitário masculino e feminino. No pavimento térreo, deverá ser dimensionada uma casa de bombas para estes sanitários. Os pavimentos intermediários do corpo da torre podem ser utilizados para instalações e depósito.
- Recomendações para o interior da cabine da TWR.
 - O teto, as paredes e o assoalho devem ser revestidos de material acústico que reduza o ruído interno. Em regiões de clima tropical, o revestimento com placas de isopor reduz o calor da cabine e o ruído interno.
 - A iluminação da cabine deve ser de baixa intensidade e com possibilidade de ser reduzida. Deve ser embutida no teto, com um dispositivo de variação de intensidade.
 - O serviço de controle de aeródromo conta, basicamente, com as seguintes posições operacionais: *controle de aeródromo, controle de solo, tráfego e supervisor*. Ao se dimensionar uma cabine de TWR deve-se situar, lado a lado, as posições de controle de aeródromo e controle de solo e ambas com ampla visão de suas áreas de efetividade (circuito de tráfego, final e área de manobras). Para a posição “tráfego”, a visibilidade é desejável, mas não obrigatória. Para a posição “supervisor”, deve haver uma visão de todas as posições de serviço (controle de aeródromo, controle de solo, tráfego e outras necessárias). Deve-se ter uma boa visão do circuito de tráfego e área de manobras.
 - A forma genérica dos consoles de TWR deve se ajustar às necessidades específicas e de coordenação entre as posições operacionais e aos princípios gerais de ergonomia. Os consoles devem ser dimensionados para receber os equipamentos de auxílio ao controlador, colocando ao alcance de suas mãos, todos os dispositivos de ajuste ou diálogo com o computador. Suas medidas horizontais devem se ajustar à necessidade de equipamentos e às dimensões previstas para a TWR. Nos aeródromos em que a densidade de tráfego exige frequências específicas para os controladores de aeródromo, de solo e de tráfego, recomenda-se que as posições dos consoles de aeródromo e de controle de solo operem lado a lado e de frente para o campo de trabalho dos respectivos trabalhadores. Deve-se prever ventilação dos equipamentos situados no interior dos consoles cujas portas, situadas à retaguarda para facilitar a manutenção pelo corredor, devem ser em estilo veneziana.

2.1.3 Cálculo da altura da TWR.

- **Critérios relativos aos sítios para torre de controle.**

- A eficiência do serviço de controle de aeródromo depende do bom desempenho de pessoal qualificado e está diretamente condicionada à localização e a altura da cabine de operações dentro do complexo aeroportuário e do terreno em que atua.

Neste trabalho pretendemos estabelecer os procedimentos que devem ser seguidos, os critérios a serem utilizadas, as considerações que se deve tomar e a metodologia aplicável na eleição e avaliação de sítios para TWR.

