

Manual de ESTUDO DE COMPATIBILIDADE DE AEROPORTOS



MANUAL DE ESTUDO DE COMPATIBILIDADE DE AEROPORTOS

SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA – SIA

1ª EDIÇÃO

Novembro / **2021**

SUPERINTENDENTE

Giovano Palma

GERENTE DE CERTIFICAÇÃO E SEGURANÇA OPERACIONAL

Fábio Lopes Magalhães

GERENTE TÉCNICO DE INFRAESTRUTURA E OPERAÇÕES AEROPORTUÁRIAS

Javã Atayde Pedreira da Silva

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL

Javã Atayde Pedreira da Silva

Marcelo Campos Versiani

Roberta David de Aquino Santos

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Assessoria de Comunicação Social (ASCOM)

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

gtop@anac.gov.br

CONTROLE DE REVISÕES

REVISÃO	DATA	APROVADO POR:	DESCRIÇÃO DA MUDANÇA
01	10/11/2021	Giovano Palma (SIA)	Edição inicial

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	5
2. OBJETIVO	6
3. PÚBLICO-ALVO	7
4. PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO	8
5. CERTIFICAÇÃO OPERACIONAL DE AEROPORTOS	9
6. ESTUDO DE COMPATIBILIDADE	11
6.1 Considerações Gerais	11
6.2 Elaboração e conteúdo do Estudo de Compatibilidade	12
6.3 Racionais de requisitos, desafios e potenciais soluções/medidas mitigadoras	14
6.3.1 Largura da pista de pouso e decolagem	15
6.3.2 Acostamento da pista de pouso e decolagem	17
6.3.3 Área de giro	18
6.3.4 Faixa de pista de pouso e decolagem	19
6.3.5 Áreas de Segurança de Fim de Pista (RESA)	22
6.3.6 Largura de pista de táxi	24
6.3.7 Distância entre eixos de pista de táxi e de pista de pouso e decolagem	25
6.3.8 Distância mínima entre eixos de pistas de táxi	28
6.3.9 Distância mínima entre pista de táxi e objeto	28
6.3.10 Acostamento de pista de táxi	30
6.3.11 Nivelamento de faixas de pista de táxi	31
6.3.12 Afastamento entre posições de estacionamento de aeronaves	32
6.3.13 Sistema Visual Indicador de Rampa de Aproximação	34
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
APÊNDICE A – GUIA DE ESTUDO DE COMPATIBILIDADE	41
ANEXO A – EXEMPLOS DE ESTUDO DE COMPATIBILIDADE	42

1. APRESENTAÇÃO

Os aeroportos do Brasil que forem construídos a partir de 2009 devem cumprir as especificações estabelecidas no RBAC 154 – *Projeto de Aeródromos* para as características físicas, auxílios visuais e sistemas elétricos da infraestrutura da área de movimento.

Para as instalações aeroportuárias existentes quando da publicação do RBAC 154 (12/05/2009), o regulamento estabelece disposições transitórias no parágrafo 154.601(a), dentre as quais se enquadram os aeroportos regidos pelo RBAC 139 – *Certificação Operacional de Aeroportos*.

Nesse contexto de aplicação dos requisitos do RBAC 154 a instalações aeroportuárias existentes, um Estudo de Compatibilidade é o documento importante para guiar as ações que serão adotadas por parte do operador de aeródromo e pela Agência no processo de certificação operacional, ou de emenda ao Certificado.

Essa avaliação de compatibilidade também é necessária quando o operador aéreo propõe a operação de uma aeronave maior a ser acomodada no aeroporto, inicialmente não projetado para aquele tamanho de aeronave.

Nesse sentido, caso algum requisito de infraestrutura não seja atendido para o código de referência cuja certificação operacional ou alteração das especificações operativas é pleiteada, e não seja viável a adequação integral, a viabilidade da operação pode ser demonstrada pelo operador de aeródromo por meio de um Estudo de Compatibilidade, desde de que a operação pretendida atenda os racionais do requisito ou sejam propostos procedimentos operacionais que mitiguem o risco.

2. OBJETIVO

Este Manual apresenta a metodologia e procedimentos a serem seguidos para a realização de uma avaliação da compatibilidade entre a operação da aeronave e a infraestrutura e procedimentos do aeródromo, baseados no Doc 9981 - *Procedures for Air Navigation Services - PANS Aerodromes* da Organização de Aviação Civil Internacional - OACI.

3. PÚBLICO-ALVO

Este manual se destina principalmente aos operadores de aeródromos que estejam visando sua certificação ou pretendam receber uma operação mais exigente que o código de referência definido em suas especificações operativas.

Siglas e definições utilizadas neste Manual podem ser consultadas nos regulamentos publicados pela Agência ou no site ANACPÉDIA.

4. PLANEJAMENTO AEROPORTUÁRIO

Aeroportos são equipamentos urbanos complexos, tendo seu projeto e sua execução realizados com grande especialização. Com custo alto, tanto de sua obra quanto do terreno onde é construído, a função do aeroporto precisa estar alinhada com o planejamento de longo prazo da cidade e da região a que serve. Um aeroporto, ao ser concebido, deve considerar a área para o sítio inicial e também para suas futuras expansões. Um planejamento bem feito resultará em expansões sem transtornos.

Uma expansão da infraestrutura tem custos financeiros consideráveis. Sua viabilidade técnica, econômica e ambiental deve considerar, contudo, não apenas o retorno para o transporte aéreo em si, mas também a riqueza que ele atrai para toda a economia da região. Um real gasto em passagem aérea em um aeroporto geralmente se converte em vários reais para a economia. Linhas aéreas regulares viabilizam diversos negócios e também dinamizam os negócios já existentes.

Portanto, apesar do grande custo envolvido, a expansão de uma infraestrutura aeroportuária pode-se tornar algo viável, no longo prazo, ao considerar o potencial retorno econômico relacionado à conexão de uma região à malha aérea nacional e internacional.

Nesse sentido, é importante que seja realizado um planejamento adequado, através da elaboração de um Plano Diretor Aeroportuário - PDIR, no qual é projetado o crescimento das operações do aeroporto e definida a necessidade da expansão de sua infraestrutura. O plano deve considerar a demanda futura da região pelo transporte aéreo, assim como questões ambientais, como por exemplo o ruído aeronáutico. É fundamental que haja uma coordenação entre os planos diretores do aeroporto e da cidade, bem como com o Plano Aeroviário Nacional – PAN.

NOTA! O processo de aprovação de PDIR é disciplinado por meio da Resolução ANAC nº 153, de 18/06/2010, e de suas disposições complementares, em especial o anexo IV da Portaria SIA nº 3352/2018.

O PDIR, portanto, é uma ferramenta usada para orientar a expansão da infraestrutura aeroportuária de forma ajustada à evolução do transporte aéreo, fazendo com que as especificações operativas almejadas para o aeroporto sejam alcançadas em conformidade com os requisitos de infraestrutura, proporcionando ao aeroporto um crescimento sustentável, permitindo futuras expansões bem como ainda maior integração com o resto do país.

5. CERTIFICAÇÃO OPERACIONAL DE AEROPORTOS

A certificação de um aeroporto define suas especificações operativas, ou seja, os tipos de operações aéreas que o aeroporto está autorizado a receber, e atesta a capacidade do operador de aeródromo de cumprir os regulamentos técnicos da ANAC relativos à segurança operacional e resposta à emergência aeroportuária, comprovada por meio do Manual de Operações do Aeródromo - MOPS aprovado pela ANAC.

NOTA! Uma solicitação para condução de operação mais exigente que aquela delimitada pelo código de referência do aeródromo pode ser autorizada pela Agência como operação especial, ou seja, através de uma Autorização para Operação Especial, conforme o RBAC 139.

O RBAC 139 estabelece os critérios para obtenção do certificado operacional de aeroporto e emenda ao Certificado, bem como dispõe sobre as fases do processo.

A compatibilidade entre a operação da aeronave crítica pretendida e as características físicas e operacionais do aeródromo é um dos principais aspectos da avaliação técnica conduzida no processo de certificação operacional, conforme parágrafo 139.207(a)(3) do RBAC 139.

Para tanto, é utilizada a metodologia do código de referência do aeródromo preconizada no RBAC 154. Esse código é o principal parâmetro de entrada para comparação das características dos componentes aeroportuários com os requisitos do RBAC 154. Além desse método, há a compatibilização da categoria contraincêndio exigida para o aeródromo.

No entanto, conforme entendimento apresentado no Doc 9981, o código de referência fornece um ponto de partida para uma avaliação da compatibilidade entre a aeronave e o aeroporto, não sendo o único método para análise da segurança operacional da infraestrutura aeroportuária.

Nesse sentido, caso algum requisito de infraestrutura não seja atendido para o código de referência cuja certificação é pleiteada, e não seja viável o saneamento dessa não conformidade, a compatibilidade “Aeronave x Aeroporto” pode ser verificada com base nas características físicas e operacionais específicas da aeronave pretendida, através da realização de um Estudo de Compatibilidade.

NOTA! Mais informações sobre a Certificação Operacional de Aeroportos podem ser obtidas no Manual de Certificação Operacional de Aeroportos da ANAC, disponível no site da Agência neste [link](#).

Emendas ao Certificado, ou alterações das especificações operativas, também precisam de aprovação da Agência antes de sua efetiva implementação. As informações mínimas das especificações operativas são:

- Código de referência de aeródromo;
- Tipo de operação por pista/cabeceira:
 - VFR, IFR ou ambos;
 - não precisão, precisão e sua categoria;
 - diurna, noturna ou ambos;
- Categoria Contraincêndio do Aeródromo - CAT;
- Autorizações de Operações Especiais, se existentes;
- Restrições operacionais, se existentes.

6. ESTUDO DE COMPATIBILIDADE

6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Conforme definição do RBAC 139, Estudo de Compatibilidade é o estudo elaborado pelo operador de aeródromo para abordar o impacto da introdução de um tipo de aeronave ou procedimento que represente uma operação mais exigente que aquela autorizada pelas especificações operativas do aeródromo.

Em um Estudo de Compatibilidade podem ser avaliadas as margens de segurança providas por um requisito, aplicando-se seu racional às características físicas e operacionais de uma aeronave ou a uma condição operacional específica.

Se o Estudo de Compatibilidade demonstrar um nível equivalente de segurança, ou mesmo um nível aceitável em que os riscos estão devidamente mitigados, o operador de aeródromo pode solicitar à ANAC a aprovação de um Nível Equivalente de Segurança Operacional – NESO ou uma isenção a um requisito, visando à inclusão dessa aeronave específica em suas especificações operativas, através de uma Autorização para Operação Especial.

NOTA! Um Estudo de Compatibilidade pode ser conduzido para um aeroporto que pretende ser certificado e, nesse caso, as adequações que o estudo indicar podem ser objeto de um Plano de Ações Corretivas – PAC com prazo máximo de correção de 3 anos. Nesse caso, uma Análise de Impacto sobre a Segurança Operacional – AISO deve ser elaborada para compor a proposta de PAC. Mais orientações, ver o Manual de Certificação Operacional de Aeroportos da ANAC.

Recomenda-se que o Estudo de Compatibilidade seja realizado de forma colaborativa entre as partes afetadas, incluindo operador de aeródromo, operador aéreo e representantes do serviço de tráfego aéreo (ATS).

É importante ainda que o operador de aeródromo dê conhecimento aos novos operadores aéreos entrantes no aeroporto dos termos de uma Autorização para Operação Especial concedida pela Agência.

ATENÇÃO! O estudo de compatibilidade é específico para um determinado contexto operacional e para um determinado tipo de aeronave.

NOTA! É comum ser solicitada a Autorização para Operação Especial por aeroportos com características físicas voltadas para a aviação geral, mas que buscam receber voos regulares com aeronaves de maior porte, mesmo com limitações em suas características físicas. Um exemplo é quando a infraestrutura de um aeródromo permite a operação regular e sem restrições de aeronaves com código de referência

“2C”, mas é possível, por meio de um Estudo de Compatibilidade, demonstrar que a operação de um ATR 72 (código de referência “3C”) pode ocorrer com nível equivalente de segurança, ou mesmo no nível aceitável em que os riscos estão devidamente mitigados.

6.2 ELABORAÇÃO E CONTEÚDO DO ESTUDO DE COMPATIBILIDADE

O Estudo de Compatibilidade deve abordar no mínimo os seguintes tópicos:

1. Características físicas do aeroporto;
2. Especificações operativas pretendidas, se for um pedido de certificação;
3. Características físicas e operacionais da aeronave crítica;
4. Avaliação quanto ao atendimento dos requisitos do RBAC 154 para cada componente da infraestrutura;¹
5. Avaliação, com base nas características físicas e operacionais específicas da aeronave pretendida, dos requisitos de infraestrutura que não puderam ser atendidos;
6. Mudanças necessárias nos procedimentos operacionais do aeródromo, quando aplicável;
7. Proposta de adequação dos componentes da infraestrutura incompatíveis, quando aplicável; e
8. Avaliações de risco específicas (AISO), quando não for possível cumprir o requisito.

As seguintes informações podem ser necessárias para a elaboração do estudo:

- Quanto às características físicas da aeronave crítica pretendida para a operação:
 - A envergadura da aeronave (*wingspan*);
 - Largura exterior entre as rodas do trem de pouso principal (*Outer Main Gear Wheel Span – OMGWS*);
 - Altura da cauda (*empenagem*);
 - Comprimento da fuselagem;
 - Curvas de velocidade do *jet blast* dos motores, principalmente na potência de saída do repouso (*breakaway*) e de decolagem (*take off*);
 - Carga máxima da aeronave; e
 - Categoria Contraincêndio da aeronave - CAT-AV.²

NOTA! As informações das características físicas e operacionais das aeronaves podem ser obtidas no manual de planejamento aeroportuário fornecido pelo fabricante. Algumas informações constam na planilha Características Físicas e Operacionais de Aeronaves Comerciais disponível no site da Agência.

- Com relação às características físicas e operacionais do aeroporto:
 - Largura da pista de pouso e decolagem;

¹ A ANAC disponibiliza uma ferramenta de auxílio aos operadores de aeródromo chamada “Declaração de Conformidade – RBAC 154”.

² Orientações sobre a compatibilização da operação com a CAT do aeródromo podem ser obtidas no Manual do SESCINC da Agência. Acessado em 21/06/2021.

