

Paola Cemin da Silva

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AERÓDROMOS
PÚBLICOS BRASILEIROS COM OS REQUISITOS DO REGULAMENTO
BRASILEIRO DA AVIAÇÃO CIVIL (RBAC) Nº 154 – PROJETO DE
AERÓDROMOS**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.
Orientador: Prof. Alexandre Hering Coelho, Dr.

Florianópolis

2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Silva, Paola Cemin da

Análise comparativa de características físicas de aeródromos públicos brasileiros com os requisitos do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) n° 154 - Projeto de aeródromos / Paola Cemin da Silva ; orientador, Alexandre Hering Coelho, 2018.

78 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Infraestrutura aeroportuária. 3. Transporte aéreo. 4. RBAC n° 154. I. Coelho, Alexandre Hering. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Paola Cemin da Silva

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AERÓDROMOS
PÚBLICOS BRASILEIROS COM OS REQUISITOS DO REGULAMENTO
BRASILEIRO DA AVIAÇÃO CIVIL (RBAC) Nº 154 – PROJETO DE
AERÓDROMOS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheira Civil e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 22 de junho de 2018.

Prof. Luciana Rohde, Dr.
Coordenadora do curso

Banca Examinadora:



Prof. Alexandre Hering Coelho, Dr.
Orientador

Prof. Luciana Rohde, Dr.
Membro

José dos Santos de Magalhães, Eng.
Membro

Este trabalho é dedicado à minha querida família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à força maior que atuou em acontecimentos antes por mim questionáveis e até revoltantes, mas que, a longo prazo, fizeram todo o sentido e me mostraram a beleza curiosa da vida, em que devo aprender a confiar.

À minha mãe, por ser um exemplo de dedicação e otimismo, não só para mim, e me ensinar a sempre ter fé. Ao meu pai, por ter me incentivado à sua maneira, criando as circunstâncias que possibilitaram o meu amadurecimento e independência. Ao meu irmão, pelo carinho e torcida.

Ao meu orientador Alexandre Hering Coelho, por ter sido tão atencioso e ter dedicado o tempo que fosse necessário para me auxiliar a garantir qualidade neste trabalho. Sua busca pela excelência como professor fez com que fosse escolhido como patrono da nossa turma de formandos, e fico muito feliz por tê-lo como orientador.

Aos demais membros da banca examinadora, Prof. Luciana Rohde e Eng. José dos Santos de Magalhães, por terem aceitado o convite de fazer parte da banca e contribuírem com o seu conhecimento e experiência.

À colega de trabalho de longa data e amiga Priscila Hellmann Preuss, por ser um grande exemplo profissional, pelas conversas motivadoras e pela disponibilidade para discutir sobre as minhas dúvidas relacionadas ao tema deste estudo.

À Luísa e ao meu mentor Glaucio, que me auxiliaram a enxergar meu potencial em uma fase tão importante da vida, fazendo com que eu lide com ela com otimismo e determinação.

Aos colegas de turma que durante os 6 anos da graduação compartilharam as alegrias do sucesso nas provas e trabalhos, as inseguranças e dificuldades, e que nesta fase da elaboração do TCC se fizeram muito presentes, mais uma vez, auxiliando e incentivando um ao outro.

Por fim, ao Laboratório de Transportes e Logística (LabTrans), pela experiência que forneceu conhecimentos que foram diferenciais para a elaboração deste trabalho acadêmico.

RESUMO

O presente estudo realiza uma comparação das características físicas de instalações do lado ar de alguns aeródromos brasileiros com os requisitos da norma vigente para o projeto de aeródromos, o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 154. São selecionados para análise os 60 aeroportos mais representativos quanto à movimentação de passageiros da aviação regular no Brasil. Para estes aeroportos, são verificados o tipo de operação e, com base nas aeronaves em operação e com previsão de operação neles, a aeronave crítica atual. Estas duas características são suficientes para definir os requisitos de norma para alguns aspectos relevantes da infraestrutura aeroportuária. Então, são levantadas as características da infraestrutura existente nestes aeroportos e confrontadas com estes requisitos. Os resultados deste estudo mostram a situação geral da infraestrutura aeroportuária no contexto nacional, em termos de compatibilidade com a demanda de aeronaves.

Palavras-chave: Infraestrutura aeroportuária. Transporte aéreo. RBAC nº 154.

ABSTRACT

The present study compares the physical characteristics of Airside facilities of some Brazilian aerodromes with the requirements of the current regulation for aerodrome design, the Brazilian Civil Aviation Regulation (RBAC) n° 154. The 60 most representative airports regarding the handling of scheduled air transport passengers in Brazil are selected for analysis. For these airports, the flight procedure is verified and, based on the aircrafts that operate and are expected to operate on them, the current critical aircraft as well. These two characteristics are enough to define the standard requirements for some relevant aspects of airport infrastructure. Then, the characteristics of the existing infrastructure at these airports are obtained and faced with the requirements. The results of this study establish the overall situation of airport infrastructure in the national context, in terms of compatibility with aircraft demand.