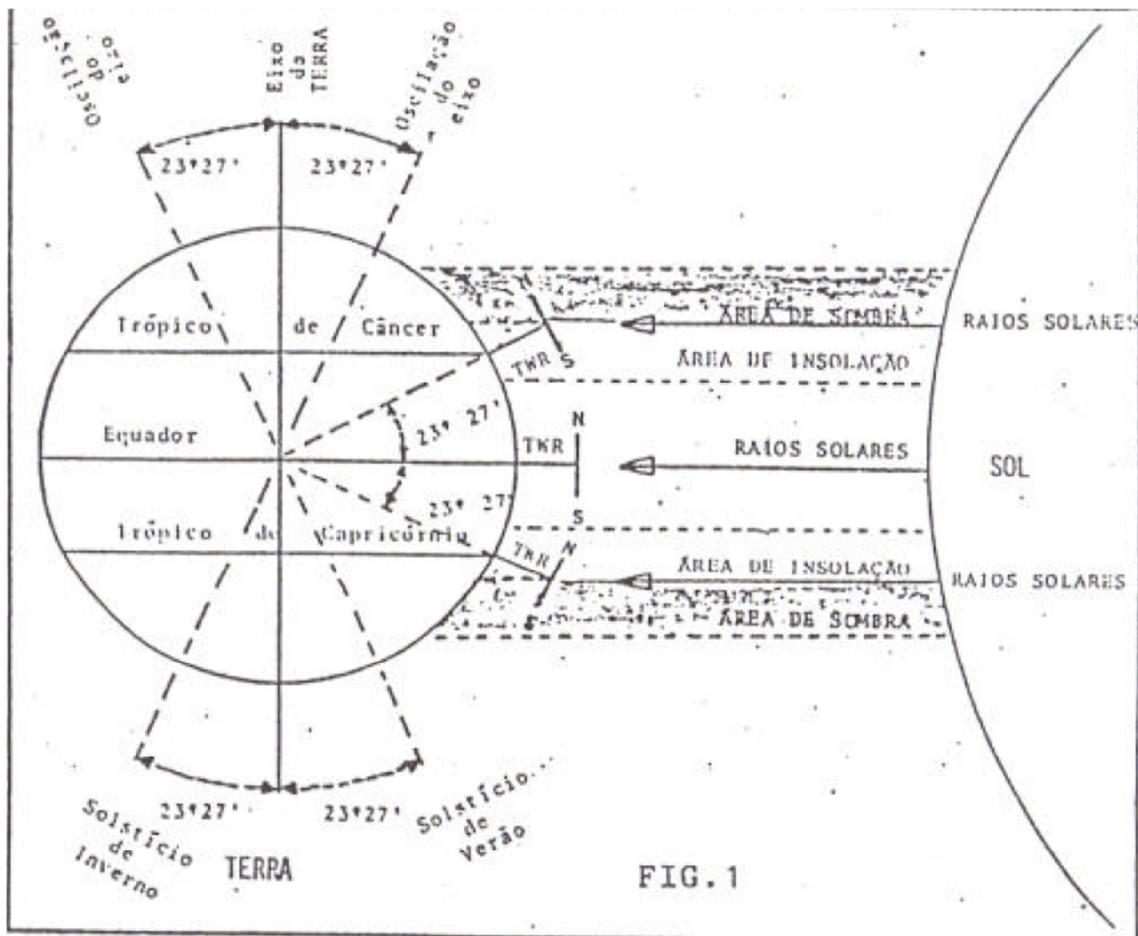
- **Critérios Gerais.**

- A determinação da altura e da localização da torre de controle deve ser antecipada por sondagens do terreno, levando-se em consideração os fatores relativos à economia de construção, facilidades de acesso, condições do subsolo, possibilidades de expansão, etc. Deve-se procurar um sítio que, com uma torre mais baixa possível, satisfaça os requisitos fundamentais abaixo relacionados:

- a) Deve-se proporcionar ao controlador do aeródromo, ampla e total visibilidade do circuito de tráfego sob seu controle, sendo que este requisito deve, na medida do possível, estender-se às demais posições operacionais. Também deve-se proporcionar uma visão direta e ampla da aproximação da pista IFR, bem como das demais pistas em operação;
- b) Deve-se proporcionar aos controladores, visibilidade ampla e desobstruída, de todas as áreas utilizadas pelas aeronaves em movimento na superfície do aeródromo sob controle da torre. Deve-se considerar esses requisitos em função do posicionamento, na cabine do controlador, solo; embora recomende-se idêntica especificação aos demais controladores. Toda a área de manobras (Pistas de Pouso/decolagem e de rolamento/táxi) deve estar integralmente na área de visão do controlador solo, pois esta área é de sua total responsabilidade no tocante ao movimento de aeronaves e veículos;
- c) O sítio selecionado deve dispor de área suficiente para acomodar as edificações iniciais e permitir futuras expansões. Deve também ser dimensionado para o estacionamento de veículos, áreas de abastecimento, de grupos geradores e outros equipamentos julgados adequados ao projeto;
- d) Deve-se avaliar as interferências da altura da torre de controle nos gabaritos das Zonas de Proteção de Aeródromo estabelecidos pela autoridade aeronáutica. Os desvios dos padrões estabelecidos pela legislação pertinente devem, na medida do possível, ser evitados; **ver o documento : Portaria nº 1141/GM5, de 8/12/1987, do Ministério da Aeronáutica – publicada no Diário Oficial da União, Seção I, de 9/12/1987, que dispõe sobre Zonas de proteção e Aprova o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos.**
- e) Deve-se avaliar também a influência do prédio da torre no desempenho dos auxílios rádio à navegação e à aproximação instaladas ou por instalar, no aeródromo (ILS, VOR/DME, RT/R, RÁDAR, etc.);
- f) Deve-se avaliar a profundidade de percepção das superfícies sob controle da torre. Este item diz respeito à habilidade de discernir o número e o tipo de grupo de aeronaves/ou veículos em movimento na superfície da área de manobras. A percepção visual do controlador aumenta quando sua linha de visão está perpendicular ou oblíqua (não paralela) à linha estabelecida pela aeronave e/ou veículo em movimento e não deve ser inferior a 35 minutos de ângulo.
- g) No hemisfério Sul, a face operacional da cabine deve ser orientada, preferencialmente para o Sul, a fim de se evitar a incidência solar no controlador. Se não for possível manter-se a operação com face Sul, deve-se procurar

orientála, alternativamente, para Oeste, Norte ou Leste, evitando-se uma orientação que coloque aproximação final em linha com o nascer e o por do sol.