- Largura da pista de pouso e decolagem mais o acostamento;
- Dimensões das áreas de giro;
- Dimensões da RESA;
- Dimensões da faixa de pista;
- Largura e acostamentos das pistas de táxi que serão utilizadas pela aeronave crítica;
- Curvas de pista de táxi;
- Distâncias de separação entre pistas de táxi, pista de táxi e pista de pouso e decolagem e pista de táxi e objetos;
- Distância das posições de espera de pista de pouso e decolagem;
- Afastamentos das posições de estacionamento de aeronaves;
- Categoria Contraincêndio do Aeródromo, se aplicável.

NOTA! Dependendo do tipo de operação pretendida (se IFR não precisão ou precisão, por exemplo) e das características do entorno do aeródromo, requisitos relativos a alguns auxílios visuais se aplicam também como o Sistema de Luzes de Aproximação (ALS), tempo de comutação da fonte secundária e sistema visual indicador de rampa de aproximação, por exemplo.

De acordo com a natureza da compatibilidade, um argumento lógico e geométrico pode ser suficiente para demonstrar a segurança das operações.

Mas, adicionalmente podem ser necessárias avaliações de risco, realizadas de acordo com uma das metodologias abaixo:

- a) Para certos perigos, a análise de risco pode depender do desempenho da aeronave. Assim, a análise pode ser baseada nas características de navegação da aeronave (ex. se há capacidade de navegação mais precisa), nas suas características de manobrabilidade, na infraestrutura requerida por ela, em resultados de simulação bem como da análise de relatórios de investigação de acidentes e incidentes envolvendo aquela aeronave.
- b) Para outros perigos, a análise de risco não é relacionada ao desempenho de uma aeronave ou sistema específico, sendo baseada em estatísticas de operações existentes ou em análises de acidentes e incidentes relacionados com aquele elemento da infraestrutura em análise. Havendo dados e modelagem, a avaliação pode ser baseada em modelos genéricos de avaliação quantitativa de risco.

NOTA! Mais orientações de como conduzir uma avaliação de risco podem ser obtidas no RBAC 153, na IS 154.5-001, nos manuais da ANAC e no Doc 9859 – Safety Management Manual (SMM).

Por fim, o resultado do Estudo de Compatibilidade deve fornecer as informações necessárias para subsidiar:

- uma decisão quanto à viabilidade da operação da aeronave crítica, ou mais exigente, no aeródromo;
- uma decisão sobre as mudanças necessárias na infraestrutura e procedimentos operacionais do aeródromo para garantir operações seguras, levando em consideração o desenvolvimento do aeródromo; e
- as ações de supervisão da segurança e monitoramento contínuo das condições especificadas na certificação do aeródromo a serem realizadas pela ANAC.

6.3 RACIONAIS DE REQUISITOS, DESAFIOS E POTENCIAIS SOLUÇÕES/ MEDIDAS MITIGADORAS

Nos Doc 9157 - *Aerodrome Design Manual* e Doc 9981, há um conjunto de racionais de requisitos de infraestrutura aeroportuária, bem como potenciais soluções/medidas mitigadoras relacionadas a não conformidades desses requisitos.

O Doc 9981 identifica ainda possíveis desafios a serem enfrentados para uma operação mais exigente, relacionados a cada elemento da infraestrutura, identificados com base na experiência, julgamento operacional e análise de perigos. Tais informações visam dar suporte para a elaboração de um Estudo de Compatibilidade.

A seguir são listados os racionais, desafios e potenciais soluções/medidas mitigadoras relacionadas aos elementos da infraestrutura aeroportuária considerados mais relevantes para a compatibilidade, considerando a realidade da infraestrutura aeroportuária brasileira e os processos de NESOs e isenções avaliados pela ANAC.

NOTA! A IS 154-002 - Características físicas de aeródromos esclarece, detalha e orienta a aplicação de requisitos atinentes às características físicas de aeródromos contidos na Subparte C do RBAC 154.

Tais soluções/medidas mitigadoras basicamente têm o objetivo de atuar no potencial perigo, através da redução da possibilidade de ocorrer um incidente/acidente ou da minimização da severidade desses eventos, caso ocorram, de forma a manter o risco das operações no aeródromo em um nível aceitável.

Os racionais são apresentados para permitir uma avaliação específica de cada requisito. Assim, mesmo que um componente aeroportuário não atenda o requisito para determinado código de referência (ou para determinado intervalo de valores da largura exterior entre as rodas do trem de pouso principal, OMGWS, para aqueles requisitos vinculados a esse parâmetro), aplicando-se o racional do requisito às características físicas de uma aeronave específica, as margens de segurança do requisito podem ser avaliadas.

NOTA! As soluções/medidas mitigadoras listadas não são mandatórias para todos os casos e tampouco exaustivas. É importante que suas implementações e impactos sejam previamente discutidos no Runway Safety Team – RST do aeroporto.

NOTA! Procedimentos adicionais podem ser necessários para aeródromos com operações em baixa visibilidade.³

NOTA! O Estudo de Compatibilidade pode requerer ainda uma revisão no Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo - PBZPA.⁴

6.3.1 LARGURA DA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM

Objetivo:

Permitir o pouso e a decolagem de aeronaves de forma segura, proporcionando proteção no caso de um desvio lateral durante a decolagem/decolagem abortada ou durante o pouso.

Não conformidade associada:

Largura de pista de pouso e decolagem insuficiente.

Racional:

As larguras estabelecidas em regulamento para pistas de pouso e decolagem têm como base estudos que avaliaram desvios laterais a partir do eixo de pista de diferentes aeronaves em diversas pistas de pouso e decolagem. O requisito está relacionado à largura exterior entre as rodas do trem de pouso principal (OMGWS) da aeronave crítica e a aspectos operacionais das aeronaves.



$$\text{Largura da pista (W)} = \text{OMGWS} + 2 \times \text{Distância p/ borda}$$

Essa equação pode ser desmembrada para a seguinte:

$$\text{OMGWS} + 10 \sigma + 2 \times$$

³ Orientações adicionais quanto a operações em baixa visibilidade estão disponíveis na IS 153-109.

⁴ Mais detalhes quanto ao PBZPA podem ser obtidos em regulamentação específica do Comando da Aeronáutica.

onde " σ " é o desvio padrão baseado na distribuição de desvio lateral das aeronaves e " x " é um offset do eixo da pista para a categoria de aeronaves.⁵

Desafios:

Principais causas de acidentes ou incidentes / fatores relacionados:

- a) Durante operações de decolagem / decolagem abortada:
 - 1) problema na aeronave (rotação assimétrica e / ou reverso assimétrico, mau funcionamento das superfícies de controle, sistema hidráulico, pneus, freios, sistema de direcionamento do trem de pouso de nariz, centro de gravidade e motores (falha do motor, ingestão de objetos estranhos));
 - 2) condições temporárias da superfície do pavimento (água acumulada, sujeira, resíduos (borracha), FOD, pavimento danificado, coeficiente de atrito da pista);
 - 3) condições permanentes da superfície do pavimento (declives transversais e longitudinais e características de atrito da pista);
 - 4) condições meteorológicas (como chuva forte, vento cruzado, ventos fortes / rajadas de vento, visibilidade reduzida); e
 - 5) fatores humanos (tripulação, manutenção, balanceamento, fixação da carga).
- b) Durante operações de pouso:
 - 1) problema na aeronave (mau funcionamento do trem de pouso, superfícies de controle, sistema hidráulico, freios, pneus, direcionamento do trem de pouso de nariz e motores (reverso e posicionamento dos manetes);
 - 2) condições temporárias da superfície do pavimento (água acumulada, sujeira, resíduos (borracha), FOD, pavimento danificado, coeficiente de atrito da pista);
 - 3) condições permanentes da superfície do pavimento (declives transversais e longitudinais e características de atrito da pista);
 - 4) condições meteorológicas (como chuva forte, vento cruzado, ventos fortes / rajadas de vento, tempestades / tesouras de vento, visibilidade reduzida);
 - 5) fatores humanos (ou seja, *hard landings*, tripulação, manutenção);
 - 6) características físicas da pista de pouso e decolagem que podem contribuir para um evento de ilusão visual (relação largura/comprimento da pista e declividade longitudinal);
 - 7) interferência no sinal do localizador ILS, onde são usados procedimentos de *autoland*;
 - 8) interferência em auxílio à aproximação;
 - 9) ausência de equipamento de orientação na aproximação, como VASIS ou PAPI; e
 - 10) velocidade e tipo de aproximação.

⁵ Os valores de " σ " e " x " por categoria de aeronaves utilizados no *Aerodrome Reference Code Panel* - ARCP 1980 foram:

Código	σ	x
C	2,9 m	0,6 m
D	3,0 m	0,8 m
E	2,7 m	1,7 m

Potenciais soluções/medidas mitigadoras (a serem implantadas sozinhas ou em combinação com outras medidas):

- a) prover acostamentos pavimentados ou não pavimentados com resistência e geometria adequadas de forma que a largura total da pista, incluindo seus acostamentos, estejam de acordo com o requerido para o código de referência;
- b) implantar luzes de eixo de pista de pouso e decolagem;
- c) aumentar a frequência de realização de inspeção de FOD na pista;
- d) limitar largura do trem de pouso;
- e) prover *grooving* ou Camada Porosa de Atrito - CPA;
- f) restringir a operação na pista da aeronave crítica caso o sistema visual indicador de rampa de aproximação esteja fora de serviço;
- g) estabelecer requisitos diferenciados para as condições funcionais da pista (irregularidade longitudinal, coeficiente de atrito e profundidade de macrotextura) bem como aumentar a frequência do seu monitoramento;
- h) limitar operações com vento de través e rajadas;
- i) limitar operações durante chuvas fortes;
- j) estabelecer requisitos diferenciados de manutenção para garantir boas condições de visualização da sinalização horizontal e luminosa para o piloto;
- k) restringir a operação na pista somente àqueles operadores aéreos com aeronaves que possuam procedimentos suplementares para operação em pistas estreitas aprovados no *Aircraft Flight Manual* - AFM e que estejam devidamente incorporados em seus procedimentos; e
- l) prover procedimentos de aproximação por instrumento com guia vertical.

6.3.2 ACOSTAMENTO DA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM⁶

Objetivos:

- a. Minimizar danos na aeronave no caso de uma excursão lateral de pista e possibilitar que a aeronave retorne à pista de pouso e decolagem em caso de excursão lateral;⁷
- b. Fornecer proteção contra os jatos dos motores e impedir a ingestão de FOD; e
- c. Suportar o tráfego de veículos, como Carro Contraincêndio de Aeródromo – CCI e veículos de manutenção.

Não conformidade associada:

Acostamento de pista de pouso e decolagem insuficiente ou inexistente.

Racional:

As larguras requeridas para acostamentos de pistas de pouso e decolagem estão relacionadas à envergadura da aeronave crítica e principalmente à posição dos motores externos da aeronave.

Desafios:

Principais causas de acidentes ou incidentes / fatores relacionados:

⁶ Mais orientações, ver a seção 6.3 da IS 154-002 do RBAC 154.

⁷ A resistência do acostamento deve ser capaz de suportar a passagem da aeronave sem provocar danos estruturais a ela.

- a) desvios do eixo da pista;
- b) características específicas do motor da aeronave, como altura, localização e potência do motor (informações sobre a posição do motor externo, as curvas de velocidade do *jet blast* assim como as direções do jato na decolagem são necessárias para calcular a largura necessária do acostamento); e
- c) tipo e capacidade de resistência do solo (massa, pressão dos pneus e características do trem de pouso da aeronave).

Potenciais soluções/medidas mitigadoras (a serem implantadas sozinhas ou em combinação com outras medidas):

- a) no caso de aeronaves código “F” com quatro (ou mais) motores em aeródromos “E”, prover acostamentos internos pavimentados com largura necessária para proteção contra os jatos dos motores, considerando o desvio lateral da aeronave a partir do eixo de pista bem como as características específicas da aeronave quanto à posição externa do motor bem como velocidade e direção dos jatos dos motores na decolagem;
- b) ampliar ou melhorar o acostamento contra efeitos do *jet blast*, conforme estabelecido na IS 154-002;
- c) aumentar a frequência de realização de inspeção de FOD na pista, sobretudo antes e depois da operação da aeronave crítica, se o acostamento for de grama.⁸

6.3.3 ÁREA DE GIRO⁹

Objetivo:

Permitir que uma aeronave realize uma curva de 180° sobre a pista de pouso e decolagem.

Não conformidade associada:

- a. Ausência de espaçamento suficiente entre trem de pouso e borda de área de giro; e
- b. Necessidade de a aeronave empregar ângulos maiores do que 45° com o trem de pouso de nariz.

Racional:

As larguras requeridas para as áreas de giro são determinadas somando a metade da largura exterior entre as rodas do trem de pouso principal (OMGWS) da aeronave crítica com a distância mínima entre a roda do trem de pouso principal e a borda do pavimento (valor definido na Tabela C-2 do RBAC 154).



Largura da área de giro = $\frac{1}{2}$ OMGWS + Distância p/ borda

⁸ Em caso de operação das new larger airplanes (NLA), o problema de ingestão de FOD pelos motores é ainda mais crítico.

⁹ Mais orientações, ver a seção 6.4 da IS 154-002 do RBAC 154.

Desafios:

Principais causas de incidentes / fatores relacionados:

- a) aeronave com característica inadequada ou falha mecânica (capacidade de manobra em solo, aeronaves longas, mau funcionamento no direcionamento do trem de pouso de nariz, motor, freios);
- b) condições adversas da superfície da pista (água empoçada, coeficiente de atrito);
- c) perda de orientação visual do eixo da área de giro (manutenção inadequada da sinalização horizontal e luzes);
- d) fatores humanos, incluindo aplicação incorreta do procedimento para realização da curva de 180° (direcionamento do trem de pouso de nariz, potência assimétrica, freio diferencial).

Potenciais soluções/medidas mitigadoras (a serem implantadas sozinhas ou em combinação com outras medidas):¹⁰

- a) avaliar a capacidade de manobra da aeronave no solo (ângulo máximo de guiagem da roda do trem de nariz);
- b) manter sinalização horizontal e luminosa adequada;
- c) prover acostamentos;
- d) garantir proteção contra *jet blast*;
- e) garantir proteção do ILS, se necessário.

6.3.4 FAIXA DE PISTA DE POUSO E DECOLAGEM

Objetivo:

- a. Reduzir o risco de danos a uma aeronave que acidentalmente sai da pista, fornecendo uma área limpa e nivelada, que atende a inclinações longitudinais e transversais específicas e a requisitos de capacidade de suporte; e
- b. Proteger uma aeronave em voo durante o pouso, pouso abortado ou decolagem, fornecendo uma área livre de obstáculos, exceto auxílios permitidos à navegação aérea.

Não conformidade associada:

- a. Dimensões insuficientes da faixa de pista;
- b. Obstáculos em faixa de pista;
- c. Declividades acentuadas, ou mudanças abruptas;
- d. Baixa capacidade de suporte da faixa preparada.

Racional:

As larguras requeridas para faixas de pista de pouso e decolagem estão relacionadas à probabilidade da ocorrência de eventos de desvios laterais de aeronaves durante operações de pouso ou decolagem, com base em históricos de incidentes e acidentes.

¹⁰ Para demonstrar a compatibilidade da operação da aeronave na área de giro e em curvas de pista de táxi, são necessárias simulações para evidenciar que a operação atende as margens de segurança definidas pelos requisitos.

Desafios:

Quando os requisitos de faixas de pista não puderem ser alcançados, as dimensões disponíveis, a natureza e localização dos obstáculos na faixa de pista, o tipo de aeronave e o nível de tráfego no aeródromo devem ser considerados.

Além do risco de colisão para aeronaves em sobrevoos ou aeronaves em solo que saem lateralmente da pista, um obstáculo em uma faixa de pista pode representar ainda uma fonte de interferência aos auxílios à navegação.

Restrições operacionais podem ser aplicadas ao tipo de aproximação, de forma a ajustar as dimensões disponíveis para a faixa de pista, levando em consideração também:

- a) topografia do terreno bem como a presença de obstáculo na faixa de pista (a pista de pouso e decolagem é uma *tabletop runway*?);
- b) tipo de aeronave e o nível de tráfego no aeródromo;
- c) características de atrito e drenagem da pista que possam levar a problemas de contaminação da pista e frenagem da aeronave;
- d) auxílios visuais e de navegação aérea disponíveis;
- e) tipo de aproximação;
- f) predominância da pista em relação a decolagem ou decolagem abortada e pouso;¹¹ e
- g) histórico de eventos de saída lateral (*veer off*) na pista.

Principais causas de acidentes ou incidentes / fatores relacionados:

- a) falha mecânica (mau funcionamento do sistema de freios ou do sistema de manetes dos motores);
- b) características específicas da aeronave, como sua manobrabilidade e capacidade de controle em resposta a eventos como falhas mecânicas, condições de contaminação da pista e vento cruzado;
- c) condições adversas da superfície da pista (água empoçada, lâmina d'água maior que 3 mm, coeficiente de atrito);
- d) condições meteorológicas adversas no aeródromo, incluindo tempestades e vento cruzado;
- e) fatores humanos relativos a *Crew Resource Management* – CRM ou mesmo falhas na execução de *go around* em caso de aproximação não estabilizada.

¹¹ Os históricos de excursões laterais de pista mostram que as causas de acidentes / incidentes desse tipo não são iguais em operações de decolagem e de pouso. Portanto, as análises podem precisar ser realizadas separadamente, para cada tipo de operação. Falhas mecânicas são causas frequentes de acidente em excursões de pista durante decolagens, enquanto condições meteorológicas adversas, como tempestades, estão mais presentes em acidentes / incidentes de pouso. Mau funcionamento do sistema de freios ou do sistema de manetes dos motores também são fatores significativos em eventos de desvios laterais durante operações de pouso.

Potenciais soluções/medidas mitigadoras (a serem implantadas sozinhas ou em combinação com outras medidas):¹²

- a) estabelecer requisitos diferenciados para as condições funcionais da pista (irregularidade longitudinal, coeficiente de atrito e profundidade de macrotextura) bem como aumentar a frequência do seu monitoramento;
- b) garantir que informações precisas e atualizadas das condições meteorológicas bem como das condições e características da pista estejam disponíveis e sejam transmitidas às tripulações de voo de forma oportuna, principalmente quando as tripulações de voo precisam fazer ajustes operacionais;¹³
- c) melhorar o banco de dados do aeródromo quanto a dados operacionais e dados de vento, incluindo tesouras de vento e outras informações meteorológicas relevantes, particularmente quando se tratar de mudança significativa nas condições meteorológicas do aeródromo;
- d) estabelecer requisitos diferenciados para garantir manutenção da sinalização horizontal e luminosa em boas condições de visibilidade para o piloto;
- e) implementar melhorias nos auxílios visuais e à navegação aérea, aumentando, desta forma, a precisão no momento do toque na pista. Por exemplo, as luzes simples da zona de toque podem ser instaladas para fornecer aos pilotos uma consciência situacional melhorada;
- f) remover o obstáculo ou reduzir sua dimensão, quando possível;
- g) iluminar e sinalizar o obstáculo, assim como publicar sua existência e localização nas informações aeronáuticas;
- h) estabelecer restrições para operação de pouso na cabeceira caso não haja provisão de sistema visual indicador de rampa de aproximação, ou esteja indisponível temporariamente;
- i) operadores aéreos podem: avaliar a possibilidade de limitar a operação de pouso dependendo do vento de través de acordo com seus procedimentos e equipamentos; condicionar operações de pouso à utilização pelas aeronaves de *maximum breaking*;¹⁴ exigir horas mínimas de experiência no aeródromo para os pilotos;
- j) restringir operações em condições meteorológicas adversas, como durante chuvas fortes (definir, em cooperação com os operadores aéreos, as condições meteorológicas adversas e outros fatores relevantes para os procedimentos operacionais do aeródromo, publicando adequadamente tais informações);
- k) formular outros procedimentos ou restrições operacionais, em coordenação com os operadores aéreos, divulgando as informações nas publicações aeronáuticas;
- l) dependendo da localização e natureza do obstáculo mais próximo, restringir operações da aeronave crítica somente em condições meteorológicas visuais;¹⁵
- m) prover procedimentos de aproximação por instrumento com guia vertical.

¹² Mais orientações para a avaliação de risco em virtude de não conformidades na faixa de pista podem ser verificadas no Apêndice A da IS 154.5-001.

¹³ Com vista a prover mais informação e de forma padronizada sobre as condições da pista, o aeroporto pode buscar implementar a metodologia Global Report Format – GRF. Mais informações, ver o Manual de Avaliação e Reporte das Condições de Superfície de Pista.

¹⁴ Ao pousar utilizando *maximum breaking*, a aeronave terá atingido baixas velocidades quando se aproximar de obstáculos localizados próximo à parte central ou final da pista. Tal medida, portanto, não seria efetiva caso o obstáculo esteja localizado próximo à cabeceira onde é realizado o pouso.

¹⁵ Dependendo das dimensões disponíveis para atender os requisitos da faixa de pista, pode-se demonstrar um NESO para operações da aeronave crítica em condições meteorológicas visuais tendo em vista a redução nas dimensões estabelecidas pelo requisito.

6.3.5 ÁREAS DE SEGURANÇA DE FIM DE PISTA (RESA)

Objetivo:

Reduzir o risco de danos a aeronaves que realizam o toque antes de alcançar a cabeceira (*undershoot*) ou que ultrapassam acidentalmente o fim da pista de pouso e decolagem (*overrun*).

Não conformidade associada:

- a. Dimensões insuficientes da RESA;
- b. Obstáculos na RESA;
- c. Declividades acentuadas.

Racional:

As dimensões requeridas para RESAs estão relacionadas à probabilidade da ocorrência de eventos de *overrun* ou *undershoot* durante operações de pouso ou decolagem, com base em históricos de incidentes e acidentes.

Desafios:

Os seguintes aspectos devem ser levados em consideração na análise:

- a) natureza e localização de qualquer perigo além do final da pista;
- b) topografia do terreno bem como a presença de obstáculo além da RESA (a pista de pouso e decolagem é uma *tabletop runway*?);
- c) tipo de aeronave e o nível de tráfego no aeródromo;
- d) características de atrito e drenagem da pista que possam levar a problemas de contaminação da pista e frenagem da aeronave;
- e) auxílios visuais e de navegação aérea disponíveis;
- f) tipo de aproximação;
- g) comprimento e declividade longitudinal da pista, em particular o comprimento operacional da aeronave necessário para decolagem e pouso versus as distâncias disponíveis da pista, incluindo o excesso de pista disponível além do necessário; e
- h) histórico de eventos de *overrun* e *undershoot* na pista.

Principais causas de acidentes ou incidentes / fatores relacionados:

- a) falha mecânica (mau funcionamento do sistema de freios ou do sistema de manetes dos motores);
- b) características específicas da aeronave, como sua manobrabilidade e capacidade de controle em resposta a eventos como falhas mecânicas, condições de contaminação da pista e vento de cauda;
- c) condições adversas da superfície da pista (água empoçada, lâmina d'água maior que 3 mm, coeficiente de atrito);
- d) condições meteorológicas adversas no aeródromo, incluindo tempestades e vento de cauda;
- e) fatores humanos relativos a *Crew Resource Management* - CRM ou mesmo falhas na execução de *go around* em caso de aproximação não estabilizada;

- f) características físicas da pista e do entorno do aeródromo que poderiam contribuir para um evento de ilusão visual (relação largura/comprimento da pista, declividade longitudinal, características do entorno). Além disso, uma pista curta exige mais carga de trabalho da tripulação e aumenta o risco de *overrun* dependendo da relação entre pista disponível e pista requerida.

Potenciais soluções/medidas mitigadoras (a serem implantadas sozinhas ou em combinação com outras medidas):

- a) estabelecer requisitos diferenciados para as condições funcionais da pista (irregularidade longitudinal, coeficiente de atrito e profundidade de macrotextura) bem como aumentar a frequência do seu monitoramento;
- b) garantir que informações precisas e atualizadas das condições meteorológicas bem como das condições e características da pista estejam disponíveis e sejam transmitidas às tripulações de voo de forma oportuna, principalmente quando as tripulações de voo precisam fazer ajustes operacionais;¹⁶
- c) melhorar o banco de dados do aeródromo quanto a dados operacionais e dados de vento, incluindo tesouras de vento e outras informações meteorológicas relevantes, particularmente quando se tratar de mudança significativa nas condições meteorológicas do aeródromo;
- d) estabelecer requisitos diferenciados para garantir manutenção da sinalização horizontal e luminosa em boas condições de visibilidade para o piloto;
- e) implementar melhorias nos auxílios visuais e à navegação aérea, aumentando, desta forma, a precisão no momento do toque na pista. Por exemplo, as luzes simples da zona de toque podem ser instaladas para fornecer aos pilotos uma consciência situacional melhorada;
- f) estabelecer restrições para operação de pouso na cabeceira caso não haja provisão de sistema visual indicador de rampa de aproximação, ou esteja indisponível temporariamente;
- g) operadores aéreos podem: avaliar a possibilidade de limitar a operação de pouso dependendo do vento de cauda de acordo com seus procedimentos e equipamentos; condicionar operações de pouso à utilização pelas aeronaves de *maximum breaking*; exigir horas mínimas de experiência no aeródromo para os pilotos;
- h) restringir operações em condições meteorológicas adversas, como durante chuvas fortes (definir, em cooperação com os operadores aéreos, as condições meteorológicas adversas e outros fatores relevantes para os procedimentos operacionais do aeródromo, publicando adequadamente tais informações);
- i) formular outros procedimentos ou restrições operacionais, em coordenação com os operadores aéreos, divulgando as informações nas publicações aeronáuticas;
- j) prover procedimentos de aproximação por instrumento com guia vertical;
- k) reduzir as distâncias declaradas da pista para prover a RESA por medida mitigadora ou por medida alternativa;¹⁷
- l) instalar sistema de desaceleração de aeronaves (EMAS), como complemento ou alternativa às dimensões de RESA padrão, quando necessário;
- m) prover *grooving* ou Camada Porosa de Atrito – CPA.

¹⁶ Com vista a prover mais informação e de forma padronizada sobre as condições da pista, o aeroporto pode buscar implementar a metodologia Global Report Format – GRF. Mais informações, ver o Manual de Avaliação e Reporte das Condições de Superfície de Pista.

¹⁷ Mais orientações sobre RESA por medida mitigadora e por medida alternativa podem ser obtidas no Apêndice C da IS 154.5-001.

6.3.6 LARGURA DE PISTA DE TÁXI

Objetivo:

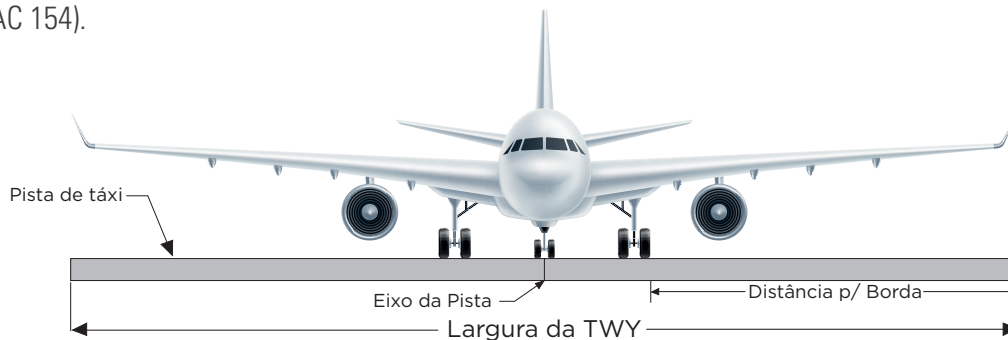
Permitir o movimento rápido e seguro das aeronaves.

Não conformidade associada:

Largura de pista de táxi insuficiente.

Racional:

As larguras requeridas para as pistas de táxi são determinadas somando a largura exterior entre as rodas do trem de pouso principal (OMGWS) da aeronave crítica com o dobro da distância mínima entre a roda do trem de pouso principal e a borda da pista de táxi (valor definido na Tabela C-3 do RBAC 154).



Largura da TWY = OMGWS + 2 x Distância p/ borda (cf. Tabela C-3 do RBAC 154)

Desafios:

A precisão e a atenção do piloto são questões-chave, uma vez que estão fortemente relacionadas com a margem de segurança entre a roda externa do trem de pouso principal e a borda da pista de táxi.

Deve-se limitar, conforme o caso, a potência do motor da aeronave para evitar danos nas sinalizações luminosas e verticais da pista de táxi, bem como evitar erosão da faixa nivelada da faixa de pista de táxi.

Os Estudos de Compatibilidade relacionados à largura de pista de táxi podem considerar:

- o uso de estatísticas de desvios de aeronaves em pistas de táxi para calcular a probabilidade de uma excursão lateral, de acordo com a largura da pista de táxi. Deve ser avaliado, sempre que possível, o impacto dos sistemas de orientação disponíveis e das condições meteorológicas e de superfície da pista sobre a probabilidade de uma excursão de pista;
- a visão da pista de táxi na cabine; e
- a distância da roda externa do trem de pouso principal da aeronave.