OBSERVAÇÃO - A orientação da face de trabalho das torres de controle torna-se importante em razão da inclinação do eixo da terra em $23^{\circ}27'$ nos solstícios de verão e de inverno. Na figura I acima, procura-se dar uma visão desse fenômeno.



- h) A visibilidade da torre não pode ser prejudicada por fontes externas de luzes, tais como: luzes do pátio de estacionamento de aeronaves e veículos. Deve-se também observar superfícies refletoras que possam ofuscar a visão do controlador;
- i) Deve-se também procurar proporcionar uma boa visibilidade do pátio de estacionamento que está inserida na ÁREA DE MOVIMENTO, mas não constitui a ÁREA DE MANOBRAS;
- j) Devem-se levar em consideração os fenômenos meteorológicos locais a fim de que se possam avaliar as necessidades de equipamentos auxiliares a serem instalados na TWR; objetivando melhorar o controle de aeródromo e de solo;
- k) Deve-se procurar avaliar os efeitos de ruídos no desempenho operacional, procurando-se minimizá-los com insonorização sempre que julgada aplicável;
- l) Deve-se evitar que o acesso ao sítio da TWR cruze com áreas de operações de aeronaves;
- m) Deve-se estudar o Plano Diretor do aeródromo, dando-se ênfase à avaliação de futuras construções que possam se transformar em obstáculos à visibilidade

indispensável à TWR. Incluem-se nesta análise, futuras pistas de pouso/decolagem e de rolamento;

- n) Finalmente, deve-se evitar a implantação da cabine, nas proximidades de áreas industriais que prejudiquem a visibilidade em decorrência de fumaça ou outros tipos de detritos.

- **Determinação do nível de visualização do controlador:**

Para se encontrar os requisitos mínimos relativos à profundidade de percepção visual do controlador, deve-se instalar a cabine da TWR na altura em que a linha de visada que, dela partindo, intercepta a superfície do aeródromo **num ângulo mínimo de 35 minutos de arco**. Para que se possa avaliar com precisão a altura adequada, deve-se:

- a) Dispor das cotas e inclinações das secções da área de manobras nas quais, julga-se que a visibilidade adequada seja mais difícil. Nessa análise usam-se regularmente as cabeceiras de pistas, as pistas de rolamento que dão acesso às cabeceiras e as áreas de espera, quando previstas. Além dessas secções, deve-se considerar outras para as quais se julgue necessária ampla visibilidade sobre aeronaves e veículos em movimento. Deve-se dispor também das cotas dos terrenos selecionados para implantação da TWR;
- b) Dispor da declividade/atividade das secções estudadas em relação aos sítios em análise. Deve-se dar muita atenção na determinação do grau de aclive/declive das secções consideradas. As secções em declive devem ser, prioritariamente avaliadas, pois elas demandam sempre uma altura maior da cabine de vigia. Se uma pista de rolamento que dará acesso a uma cabeceira de pista de pouso/decolagem, apresentar um perfil em declive, em relação à visada da TWR, sua análise será mais importante que a cabeceira, se sua secção apresentar maior elevação que a pista de rolamento em avaliação. Em todas as secções, apreciadas pelo analista, o ângulo de visada do controlador deve ser de, no mínimo, **35 minutos de arco**;
- c) Fórmula para determinação do nível mínimo de visada. Partindo-se do fato de que, o olho humano, só se apercebe de um objeto em movimento numa superfície plana; se o ângulo de incidência de sua visada com a secção observada **for igual ou superior a 35 minutos de ângulo**, a elevação mínima do olho do controlador. Deve situar-se no nível obtido pela seguinte fórmula:

$$E_o = EMSA + D \cdot \text{Tg} (35 \text{ min} + AH)$$

Onde: **E_o** = Elevação do olho do observador.

EMSA = Elevação Média da Secção Avaliada.

D = Distância do sítio proposto para a TWR à secção avaliada.

AH = Ângulo formado pela linha horizontal do ponto visado com a cota de nível do ponto selecionado para localização da TWR. Determina-se o AH da seguinte forma:

- **Procedimentos relacionados à escolha de sítios.**

Para se encontrar o melhor sítio onde implantar uma torre de controle é mister que se realize um estudo minucioso e completo. Para que não se esqueça nenhum elemento associado, recomenda-se seguir os procedimentos abaixo estabelecidos.