Principais causas de incidentes / fatores relacionados:

- a) falha mecânica (sistema hidráulico, freios, direcionamento do trem de pouso de nariz);
- b) condições adversas da superfície da pista de táxi (água empoçada, coeficiente de atrito, etc.);
- c) perda de orientação visual do eixo da pista de táxi por más condições de visualização dos auxílios visuais ou por baixa visibilidade;
- d) fatores humanos (incluindo controle direcional, erro de orientação, carga de trabalho antes da decolagem); e
- e) velocidade de táxi da aeronave.

Potenciais soluções/medidas mitigadoras (a serem implantadas sozinhas ou em combinação com outras medidas):

- a) instalar luzes de eixo de pista de táxi, onde não há obrigatoriedade dessas sinalizações;
- b) estabelecer requisitos diferenciados para garantir manutenção da sinalização horizontal e luminosa em boas condições de visibilidade para o piloto;
- c) prover as aeronaves com sistemas de câmeras de táxi para auxiliar na orientação (no caso de operação de aeronaves código "F");
- d) reduzir a velocidade de táxi, por meio de divulgação de informação aeronáutica e implementação de sinalização de TAXI SLOWLY;¹⁸
- e) instalar luzes de borda de pistas de táxi adicionais;
- f) demonstrar que o afastamento reduzido entre trem de pouso e borda da pista está em nível aceitável, usando dados de desvios da pista de táxi;
- g) utilizar rotas alternativas para o táxi da aeronave crítica (ou mais exigente);
- h) utilizar orientação por viatura de operações do *follow me*;
- i) ampliar os filetes existentes ou construir novos filetes (em trechos curvos);
- j) estabelecer, em acordo operacional com o operador aéreo, a execução do procedimento *pilot judgemental oversteering*;
- k) limitar o tamanho da aeronave permitida a trafegar na pista de táxi de acordo com o OMGWS máximo que preserva os afastamentos da Tabela C-3 do RBAC 154 e apropriadamente divulgar as informações nas publicações aeronáuticas. Nesse caso, recomenda-se o uso da sinalização horizontal MAX SPAN, por clareza para os pilotos.

6.3.7 DISTÂNCIA ENTRE EIXOS DE PISTA DE TÁXI E DE PISTA DE POUSO E DECOLAGEM

Objetivo:

- a. Evitar colisão entre uma aeronave que sofreu uma excursão de pista com uma aeronave na pista de táxi que parcial ou integralmente está inserida na faixa de pista;
- b. Evitar violação em faixa de pista por aeronave em operação em uma pista de táxi paralela;
- c. Evitar interferência no sinal ILS causado por uma aeronave taxiando ou parada na pista de táxi.

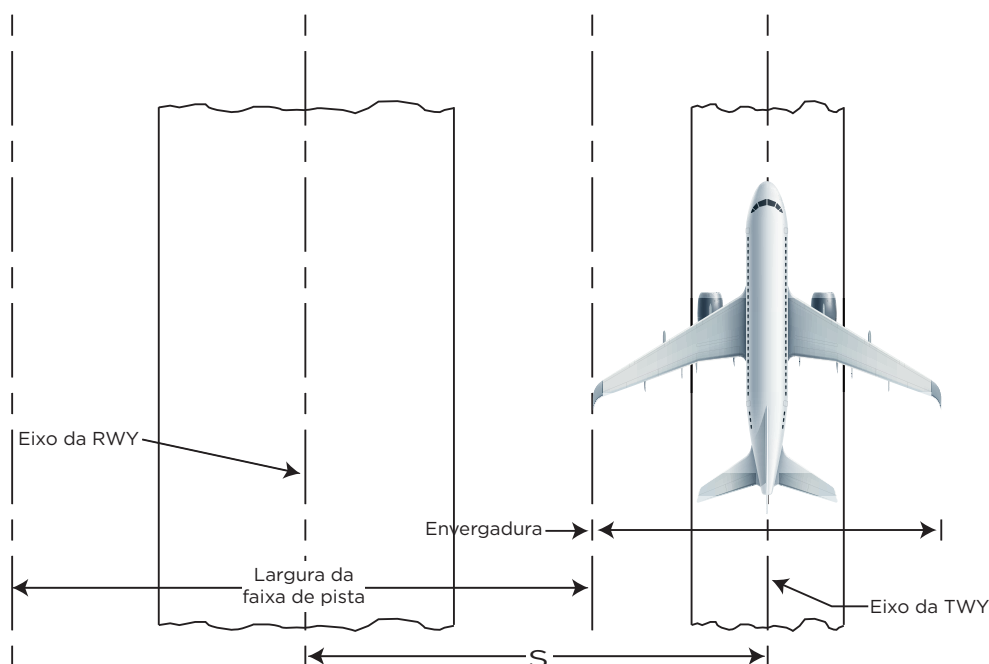
¹⁸ Um estudo observacional de 77.000 movimentos de táxi de aeronaves no aeroporto de Heathrow concluiu que a velocidade da aeronave não afeta seu desvio lateral (DOC 9157 part II, Appendix 4 – *Taxiway deviation studies*). Estudos semelhantes podem ser realizados para subsidiar o Estudo de Compatibilidade para o aeroporto analisado.

Não conformidade associada:

Separação insuficiente entre pista de pouso e decolagem e pista de táxi paralela.

Racional:

A distância mínima entre eixos de pista de táxi e de pista de pouso e decolagem é determinada pela metade da largura da faixa de pista somada à metade da envergadura da aeronave posicionada na pista de táxi paralela.



$$S = \frac{1}{2} \text{ Largura da faixa de pista de pouso e decolagem} + \frac{1}{2} \text{ envergadura da aeronave}$$

Em pistas IFR precisão, deve-se evitar ainda a presença de aeronaves nas áreas crítica e sensível do ILS para prevenir a interferência no sinal ILS.

Desafios:

Principais causas de incidentes / fatores relacionados:

- falha mecânica (mau funcionamento do sistema de freios ou do sistema de manetes dos motores);
- características específicas da aeronave, como sua manobrabilidade e capacidade de controle em resposta a eventos como falhas mecânicas, condições de contaminação da pista e vento cruzado;
- condições adversas da superfície da pista (água empoeçada, lâmina d'água maior que 3 mm, coeficiente de atrito);
- condições meteorológicas adversas no aeródromo, incluindo tempestades e vento cruzado;

- e) fatores humanos relativos a *Crew Resource Management* - CRM ou mesmo falhas na execução de *go around* em caso de aproximação não estabilizada;
- f) aeronave na pista de táxi se constitui em obstáculo móvel na faixa de pista;
- g) posição da aeronave em relação aos auxílios à navegação, especialmente ILS; e
- h) dimensões e características da aeronave (especialmente envergadura).

Potenciais soluções/medidas mitigadoras (a serem implantadas sozinhas ou em combinação com outras medidas):¹⁹

- a) dependendo da proximidade da pista de táxi, estabelecer acordo operacional com o órgão de tráfego aéreo para restringir operações simultâneas de pouso e táxi em condições meteorológicas de voo por instrumento ou durante condições meteorológicas adversas, como tempestades;²⁰
- b) restringir a envergadura das aeronaves que utilizam a pista de táxi paralela ou o código número daquelas que utilizam a pista de pouso e decolagem para operações simultâneas. No primeiro caso, recomenda-se o uso da sinalização horizontal MAX SPAN;
- c) estabelecer uma posição de espera do tipo padrão B para proteger as áreas críticas do ILS;
- d) utilizar rotas alternativas de táxi.

6.3.8 DISTÂNCIA MÍNIMA ENTRE EIXOS DE PISTAS DE TÁXI

Objetivo:

Minimizar o risco de colisão entre aeronaves taxiando.

Não conformidade associada:

Separação insuficiente entre pistas de táxi.

Racional:

A distância mínima entre eixos de pistas de táxi paralelas é determinada pela soma da envergadura da aeronave,²¹ a distância mínima (C) entre a roda externa do trem de pouso principal e a borda da pista (cf. Tabela C-3 do RBAC 154) e um incremento de segurança (Z).²²

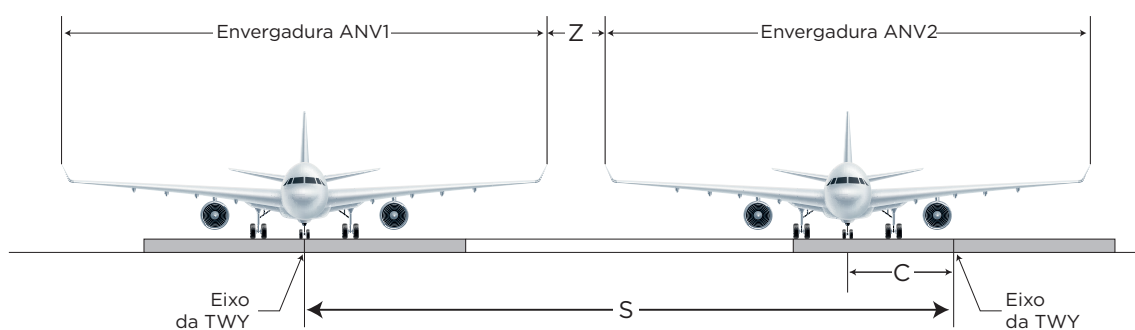
¹⁹ De uma forma geral, se aplicam as soluções apresentadas na seção 6.3.4 deste manual. No entanto, se a pista de táxi estiver integralmente inserida na faixa de pista, as medidas mitigadoras identificadas na seção 6.3.4 da faixa de pista podem ser consideradas em sua totalidade porque a aeronave se constitui integralmente num obstáculo móvel na faixa de pista.

²⁰ Dependendo do valor da separação, pode-se demonstrar um NESO para operações simultâneas em condições meteorológicas visuais tendo em vista a redução nos valores de separação do requisito.

²¹ Pode ser considerada a envergadura da aeronave específica para a qual se pretende a operação mais exigente, assim como de forma diferenciada de acordo com as aeronaves críticas de cada pista de táxi.

²² Os valores de "Z" representam o incremento de segurança caso a aeronave desvie para além dos limites da pista de táxi e estão definidos conforme tabela a seguir (DOC 9157 part II, Table 1-4):

Tipos de pista de táxi	A	B	C	D	E	F
Pista de táxi ou pista de táxi de pátio	6,50 m	5,75 m	5,00 m	7,00 m	7,00 m	7,00 m
Pista de táxi de acesso ao estacionamento	3,00 m	3,00 m	3,00 m	5,00 m	5,00 m	5,00 m



$$S = \frac{1}{2} \text{ Envergadura ANV 1} + \frac{1}{2} \text{ Envergadura ANV 2} + C^{23} + Z$$

Desafios:

Principais causas de incidentes / fatores relacionados:

- falha mecânica (sistema hidráulico, freios, direcionamento do trem de pouso de nariz);
- condições adversas da superfície da pista de táxi (água empoçada, coeficiente de atrito, etc.);
- perda de orientação visual do eixo da pista de táxi por más condições de visualização dos auxílios visuais ou por baixa visibilidade;
- fatores humanos (incluindo controle direcional, erro de orientação, carga de trabalho antes da decolagem);
- velocidade de táxi da aeronave;
- distância do desvio lateral; e
- dimensões e características da aeronave (especialmente envergadura).

Potenciais soluções/medidas mitigadoras (a serem implantadas sozinhas ou em combinação com outras medidas):

- restringir a envergadura das aeronaves que utilizam a pista de táxi paralela durante a operação de uma aeronave específica na outra pista de táxi. Nesse caso, recomenda-se o uso da sinalização horizontal MAX SPAN;
- utilizar rotas alternativas de táxi para aeronaves maiores;
- reduzir a velocidade de táxi, por meio de divulgação de informação aeronáutica e implementação de sinalização de TAXI SLOWLY;²⁴
- instalar luzes de eixo de pista de táxi, onde não há obrigatoriedade dessas sinalizações;
- utilizar orientação por viatura de operações do *follow me*;
- prover um espaçamento reduzido entre as luzes de eixo de pista de táxi;
- adotar um sistema de nomenclaturas de táxi simples e lógico e rotas de táxi que levem em consideração os perigos de saída da pista de táxi (*veer-off*).

²³ No caso de pistas de táxi de acesso ao estacionamento, o desvio lateral máximo (C) assumido é menor devido à típica baixa velocidade de táxi nessas pistas, conforme valores indicados na tabela abaixo (DOC 9157 part II, Table 1-4, gear deviation):

	A	B	C	D	E	F
Desvio lateral máximo (m)	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5

²⁴ Aeronaves taxiando em pistas de táxi de acesso ao estacionamento estão a velocidades mais baixas e, por isso, as margens de segurança do requisito são diminuídas (DOC 9157 part II, Table 1-4). Um Memorando da FAA, de 28 de setembro de 2012, afirma: "pistas de táxi de acesso ao estacionamento estão associadas a pátios de terminais, áreas de portões e pátios de carga porque as velocidades de taxiamento raramente ultrapassam os 20 mph e mais tipicamente estão na faixa de 5 a 15 mph." Ou seja, as velocidades estão num intervalo de 4 a 13 kts.

6.3.9 DISTÂNCIA MÍNIMA ENTRE PISTA DE TÁXI E OBJETO

Objetivo:

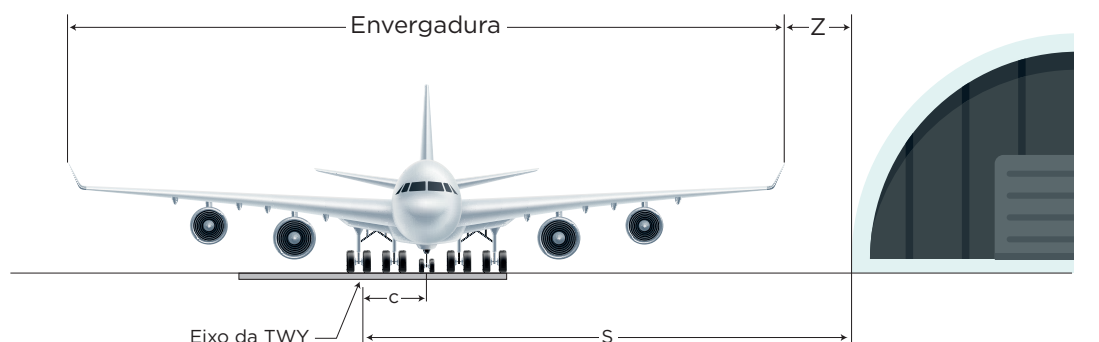
Minimizar o risco de colisão entre uma aeronave e um objeto.

Não conformidade associada:

Separação insuficiente entre pista de táxi e objeto.

Racional:

A distância mínima entre pista de táxi e objeto é determinada pela soma da metade da envergadura da aeronave, a distância mínima (C) entre a roda externa do trem de pouso principal e a borda da pista (cf. Tabela C-3 do RBAC 154) e um incremento de segurança (Z).²⁵



$$S = \frac{1}{2} \text{ Envergadura} + C + Z$$

Desafios:

Principais causas de acidentes / fatores relacionados:

- falha mecânica (sistema hidráulico, freios, direcionamento do trem de pouso de nariz);
- condições adversas da superfície da pista de táxi (água empoçada, coeficiente de atrito, etc.);
- perda de orientação visual do eixo da pista de táxi por más condições de visualização dos auxílios visuais ou por baixa visibilidade;
- fatores humanos (incluindo controle direcional, erro de orientação, carga de trabalho antes da decolagem);
- velocidade de táxi da aeronave;
- distância do desvio lateral; e
- dimensões e características da aeronave (especialmente envergadura).

Potenciais soluções/medidas mitigadoras (a serem implantadas sozinhas ou em combinação com outras medidas):

- restringir a envergadura das aeronaves que utilizam a pista de táxi. Nesse caso, recomenda-se o uso da sinalização horizontal MAX SPAN;

²⁵ Ver os valores de "C" e "Z" informados nas notas 22 e 23 acima, que variam de acordo com o tipo de pista de táxi.

- b) utilizar rotas alternativas de táxi para aeronaves maiores;
- c) reduzir a velocidade de táxi, por meio de divulgação de informação aeronáutica e implementação de sinalização de TAXI SLOWLY;
- d) instalar luzes de eixo de pista de táxi, onde não há obrigatoriedade dessas sinalizações;
- e) utilizar orientação por viatura de operações do *follow me*;
- f) prover um espaçamento reduzido entre as luzes de eixo de pista de táxi;
- g) restringir veículos que utilizam vias de serviço adjacentes à rota de táxi de uma aeronave específica;
- h) reconfigurar sinalização horizontal do pátio para afastar a área de alocação de equipamentos de *ground handling*.²⁶

6.3.10 ACOSTAMENTO DE PISTA DE TÁXI²⁷

Objetivo:

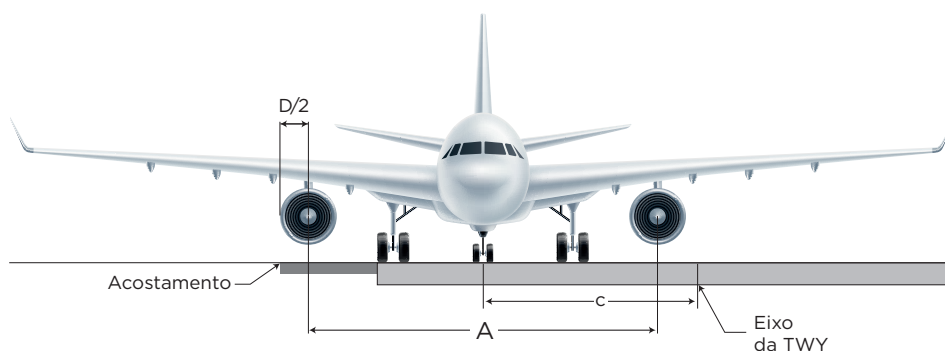
- a. Proteger uma aeronave que opera em uma pista de táxi contra a ingestão de FOD pelos motores;
- b. Prevenir erosão do solo próximo à pista de táxi;
- c. Prover uma superfície que suporte a passagem ocasional das rodas da aeronave crítica em termos de carga sobre o pavimento;
- d. Suportar a passagem do CCI mais pesado do aeródromo.

Não conformidade associada:

Acostamento de pista de táxi insuficiente ou inexistente.

Racional:

A largura total da pista de táxi com acostamentos está relacionada à localização dos motores internos da aeronave crítica (por serem mais próximos ao solo, tendo maior influência no efeito de *jet blast*). Em aeronaves com 4 motores, os motores externos, quando em potência *idle* ou *breakway*, produzem jatos com velocidade aceitável devido à sua altura com relação ao solo, podendo se estender além da borda do acostamento da pista de táxi sem causar risco de ingestão de FOD.



²⁶ Para mais detalhes desta sinalização, ver IS 154-001 - Auxílios visuais para pátios de aeronaves.

²⁷ Mais orientações, ver a seção 6.10 da IS 154-002 do RBAC 154.

Largura total da TWY com acostamentos = $2 \times (A/2 + C + D/2)$, onde:

- A: distância entre eixos dos motores internos da aeronave;
- C: afastamento mínimo entre a roda externa do trem de pouso principal e a borda da pista de táxi associados à OMGWS (cf. Tabela C-3 do RBAC 154); e
- D: diâmetro do motor interno da aeronave.

Desafios:

Principais causas de incidentes / fatores relacionados:

- a) características do motor (altura, localização e potência do motor);
- b) largura dos acostamentos da pista, bem como natureza e tratamento da superfície; e
- c) fatores de desvio da linha central da pista, considerando tanto o menor desvio esperado devido a erro no percurso quanto o desvio do trem de pouso principal em trechos curvos, quando a curva é realizada com o *cockpit* sobre a sinalização horizontal de eixo da pista de táxi.

Potenciais soluções/medidas mitigadoras (a serem implantadas sozinhas ou em combinação com outras medidas):

- a) reduzir a velocidade de táxi, por meio de divulgação de informação aeronáutica e implementação de sinalização de TAXI SLOWLY;
- b) utilizar rotas alternativas de táxi para aeronaves maiores;
- c) restringir o tamanho da aeronave que utiliza a pista de táxi;
- d) utilizar orientação por viatura de operações do *follow me*;
- e) realizar monitoramento das operações da aeronave crítica e inspeções antes e após a operação para verificar a existência de FOD ou possíveis efeitos de erosão do solo.

6.3.11 NIVELAMENTO DE FAIXAS DE PISTA DE TÁXI

Objetivo:

- a. Reduzir o risco de dano a uma aeronave que acidentalmente sai da pista de táxi;
- b. Permitir que a aeronave retorne à pista de táxi em caso de saída lateral da pista de táxi;
- c. Suportar o tráfego de veículos, como CCI e veículos de manutenção.

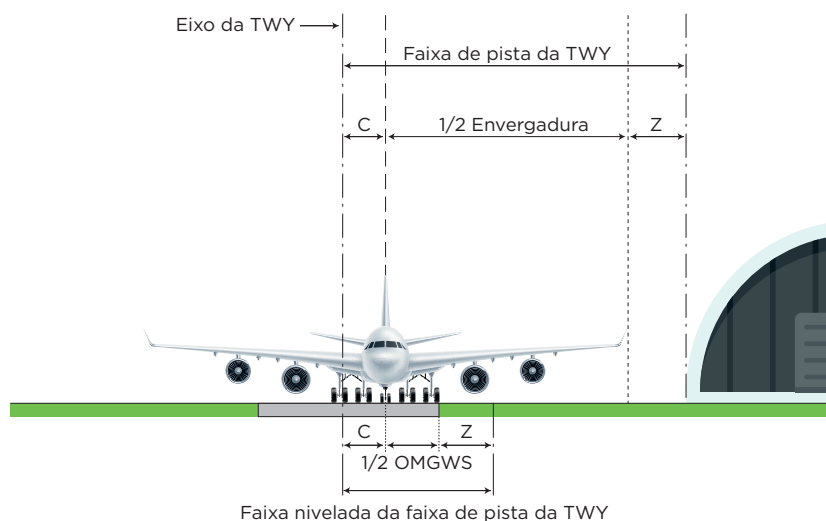
Não conformidade associada:

Faixa nivelada da faixa de pista da pista de táxi insuficiente ou inexistente.

Racional:

As larguras requeridas para as faixas niveladas das faixas de pistas de táxi são determinadas somando a metade da largura exterior entre as rodas do trem de pouso principal (OMGWS) da aeronave crítica, a distância mínima entre a roda externa do trem de pouso principal e a borda da pista (cf. Tabela C-3 do RBAC 154) e um incremento de segurança (Z).²⁸

²⁸ Os valores de "Z" a serem considerados são aqueles indicados na tabela constante na nota 22.



$$\text{Faixa nivelada da TWY} = \frac{1}{2} \text{OMGWS} + C + Z$$

Desafios:

Principais causas de acidentes / fatores relacionados:

- falha mecânica (sistema hidráulico, freios, direcionamento do trem de pouso de nariz);
- condições adversas da superfície da pista de táxi (água empoçada, coeficiente de atrito, etc.);
- perda de orientação visual do eixo da pista de táxi por más condições de visualização dos auxílios visuais ou por baixa visibilidade;
- fatores humanos (incluindo controle direcional, erro de orientação, carga de trabalho antes da decolagem);
- velocidade de táxi da aeronave; e
- distância do desvio lateral.

Potenciais soluções/medidas mitigadoras (a serem implantadas sozinhas ou em combinação com outras medidas):

- reduzir a velocidade de táxi, por meio de divulgação de informação aeronáutica e implementação de sinalização de TAXI SLOWLY;
- utilizar rotas alternativas de táxi para aeronaves maiores; e
- utilizar orientação por viatura de operações do *follow me*.

6.3.12 AFASTAMENTO ENTRE POSIÇÕES DE ESTACIONAMENTO DE AERONAVES

Objetivo:

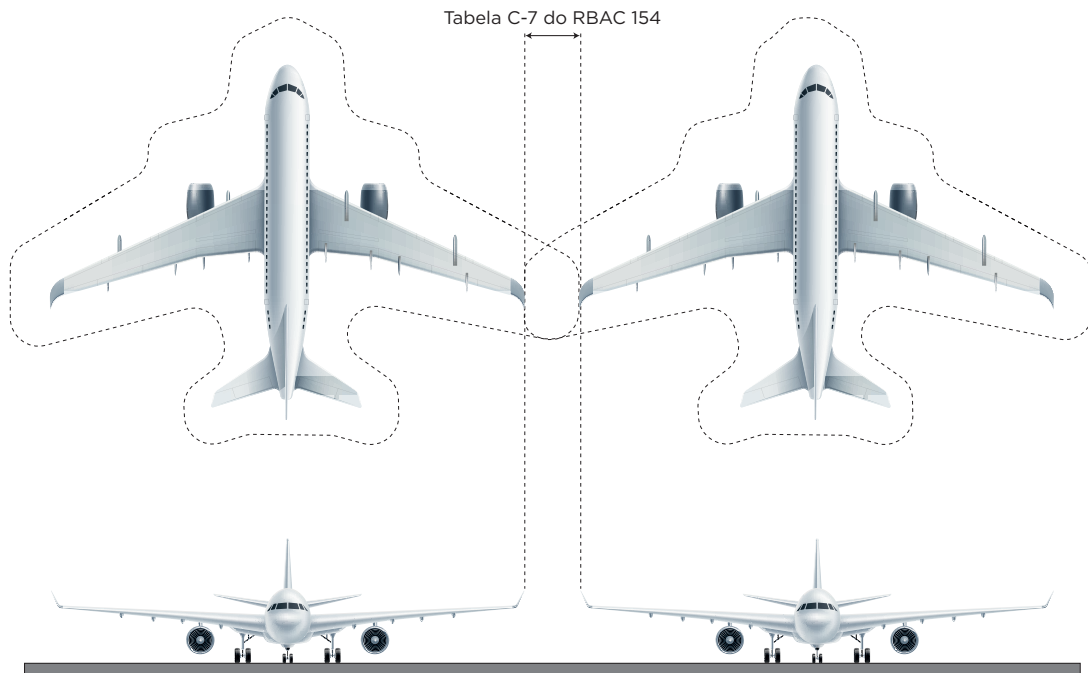
Minimizar o risco de colisão entre uma aeronave e um objeto (fixo ou móvel).

Não conformidade associada:

Separação insuficiente entre posições de estacionamento de aeronaves.

Racional:

O afastamento mínimo entre os eixos das posições de estacionamento de aeronaves é determinado pela soma da metade da envergadura das aeronaves que utilizam as posições de estacionamento adjacentes com o afastamento mínimo estabelecido na tabela C-7 do RBAC 154.

**Desafios:**

Principais causas de incidentes / fatores relacionados:

- a) falha mecânica (sistema hidráulico, freios, direcionamento do trem de pouso de nariz);
- b) condições adversas da superfície da pista de táxi (água empoçada, coeficiente de atrito, etc.);
- c) perda do sistema de orientação visual de táxi (sistema de orientação visual de estacionamento fora de serviço); e
- d) fatores humanos (controle direcional, erro de orientação).

Potenciais soluções/medidas mitigadoras (a serem implantadas sozinhas ou em combinação com outras medidas):

- a) estabelecer requisitos diferenciados para garantir manutenção da sinalização horizontal e vertical em boas condições de visibilidade para o piloto;²⁹
- b) instalar luzes de orientação de manobras de estacionamento de aeronaves;
- c) implantar um sistema de orientação visual de estacionamento com orientação de azimuth;
- d) treinar adequadamente o pessoal operacional para prover orientação aos pilotos durante a manobra de estacionamento;
- e) adotar restrições operacionais (como afastamentos adequados na frente e atrás das aeronaves estacionadas);
- f) restringir temporariamente o uso de posições de estacionamento adjacentes para aeronaves menores de modo a garantir o afastamento mínimo da aeronave crítica;

²⁹ Para mais detalhes desta sinalização, ver IS 154-001 - Auxílios visuais para pátios de aeronaves.

- g) utilizar *push back* para entrada e saída de aeronaves nas posições de estacionamento;
- h) utilizar posições de estacionamento remotas ou posições de estacionamento em que a entrada e saída da aeronave se dá por meios próprios;
- i) divulgar os procedimentos adotados em publicação aeronáutica (como interdição ou alteração de rotas de pistas de táxi de acesso ao estacionamento localizadas atrás de aeronaves estacionadas);
- j) implantar um sistema avançado de orientação visual de estacionamento (*Advanced visual docking guidance systems – A-VDGS*);
- k) prover sinaleiro para orientação para o estacionamento de aeronaves (*marshalling*);
- l) prover pessoal operacional para acompanhamento da trajetória da ponta da asa (*"wingtip walking"*);
- m) melhorar a iluminação do pátio em condições de baixa visibilidade;
- n) sinalizar com cones as extremidades da aeronave, em especial a ponta da asa; e
- o) utilizar as folgas verticais fornecidas por aeronaves de asas altas.