Estudos Teóricos:

- a) Utilizando-se o Plano Diretor mais atualizado, um mosaico aéreo do terreno, uma carta de obstáculos e um mapa topográfico do aeródromo e áreas circundantes, estabelecem-se os sítios prováveis;
- b) Confronta-se a estrutura requerida para a TWR com as demais estruturas existentes ou previstas no Plano Diretor. Essa análise é importante porquanto, muitas vezes, a altura de um prédio ou hangar previsto no Plano Diretor, poderá gerar áreas de sombras para os controladores de tráfego aéreo na cabine;
- c) Devem-se considerar as possibilidades de a estrutura do prédio da TWR prejudicar o desempenho dos auxílios rádio à navegação e à aproximação (ILS, RADAR, VOR/DME, VORTAC, NDB, TC.). As áreas de proteção desses auxílios deverão ser projetadas no Plano Diretor antes que se escolham os sítios para avaliação;
- d) Devem-se projetar, também, as áreas do plano básico das zonas de proteção de aeródromo, procurando selecionar sítios que não firam os padrões desejáveis. Embora a TWR possa ser considerada um auxílio à navegação deve-se, na medida do possível, evitar que sua altura fira os padrões estabelecidos pelas normas e recomendações do Anexo 14 à Convenção de Chicago, ou às normas específicas estabelecidas pelo Estado Contratante.

Estudos de Campo:

- a) Os sítios selecionados teoricamente, devem ser avaliados nos estudos de campo onde se lhes pode adicionar outros sítios que, pela observação local, aparentem condições satisfatórias;
- b) Considera-se, na avaliação de cada sítio, a disponibilidade e/ou o custo de se construir estradas de acesso e outras facilidades;
- c) Deve-se proceder as necessárias sondagens do solo para se assegurar de que ele suportará a estrutura projetada para o prédio da TWR;
- d) Deve-se considerar também, os custos decorrentes das necessidades de se levar ao local da TWR cabos elétricos, telefônicos e etc.
- e) Finalmente, recomenda-se a feitura de um quadro fotográfico, panorâmico, que apresentemos 360° de visibilidade aérea, necessários ao controlador de aeródromo.

Recomendações relativas ao sítio selecionado.

Uma vez definido o sítio que receberá a estrutura da TWR, os dados a ele relativos, deverão ser registrados em documento específico e associados ao Plano Diretor. Normalmente devem conter as seguintes informações:

- a) Localização do sítio em relação ao Plano Diretor do Aeroporto, em coordenadas geográficas;
- b) Altura da estrutura especificada;
- c) Exposição das razões que satisfazem os critérios relacionados ou as razões julgadas convenientes para contrariar alguns deles;
- d) Exposição fotográfica panorâmica dos 360° de visibilidade proporcionados pela cabine no nível em que foi implantada. Esta exposição deverá ser orientada para o norte verdadeiro e deve ser a cores para permitir uma interpretação precisa das superfícies e objetos visados;
- e) Deve ser confeccionado um mapa de sombras que evidencie as áreas nas quais os controladores sofrerão restrições de visibilidade em razão de outras estruturas. Admite-se restrições de visibilidade no pátio de estacionamento, não as devendo admitir na ÁREA DE MANOBRAS. Se na área de manobras existir sombras para o controlador, esses pontos devem ser registrados para que não se atribua ao controle de aeródromo, a responsabilidade pelo controle de secções sobre as quais não tem visibilidade ou sobre as quais o radar de superfície tenha suas informações obstruídas por obstáculos naturais ou artificiais;

- f) Deve-se plotar as vias de acesso e os dutos, para a passagem de cabos de energia, de telefonia, etc.;
- g) Deve-se registrar as razões econômicas, consideradas na seleção dos sítios e os custos estimados para cada um no que concerne às sondagens, preparação do terreno, vias de acesso, extensão das necessidades de água e facilidades (toaletes, lanchonetes, etc.);
- h) Finalmente, recomenda-se um desenho que apresente o circuito de tráfego padrão para o aeródromo, bem como a área de manobras (pistas de pouso/decolagem, pistas de rolamento/táxi, áreas de espera e seus acessos). Esse desenho definirá de forma insofismável, as limitações que a TWR impõe às demais estruturas futuras do Plano Diretor.

3. NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES.

3.1 TWR-GNA.

- 'Airport Development Reference Manual', da 'International Air Transport Association' (IATA);

Normas da Federal Aviation Agency – FAA – Order 6480.4;

Instruções para Elaboração de Projetos de Torres de Controle de Aeródromo – Rémy Gomes Ferreira.

- Anexo 14 ("Aeródromos") da Convenção de Chicago, da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI);
- Manual de Projetos de Aeródromos, da OACI (código OACI: 9157);
- Manual de Planejamento de Aeroportos, da OACI (código OACI: 9184); Portaria nº 1.141/GM-5, de 08/12/1996, do Ministério da Aeronáutica;

Norma de Serviço 2508-0796, de 01/07/1996, do DAC.