6.3.13 SISTEMA VISUAL INDICADOR DE RAMPA DE APROXIMAÇÃO

Objetivo:

Prover orientação da inclinação da rampa de aproximação para os pilotos.

Não conformidade associada:

Ausência do auxílio na pista de pouso e decolagem.

Racional/Desafios:

a) Pistas com operação de aeronave turbo-jato (ou outras aeronaves com requisitos semelhantes de orientação de aproximação)

Aeronaves equipadas com motores à reação possuem uma margem menor para erro e correção da trajetória vertical durante aproximações para pouso, principalmente devido à sua velocidade de aproximação ser comparativamente mais alta que a das aeronaves turboélice ou convencionais.

Isso se dá principalmente devido ao enflexamento de suas asas, fazendo com que aeronaves a jato possuam uma maior inércia, dificultando rápidas alterações de trajetória de voo em operações de pouso.

Um outro fator a ser considerado é o tempo para retomada de potência a partir do acionamento dos manetes pelo piloto. Nos motores convencionais o tempo de reação é menor, fazendo com que a aeronave esteja com a potência requerida para realizar as correções de trajetória (ou até mesmo arremeter) imediatamente. Já nos motores à reação esse tempo é maior, dificultando ainda mais as prontas correções de oscilações longitudinais de trajetória durante aproximações.

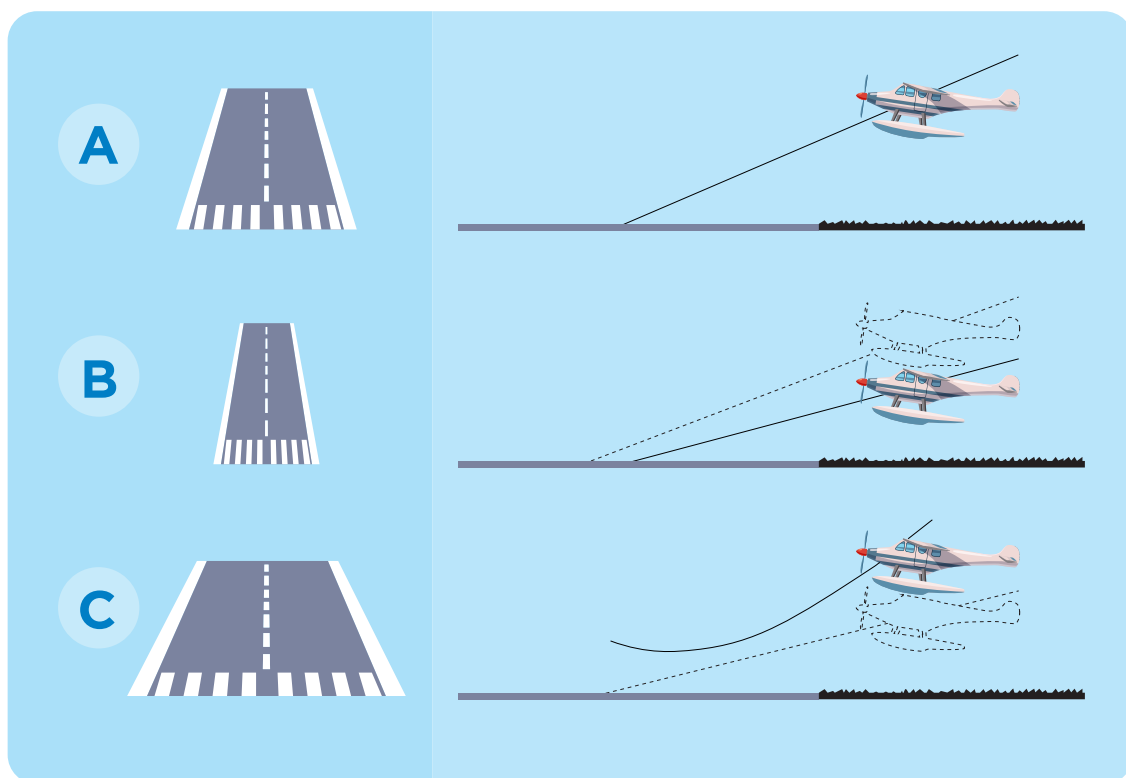
b) Pistas com orientação visual inadequada

De acordo com o documento “*Spatial Disorientation – Visual Illusions*” do FAA, o piloto utiliza geralmente o horizonte como referência visual em voo. Quando a visualização do horizonte é prejudicada, a orientação pode ser mantida por referências visuais em solo. Não existindo referências visuais de horizonte nem de solo, a orientação espacial só será possível por meios artificiais.

As referências de solo ou de horizonte podem ser prejudicadas devido a fenômenos meteorológicos como a fumaça, nevoeiro, poluição, poeira, chuveiro ou outros, até mesmo quando a visibilidade está acima dos mínimos para operações visuais. Esses fatores costumam potencializar a perda de referências visuais quando ocorrem em períodos noturnos ou em aeroportos próximos a superfícies aquáticas ou de regiões pouco povoadas, onde não existem muitas referências de superfície visíveis disponíveis.

Esses fatores costumam ocorrer com maior frequência em aeroportos próximos a superfícies aquáticas ou próximos de regiões pouco povoadas, onde não existem muitas referências de superfície disponíveis, principalmente em condições noturnas ou de visibilidade reduzida. Ainda de acordo com o documento, mesmo em situações de boa visibilidade, a desorientação espacial em voo também pode ocorrer devido a ilusões visuais, tais como:

Ilusão de perspectiva aérea: Ocorre durante a operação em pista com largura diferente da usual bem como em pista, ou terreno na aproximação final, com declividades excessivamente altas. Isso acontece porque muitas vezes o piloto habitua-se a operar em um determinado aeroporto, e, durante uma aproximação em pista com características diferentes da usual, é induzido a alterar a rampa de aproximação da aeronave, pois a relação entre largura e comprimento da pista não é semelhante àquela que sua mente está habituada.



Efeito visual da largura da pista na imagem que o piloto tem da pista (esquerda) e o potencial efeito no voo durante a aproximação (direita).

- A. Aproximação comum para uma largura de pista familiar.
- B. Uma pista estreita faz com que o piloto se perceba mais alto do que de fato, assim o piloto tende a aproximar mais baixo e acionar os "flares" tardiamente
- C. Uma pista larga faz com que o piloto se perceba mais baixo (perto) do que de fato, assim o piloto tende a aproximar mais alto e acionar os "flares" antecipadamente (Fonte: Allen J. Parmet)

Black Hole Effect: Pode ocorrer durante uma aproximação final noturna (sem estrelas ou luar), sobre água ou sobre terreno não iluminado, em uma pista de pouso iluminada em que o horizonte não é visível (devido a luzes de uma cidade ou terreno elevado além da pista de pouso). Essas condições podem produzir a ilusão visual de que a aeronave estaria com maior altitude na aproximação final, o que levaria o piloto a responder reduzindo o ângulo de aproximação.

Ilusão autocinética: Causada pela observação de um ponto fixo de luz (luz em solo ou estrela) em um fundo totalmente escuro, dando a impressão de que um objeto estacionário está se movendo à frente da aeronave. Essa ilusão pode causar uma percepção equivocada de que a luz está em rota de colisão com a aeronave.

Falsa referência visual: Pode ocorrer durante operações noturnas ou de baixa visibilidade, sobre uma cidade ou terreno com luzes em solo que possam ser confundidas com estrelas, em um céu escuro e sem estrelas. Essas condições podem levar o piloto a orientar a aeronave em relação a um falso horizonte.

c) Presença de obstáculo na aproximação

A provisão da orientação da rampa de aproximação pelo sistema visual indicador de rampa de aproximação é importante para garantir a separação dos obstáculos na fase final do pouso.

d) Condições físicas nas extremidades da pista

As condições físicas na extremidade da pista de pouso podem agravar a severidade de um evento de *overrun* ou *undershoot*. Caso as áreas destinadas à RESA não estejam devidamente preservadas, o indicador de rampa de aproximação é uma medida de proteção contra a ocorrência de pousos curtos e pousos longos e, portanto, sua instalação deve ser considerada na mitigação de risco das operações devido à ausência de RESA homologada para a pista.

e) Turbulências incomuns na aproximação

De acordo com o item 154.305(j)(1)(i)(E) do RBAC 154, sistemas visuais indicadores de rampa de aproximação seriam necessários quando o terreno ou as condições meteorológicas prevalentes são tais que a aeronave pode estar sujeita a turbulências incomuns durante a aproximação, caracterizadas pelo movimento irregular do fluxo de ar (agitações ascendentes e descendentes). Essas bruscas alterações de direção e intensidade dos ventos podem modificar significativamente a trajetória final de voo das aeronaves, requerendo correções imediatas para manutenção do voo seguro.

Potenciais soluções/medidas mitigadoras (a serem implantadas sozinhas ou em combinação com outras medidas):

ATENÇÃO! A provisão do sistema visual indicador de rampa de aproximação deve ser buscada caso pelo menos uma das situações explicadas acima esteja presente no aeródromo. As orientações aqui apresentadas devem ser consideradas apenas para situações temporárias enquanto o sistema não estiver homologado, ou no caso em que a pista está provida com o sistema visual indicador de rampa de aproximação apenas na cabeceira predominante.

- a) restringir a operação de pouso de aeronaves turbo-jato na cabeceira desprovida do sistema visual indicador de rampa de aproximação;
- b) permitir a operação de pouso de aeronaves somente durante o dia;
- c) prover melhorias na sinalização horizontal como pintura da borda da pista de pouso e decolagem, ou pintura do ponto de visada, onde essas sinalizações não são aplicáveis;
- d) estabelecer requisitos diferenciados para garantir manutenção da sinalização horizontal e luminosa em boas condições de visibilidade para o piloto;
- e) regularização de parte da área destinada para a RESA, tanto quanto possível; e
- f) prover procedimentos de aproximação por instrumento com guia vertical.

NOTA! No processo de certificação ou para um pedido de autorização de operações especiais, o operador de aeródromo deve apresentar uma avaliação de risco que aborde os 5 itens de aplicabilidade definidos pelo parágrafo 154.305(j)(1) do RBAC 154 explicados acima para a operação de pouso nas duas cabeceiras. A avaliação de risco também deve ponderar o volume de operações por cabeceira e pode contemplar pesquisas com os pilotos para ajudar na avaliação de alguns dos itens do campo Racional acima.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRPORTS COUNCIL INTERNACIONAL - ACI. Common Agreement Document – A380 Airport Compatibility Group - AACG, 2002. Acessado, em 21/06/2021.

AIRPORTS COUNCIL INTERNACIONAL - ACI. Common Agreement Document - Boeing 747-8 Airport Compatibility Group - BACG, 2008. Acessado, em 21/06/2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC. Regulamento Brasileiro de Aviação Civil - RBAC 139. Certificação operacional de aeroportos. Emenda 5. Brasil, 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC. Regulamento Brasileiro de Aviação Civil -RBAC 153. Aeródromos – Operação, Manutenção e Resposta à Emergência. Emenda 06. Brasil, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC. Regulamento Brasileiro de Aviação Civil - RBAC 154. Projeto de Aeródromos. Emenda 7. Brasil, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC. Instrução Suplementar – IS 154.5-001A – Orientações para a elaboração de análise de risco com vistas à demonstração de nível aceitável de segurança operacional. Brasil, 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC. Instrução Suplementar – IS 154-001A – Auxílios visuais para pátios de aeronaves. Brasil, 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC. Instrução Suplementar – IS 154-002A – Características físicas de aeródromos. Brasil, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC. Manual de Certificação Operacional de Aeroportos. Brasil, 2019. Acessado em 18/06/2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC. Manual de Avaliação e Reporte das Condições de Superfície de Pista. Brasil, 2020. Acessado em 18/06/2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC. Nota Técnica nº 246/2010/GTCO/GENG/SIA. Brasil, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC. Nota Técnica nº 41/2019/GTOP/GCOP/SIA SEI! nº 2979077). Brasil, 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC. Nota Técnica nº 74/2019/GTOP/GCOP/SIA SEI! nº 3521892). Brasil, 2020.

BOEING COMPANY. *Safety Analyses of Airfield Items for the 747-8 Operations – Boeing 747-8 Airport Compatibility Group* - BACG. Estados Unidos, 2008.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION - ICAO. Circular 305 AN-177: *Operation of New Larger Aeroplanes at Existing Aerodromes*. Canada, 2004.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION - ICAO. DOC 9981. *Procedures for Air Navigation Services - PANS Aerodromes, third edition*, 2020.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION - ICAO. DOC 9157. *Aerodrome Design Manual – Runways, part I. Fourth Edition*. Canadá, 2020.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION - ICAO. DOC 9157. *Aerodrome Design Manual – Taxiways, Aprons and Holding Bays, part II. Fifth Edition*. Canadá, 2020.

APÊNDICE A

GUIA DE ESTUDO DE COMPATIBILIDADE

A planilha “Guia de Estudo de Compatibilidade” foi elaborada para ajudar operadores de aeródromo e operadores aéreos a avaliar os principais componentes aeroportuários para determinar a compatibilidade da operação pretendida com a infraestrutura aeroportuária existente.

Os requisitos selecionados foram apenas aqueles da “Subparte C – Características Físicas” do RBAC 154, os quais compõem os aspectos mais relevantes para a compatibilidade da operação com a infraestrutura.

Como resultado, a planilha informa na aba “B. Estudo de Compatibilidade”:

- 1) quais requisitos não são atendidos a partir das informações inseridas na aba “A. Perguntas”;
- 2) se o requisito não atendido é passível de demonstração de um NESO; e
- 3) os principais aspectos a serem considerados numa análise de risco a ser realizada envolvendo uma pista de pouso e decolagem, pista de táxi e pátio de estacionamento de aeronaves.

Vale lembrar que os requisitos de auxílios visuais também dependem do código de referência de aeródromo e do tipo de operação e, portanto, devem ser adequados para a operação pretendida. Mas, esses requisitos não foram inseridos na planilha “Guia de Estudo de Compatibilidade”.

ANEXO A

EXEMPLOS DE ESTUDO DE COMPATIBILIDADE

Este anexo apresenta fontes de alguns estudos de compatibilidade que podem ser usados como modelo.

- ESTUDO AERONÁUTICO PARA A OPERAÇÃO DA AERONAVE BOEING 747-800 NO AEROPORTO INTERNACIONAL DE VIRACOPOS/CAMPINAS.
Acessado em 21/06/2021.
- O Estudo de Compatibilidade a seguir foi autorizado pela Infraero para ser publicado como anexo a este Manual. Agradecemos por nos conceder gentilmente a autorização de publicação. Os aeroportos reais analisados foram descaracterizados.



DIRETORIA DE OPERAÇÕES

SUPERINTENDÊNCIA DE GESTÃO DA OPERAÇÃO - DOGP

Data: X de setembro de 2020

Documento: SBXX - ANÁLISE DE COMPATIBILIDADE DO AEROPORTO COM A AERONAVE A321 PARA FINS DE CERTIFICAÇÃO

I. METODOLOGIA

- Análise teórica dos principais requisitos de Projetos de Aeródromo, segundo a legislação vigente, para verificar se há uma viabilidade preliminar de compatibilidade entre aeronave e aeródromo.
- Essa análise de compatibilidade entre aeronave e aeroporto foi realizada a partir de imagem de satélite (Google Earth, imagem de 27/07/2019) e da Carta ADC de 02/04/2015.
- As informações da aeronave foram obtidas da publicação *Aircraft Characteristics Airport And Maintenance Planning* de dezembro de 2018.
- Análise das referências normativa.
 - ANAC: Regulamento Brasileiro de Aviação Civil – RBAC n.º 139, EMD 05 – Certificação Operacional de Aeroportos, 17/12/2015;
 - ANAC: Regulamento Brasileiro de Aviação Civil – RBAC n.º 153, EMD 04 – Aeródromos - Operação, Manutenção e Resposta à Emergência, 14/05/2019;
 - ANAC: Regulamento Brasileiro de Aviação Civil – RBAC n.º 154, EMD 06 – Projeto de Aeródromos, 12/09/2019;
 - ANAC: Portaria N° 908/SIA, 13 de abril de 2016;
 - ANAC: Portaria da ANAC de n° 852/SIA de 2018;

Não foi realizada inspeção *in situ* das condições do aeroporto, tendo esse estudo avaliado principalmente os requisitos de infraestrutura do ponto de vista geométrico.

II. ORIGEM

Não aplicável.

III. INTRODUÇÃO

A presente análise tem por objetivo avaliar preliminarmente a compatibilidade do aeródromo SBXX para a operação de aeronaves classe 4C, segundo as condições da legislação vigente e das restrições aplicadas ao aeródromo.

Dentro desta categoria, a aeronave mais crítica a ser considerada é o A321, que será o foco desta avaliação.

IV. REFERÊNCIAS

1. Declaração de Capacidade – Temporada S19 (31/03/2019 a 26/10/2019) do SBXX
2. Voos regulares aprovados pela ANAC no SBXX. Consulta disponível em [https://sas.anac.gov.br/sas/siros/\(S\(zryvveogj2bc2jwqzqz1a2n\)\)/view/registro/frmConsultaVoos](https://sas.anac.gov.br/sas/siros/(S(zryvveogj2bc2jwqzqz1a2n))/view/registro/frmConsultaVoos).
3. Dados do Aeródromo: Carta ADC (02/04/2015) e Cadastro de Informações Aeroportuárias - CIA da Infraero.
4. Airbus: A321 *Aircraft Characteristics Airport And Maintenance Planning* de dezembro de 2018;
5. Código de Referência de aeronaves Comerciais publicado pela ANAC, consultado em 23/04/2020;

V. ANÁLISE

1. Características Físicas e Requisitos da Aeronave

Aeronave:	AIRBUS A321
Modelo:	200
Peso Máximo de Decolagem (MTOW - WV001):	93.000 kg
Peso Máximo de Rampa (MRW - WV001):	93.400 kg
ACN Subleito C (Pressão nos pneus: 1,50Mpa):	61/F/C/X/T e 66/R/C/X/T
ACN Subleito B (Pressão nos pneus: 1,50Mpa):	55/F/B/X/T e 63/R/B/X/T
ACN Subleito A (Pressão nos pneus: 1,50Mpa):	52/F/A/X/T e 60/R/A/X/T
No. Código:	4
Letra Código:	C
Comprimento:	44,51m
Envergadura:	35,80m
Altura máx.:	12,45m
Distância Externa do Trem de Pouso Principal (OMGWS):	8,97m
Base de Rodas do Trem de Pouso (Wheel Base):	16,90m
Comprimento Básico de RWY:	2.533m
Categoria Contraincêndio:	Categoria 7.

Requisitos:

RWY	
a. Comprimento Básico Requerido	2.533m
b. Largura	45m
c. Largura com Acostamento	45m
d. Área de Giro	Não
e. Faixa de Pista (L)	IFR: 280m / VFR: 150m
f. RESA	90m x 90m em caso de certificação
TWY	
g. Largura	15m
h. Largura com Acostamento	25m
i. Afastamento entre a Face Externa do Trem de Pouso Principal e a Borda da TWY	3m

2. Características Físicas do Aeródromo

2.1. Dados Aeronáuticos

a. Aeródromo	SBXX	Referência
b. Elevação	188' (57,3m)	ADC
c. Temp. de Ref.	32° C	CIA
d. Gradiente da RWY	18' (5,49m)	ADC
e. RWY N.º Cód.	4	Portaria N.º 908/SIA
f. RWY Letra Cód.	C	Portaria N.º 908/SIA
g. Regra de Voo	IFR-NPA	ADC

2.2. Pista de Pouso e Decolagem

	Existente	Requisito	Compatibilidade
a. RWY	15/33	N/A	N/A
b. Comprimento	2200m	2533 m (3.088 m ¹)	Parcial
c. Largura	45m	45m	SIM
d. Largura com Acostamento	45m	45m	SIM
e. PAV/PCN	29/F/C/X/U	61/F/C	51t a 52t
f. Área de Giro	Sim	Não	SIM
g. Distância do Trem de Pouso e Borda da Área de Giro	N/A	N/A	N/A
h. Faixa de Pista (L)	300m	280m (IFR)	Devem ser analisados os obstáculos em FP
i. RESAs	Não	90m X 90m	NÃO

2.3. Pista de Táxi

TWY A (Acesso/Saída)	Existente	Requisito	Compatibilidade
a. Comprimento	104m	N/A	N/A
b. Largura	24,3m	15m	SIM
c. Distância do Trem de Pouso e Borda da TWY	Aprox. 7,66m	3m	SIM
d. Largura com Acostamento	24,3m	25m	NÃO
e. Curvas (Distância do Trem de Pouso à Borda)	Adequadas	3m	SIM
d. Dist Separação	N/A		N/A
e. PAV/PCN	N/A		N/A
f. Área de Giro	N/A		N/A
g. Distância do Trem de Pouso e Borda da Área de Giro	N/A		N/A
h. Faixa de Pista (L)	N/A		N/A
e.1 RWY	N/A		N/A
e.2 TWY-TWY	N/A		N/A
e.3 Objeto	N/A		N/A
e.4 TLN – TLN	N/A		N/A
e.5 TLN - Objeto	N/A		N/A
g. PAV/PCN	29/F/C/X/U	61/F/C	51t a 52t

¹ Comprimento corrigido estimado.

2.4. Pátio de Aeronaves

PÁTIO 1	Existente	Requisito	Compatibilidade
a. PAV/PCN Rígido	15/33	N/A	N/A
b. Mix de Aeronaves	2200m	2533 m (3.088 m)	Parcial
c. Profundidade Disponível	45m	45m	SIM
d. Afastamento entre aeronaves e objetos	45m	45m	SIM
e. Separação TWY da Borda de Pátio - RWY	29/F/C/X/U	61/F/C	51t a 52t

3. Análise de Compatibilidade

3.1 Compatibilidade com as Condições de Homologação e Certificação do Aeroporto

O SBXX é inscrito na ANAC sob a Portaria ANAC Nº XXX/SIA, de X de novembro de 20XX.

- a. RBAC 139 Emenda 05 e Portaria 908/SIA de 2016.

O SBXX não possui certificação operacional. De acordo com a Portaria 908/SIA de 2016 da ANAC, que define as aeronaves críticas e frequências máximas permitidas para aeródromos não detentores de Certificado Operacional, o SBXX pode operar X voos semanais usando a aeronave crítica categoria 4C.

Entretanto, a Portaria nº 390/SIA, de 05 de fevereiro de 2018, restringiu ainda mais as operações no SBXX, restringindo as operações de aeronaves 4C ao modelo ERJ 190-200 IGW e limitado a X voos semanais à soma das frequências de aeronaves 3C e 4C.

Não há operação de voos regulares com aeronaves categoria 4C atualmente no SBXX. Há voos regulares para três destinos:

- Aeroporto Porto Feliz (SBYY), operado pela Azul com uso de aeronaves E195 e pela MAP com uso de aeronaves ATR-72;
- Aeroporto de Cidade Feliz (SBZZ), operado pela Azul com uso de aeronaves E195;
- Aeroporto de Alegre Norte (SWWW), operados pela MAP com uso de aeronaves ATR-72.

Tanto o E195 utilizado quanto o ATR-72 são classificados como Código 3C.

3.2 Compatibilidade com os Requisitos de Projeto para o Aeródromo

a. Faixa de Pista

Existem árvores dentro da faixa de pista, em suas laterais conforme pode ser observado na Figura 1. Para a conformidade das operações com aeronaves 4C IFR, faz-se necessária a remoção da vegetação da faixa de pista.

Sem a retirada dos obstáculos na faixa de pista, o SBXX poderia propor como medida mitigadora a restrição de pousos e decolagens de aeronaves 3 e 4 apenas em condições meteorológicas visuais - VMC.

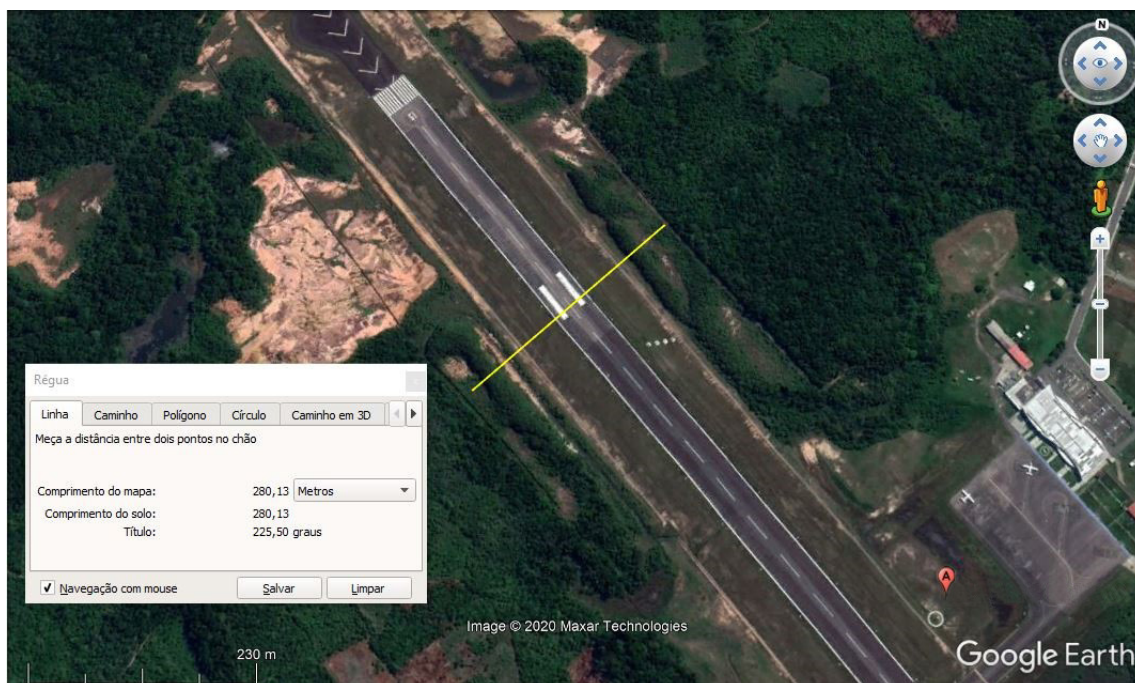


Figura 1: Obstáculos na Faixa de Pista de Pouso e Decolagem do SBXX

A Tabela 1 apresenta a porcentagem de tempo em que o SBXX operou em condições VMC e IMC nos últimos 5 anos:

Tabela 1: Média mensal do percentual do tempo (teto x visibilidade) para operação VMC e IMC do período de 2015 a 2019.

Mês	VMC	IMC	TOTAL
Jan	91,51%	8,49%	100,00%
Fev	92,79%	7,21%	100,00%
Mar	92,22%	7,78%	100,00%
Abr	91,14%	8,86%	100,00%
Mai	92,13%	7,87%	100,00%
Jun	93,97%	6,03%	100,00%
Jul	96,89%	3,11%	100,00%
Ago	97,71%	2,29%	100,00%
Set	98,15%	1,85%	100,00%
Out	95,27%	4,73%	100,00%
Nov	96,11%	3,89%	100,00%
Dez	93,10%	6,90%	100,00%
Média	94,24%	5,76%	100,00%

Parâmetros de Operação:

IMC: Visibilidade inferior a 5000 metros e/ou Teto inferior a 1500 pés;

VMC: Visibilidade igual ou superior a 5000 metros e/ou Teto igual ou superior a 1500 pés.

b. Faixa Preparada

Existem valas de drenagem e vegetação a aproximadamente 70m do eixo da RWY, dentro dos limites da faixa preparada. Faz-se necessário a remoção da vegetação e adequação das valas.

Não foi avaliada a capacidade de suporte da Faixa Preparada



Figura 2: Obstáculos na Faixa Preparada do SBXX

c. RESA

A RWY 15/33 do SBXX não possui RESAs. Para obter certificado operacional 4C, faz-se necessário a implantação de RESAs de no mínimo 90m x 90m (no prolongamento da faixa de pista).

Caso não seja viável a implantação de RESAs após as cabeceiras atuais, far-se-á necessário a redução das distâncias declaradas (90m em cada cabeceira, 180m no total) para acomodação das RESAs.

A consequência dessa redução no desempenho de um A321-200 está descrito na seção seguinte.

d. Desempenho da aeronave

Tendo em vista apenas as condições de comprimento da Pista de Pouso e Decolagens, no caso de se aumentar o PCN da RWY de 29 para 51/F/C, o A321-200 poderia operar com 86,15% do Peso Máximo de Decolagem (PMD), a saber, 80,120kg. Nesse cenário:

- Com 100% dos passageiros, o A321-200 teria um alcance de aproximadamente 1.490 km, podendo operar para os destinos regulares atuais, bem como SXBB (824km), e SXCC (1006km);
- O A321-200 não poderia operar com 100% da carga paga máxima;

- Com 90% da carga paga máxima, O A321-200 teria alcance de aproximadamente 729 km, podendo operar para destinos regulares atuais SBYX (520km), SBZZ (586km) e SWWW (676 km);
- Com 80% da carga paga máxima, O A321-200 teria alcance de aproximadamente 1689 km, podendo operar para destinos como SBWW e SBAA;
- Poderia operar com 100% do PMP em situações de pista seca e com 98,9% do PMP em situações de pista molhada, a saber, 76.893kg.

Tendo em vista um cenário com redução das distâncias declaradas para alocação das RESAs e o cenário de aumento do PCN de 29 para 49, o A321-200 poderia operar com 82,92% do Peso Máximo de Decolagem (PMD), a saber, 77.119kg. Nesse cenário:

- Com 100% dos passageiros, o A321-200 teria um alcance de aproximadamente 753 km, podendo operar para os destinos regulares atuais;
- O A321-200 não poderia operar com 100% ou 90% da carga paga máxima;
- Com 80% da carga paga máxima, O A321-200 teria alcance de aproximadamente 935 km, podendo operar para destinos regulares atuais, bem como para o SXBB e SBRR (801 km);
- Poderia operar com 100% do PMP em situações de pista seca e com 97,2% do PMP em situações de pista molhada, a saber, 75.636kg.

e. Pista de Taxi

A TWY A possui 24,3m de largura, além que os 15m mínimos requeridos por norma. Entretanto, por não possuir acostamento, possui largura com acostamento apenas 0,7m menor que os 25m requeridos por norma.

Diante disso, faz-se necessário a implantação de acostamento. Sem essa implantação, o aeroporto só poderá ser certificado para aeronaves COD B.

Como alternativa, pode ser avaliada a regularidade e suporte da área adjacente à borda da TWY, com largura 0,70m para cada lado, de maneira a declarar acostamento gramado.

f. Pátio de Aeronaves

O pátio de aviação regular do SBXX possui 3 posições de estacionamento, sendo duas delas (posições 1 e 2) destinadas para aeronaves C2 e uma delas (posição 3) destinada a aeronaves B.

Embora o pátio possua dimensões compatíveis com o A321-200, não existe sinalização horizontal adequada para tal aeronave.

Considerando a sinalização existente (apenas marcando novos pontos de parada "T"), caso um A321 esteja estacionado numa das posições 1 ou 2, nenhuma aeronave poderia taxiar por trás, conforme pode-se observar na Figura 3.

Caso um A321-200 taxi no pátio para estacionar na posição 1, apenas aeronaves com no máximo cerca de 32m de comprimento (como ATR72-600, por exemplo) poderiam estar estacionadas na posição 2, conforme apresentado na Figura 4.



Figura 3: A321-200 no Pátio do SBXX.

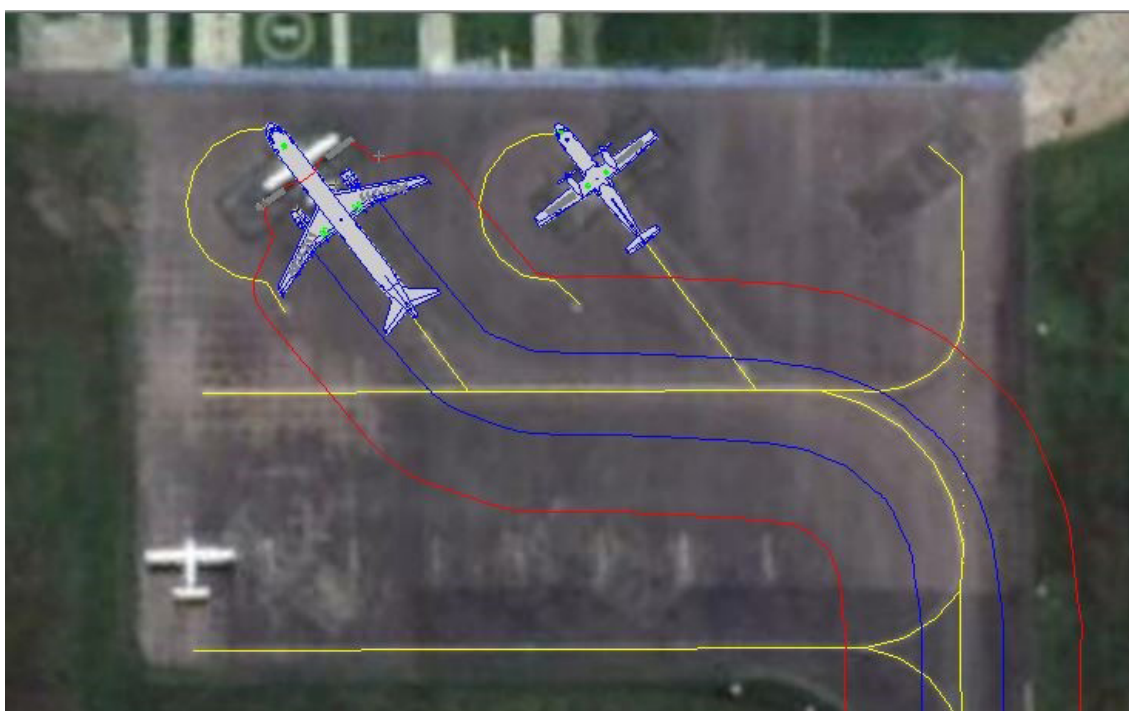


Figura 4: Esquema Linha de Segurança COD C no pátio do SBXX.

Caso haja um A321-200 estacionado na posição 1, uma aeronave estacionada na posição 2 não poderia sair por meios próprios.

Além disso, deve-se levar em consideração o jetblast dessa aeronave no procedimento de saída por meios próprios. A curva de 56km/h do jetblast (em verde) está representado na Figura 5:

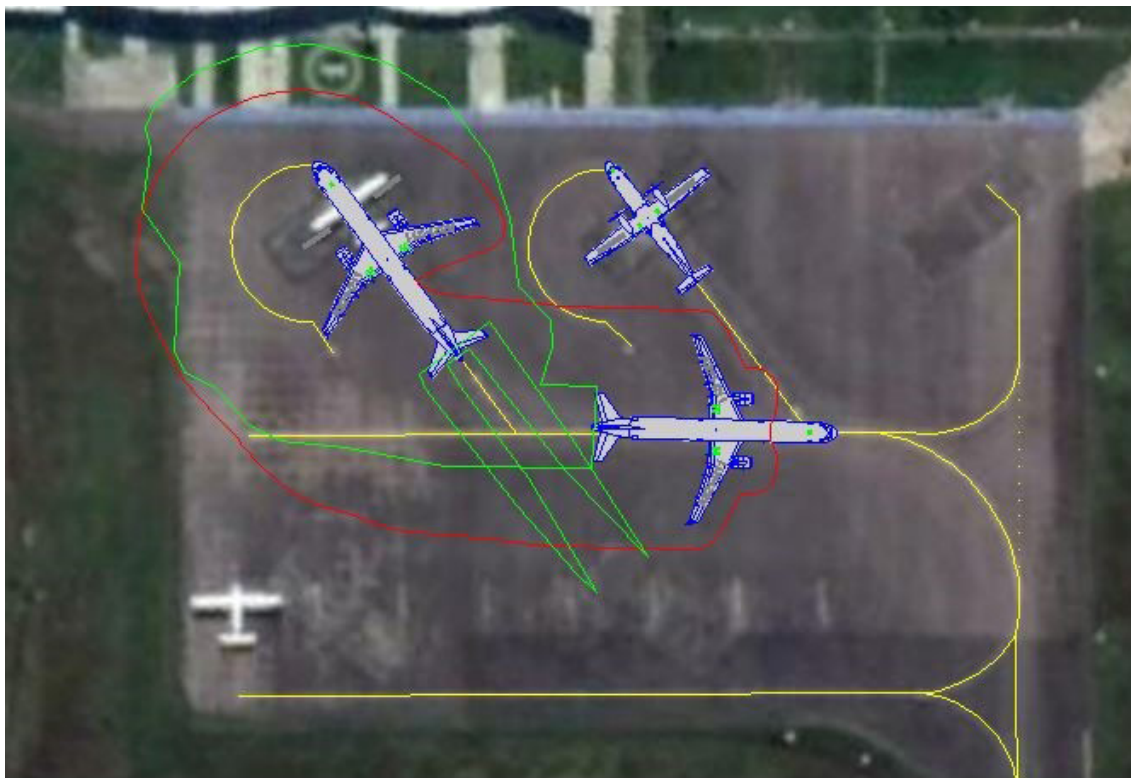


Figura 5: Jetblast no procedimento de saída por meios próprios do A321-200 do pátio do SBXX.

Ante ao exposto, considera-se a necessidade de se ajustar a sinalização horizontal do pátio para a operação do A321-220 e para adequação dos demais requisitos de sinalização do pátio.

Como alternativa, poderão ser tomados procedimentos operacionais para melhorar a segurança das operações de pátio, como bloqueio de algumas posições enquanto operação de saída por meios próprios de aeronaves de maior porte, configuração de mix principal e mix alternativo de pátio, posicionamento de pessoas e veículos durante movimento de aeronaves e outros procedimentos.

g. Análise ACNxPCN

Tendo em vista as condições de suporte (PCN) da RWY, TWY e do Pátio de Aeronaves (29/F/C/X/T), o A321-200 pode operar com apenas 54,8% do Peso Máximo de Decolagem (PMD), a saber, 50,965kg. Seriam apenas 4.109kg de combustível e carga paga.

Considerando o PCN atual, um B737-800W poderia operar com 49.487kg, 62,63% do PMD (79.016kg). Seriam apenas 8.074kg de combustível e carga paga.

Para a operação dessa aeronave usando toda a capacidade de comprimento da pista, o PCN deveria ser aumentado de 29 para 46/F/C. Nesse cenário, o B737-800W poderia operar com 92,24% do PMD, a saber 72.886kg. Com 100% da carga paga, poderia operar para destinos com até 2100 km de distância.

Considerando o PCN atual, um A320-200 poderia operar com 51.998kg, 68,87% do PMD (75.500kg). Seriam apenas 10.653kg de combustível e carga paga.

Para a operação dessa aeronave usando toda a capacidade de comprimento da pista, o PCN deveria ser aumentado de 29 para 45/F/C. Nesse cenário, o A320-200 poderia operar com 98,26% do PMD, a saber 74.189kg. Com 100% da carga paga, poderia operar para destinos com até 3431 km de distância.

Considerando o PCN atual, um E195-E2 poderia operar com aproximadamente 53.000kg, 90,98% do PMD (58.250kg). Seriam 18.300kg de combustível e carga paga.

Portanto, a operação de algumas aeronaves 4C no SBXX pode não ser viável comercialmente. Portanto, o aeroporto deverá aplicar as devidas restrições de peso em relação ao ACN das aeronaves mais demandantes, conforme previsto no RBAC 153.

Pode-se afirmar que, sem um reforço na capacidade de suporte dos pavimentos da área de movimento do SBXX, dentre as aeronaves comerciais utilizadas hoje pelas companhias aéreas brasileiras, o E195-E2 seria o modelo mais crítico com viabilidade comercial de ser operado.

h. Contra incêndio

De acordo com a Portaria da ANAC de nº 852/SIA de 2018, que divulga a classificação dos aeródromos civis, o SBXX é classificado como Classe I-B. Diante disso, ele está isento da previsão de SECINC, conforme Resolução Nº 455/ANAC, de 20 de dezembro de 2017.

i. PAPI

Não há PAPI para a RWY 33. No processo de Certificação, enquanto não for instalado o PAPI, a RWY 33 poderá ser impedida de ter aproximações de aeronaves à jato. O impacto operacional dessa medida é da ordem de 22% das aproximações.

j. Não escopo dessa análise

Para efeito Certificação, não foi escopo desta análise a conformidade dos requisitos de auxílios visuais, luzes e fonte secundária de energia, nos aspectos de projeto e manutenção.

Não foi objeto desta análise, a avaliação de obstáculos e nivelamento em faixa de pista e faixa preparada nos aspectos em que não é possível a verificação por meio de imagem de satélite.

Esses requisitos devem ser avaliados em uma inspeção específica in loco.

k. Quadro resumo

Item	Característica Física	Verificado	Status
1	Faixa de pista de pouso e decolagem	Existência de Vegetação nas laterais da faixa de pista	Operação de aeronaves 3 e 4 apenas em condições VMC. O aeroporto tem média de anual de 5,76% do tempo em condições operacionais IMC.
2	Área de giro de pista de pouso e decolagem	N/A	Conforme
3	Existência de RESA	Não existente, com possibilidade de implantação (90x90)	Viável
4	Largura da pista de pouso e decolagem	45m	Conforme
5	Largura total da pista de pouso e decolagem mais o acostamento	45m	Conforme
6	Existência de indicador visual de rampa (PAPI)	Apenas na CAB 15	Não operação de aeronaves à jato na cabeceira 32. Impacta: 22% das aproximações do aeroporto.
7	Largura da pista de táxi	24,3m	Conforme
8	Largura total da pista de táxi mais o acostamento	24,3m	Necessidade de implantação de acostamento
9	Distância entre eixos da pista de táxi paralela e da pista de pouso e decolagem	N/A	Conforme
10	Distância mínima do eixo da pista de pouso e decolagem até uma posição de espera de aeronaves ou veículos	75m	Conforme
11	Distância entre o eixo da pista de táxi e um objeto	N/A	Conforme
12	Distância entre os eixos de pistas de táxi	N/A	Conforme
13	Distância entre o eixo da pista de táxi de acesso ao estacionamento e um objeto	<22,5m	Necessário procedimento operacional
14	Afastamentos em posições de estacionamento de aeronaves	>4,5m	Conforme
15	Categoria Contra incêndio	Isento	Conforme Resolução Nº 455/ANAC, de 20 de dezembro de 2017

VI. CONCLUSÃO

Para a obtenção de certificado operacional Classificação 4C pelo SBXX, devem ser levados em consideração as seguintes necessidades:

- Remoção da vegetação que fere a faixa de pista. Caso não haja essa remoção, aeronaves COD 3 e 4 só poderiam decolar e pousar em condições VMC que, nos últimos 5 anos, correspondeu a 94,24% do tempo;
- Remoção de vegetação e adequação das valas de drenagem dentro dos limites da faixa preparada;
- implantação de RESA nas duas cabeceiras. Caso haja redução das distancias declaradas para alocação das RESAS, deve ser levado em consideração as restrições de pesos das aeronaves;
- Implantação de acostamento na TWY com a opção de declaração de acostamento gramado.
- Realização de adequação da sinalização horizontal do pátio de aeronaves, pista de táxi e pista de pouso e decolagens;