Keywords: Airport infrastructure. Air transport. RBAC n° 154.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Componentes de um aeroporto: lado terra e lado ar.	21
Figura 2 – Aeroporto Internacional O'Hare.....	23
Figura 3 – Faixa de pista de pouso e decolagem no Aeroporto de Navegantes.	24
Figura 4 – Figura C-1B do RBAC 154.....	25
Figura 5 – Aeroporto Internacional de Viracopos.....	27
Figura 6 – Envergadura e OMGWS de uma aeronave.....	29
Figura 7 – Airbus A380-800.....	29
Figura 8 – Fluxograma das atividades.....	36
Figura 9 – Trecho da legenda do ROTAER.....	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Participação das aeronaves nos voos comerciais de transporte de passageiros no Brasil.....	50
Gráfico 2 – Número de aeródromos por tipo de operação.	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela A-1 Código de referência do aeródromo.	33
Tabela 2 – Parâmetros de análise e componentes aeroportuários a que estão relacionados. ...	37
Tabela 3 – Aeroportos selecionados.	38
Tabela 4 – Exemplos de registros do SIROS.	41
Tabela 5 – Resultado de compilação do código das aeronaves que operam voos regulares no Brasil.	43
Tabela 6 – Fontes utilizadas no levantamento das características dos aeródromos e métodos de determinação dos valores necessários e dos valores existentes.	47
Tabela 7 – Número de aeródromos por código de referência da aeronave crítica e as correspondentes classificações do comprimento básico de pista e envergadura.	49
Tabela 8 – Aeronaves críticas por código de referência e suas características.	51
Tabela 9 – Situação dos aeroportos analisados quanto à certificação operacional.	51
Tabela 10 – Aeroportos analisados certificados.	52
Tabela 11 – Aeroportos nas disposições transitórias do RBAC nº 139.	53
Tabela 12 – Análise da largura da PPD.	54
Tabela 13 – Análise da largura total da PPD.	55
Tabela 14 – Análise da área de giro.	56
Tabela 15 – Análise do comprimento da faixa de pista.	57
Tabela 16 – Alterações na largura mínima da faixa de pista.	57
Tabela 17 – Análise da largura da faixa de pista.	58
Tabela 18 – Análise do comprimento da RESA.	59
Tabela 19 – Análise da largura da RESA.	60
Tabela 20 – Análise da largura das pistas de táxi.	60
Tabela 21 – Alterações na largura total mínima das pistas de táxi.	61
Tabela 22 – Análise da largura total das pistas de táxi.	62
Tabela 23 – Alterações nas distâncias entre os eixos da pista de táxi e da PPD.	63
Tabela 24 – Análise da distância do eixo das pistas de táxi paralelas ao eixo da PPD.	63
Tabela 25 – Análise da distância do eixo da <i>taxiway</i> de pátio ao eixo da PPD.	63
Tabela 26 – Análise geral dos aeroportos.	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADC – *Aerodrome Chart*

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil

DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo

ICA – Instrução do Comando da Aeronáutica

ICAO – *International Civil Aviation Organization*

IFR – *Instrument Flight Rules*

FAA – *Federal Aviation Administration*

HOTRAN – Horário de Transporte

INFRAERO – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária

NOTAM – *Notice to Airmen*

OACI – Organização da Aviação Civil Internacional

OMGWS – *Outer Main Gear Wheel Span*

PBGRF – Plano Básico de Gerenciamento de Risco de Fauna

PBZPA – Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo

PBZR – Plano Básico de Zoneamento de Ruído

PEZR – Plano Específico de Zoneamento de Ruído

PPD – Pista de Pouso e Decolagem

PZPANA – Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea

PZPPNA – Plano de Zona de Proteção dos Procedimentos de Navegação Aérea

RBAC – Regulamento Brasileiro da Aviação Civil

RESA – *Runway End Safety Area*

ROTAER – Manual Auxiliar de Rotas Aéreas

SESCINC – Serviço de Prevenção, Salvamento e Combate a Incêndio em Aeródromos Civis

SIA – Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária

SIROS – Sistema de Registro de Operações

TECA – Terminal de Cargas

TEPAX – Terminal de Passageiros

TPS – Terminal de Passageiros

VFR – *Visual Flight Rules*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS.....	18
1.1.1	Objetivo geral	18
1.1.2	Objetivos específicos.....	18
1.2	LIMITAÇÕES.....	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1	A ORIGEM DE UM AERÓDROMO.....	20
2.2	PRINCIPAIS INSTALAÇÕES DO LADO AR	21
2.2.1	Pista de pouso e decolagem.....	22
2.2.2	Faixa de pista de pouso e decolagem	23
2.2.3	Área de giro.....	24
2.2.4	Área de Segurança de Fim de Pista (RESA).....	25
2.2.5	Pista de táxi ou pista de rolamento	26
2.2.6	Pátio de aeronaves	27
2.3	CARACTERÍSTICAS DAS AERONAVES RELEVANTES PARA O PROJETO DE AERÓDROMOS.....	28
2.4	PROJETO DE AERÓDROMOS.....	30
2.4.1	Código de referência do aeródromo	32
2.4.2	Tipo de operação	33
2.5	CERTIFICAÇÃO OPERACIONAL DE AEROPORTOS	34
3	MÉTODO.....	36
3.1	SELEÇÃO DOS PARÂMETROS DE ANÁLISE.....	36
3.2	SELEÇÃO DOS AERÓDROMOS	37
3.3	VERIFICAÇÃO DA SITUAÇÃO DO AERÓDROMO QUANTO À CERTIFICAÇÃO OPERACIONAL.....	40
3.4	DETERMINAÇÃO DO CÓDIGO DE REFERÊNCIA DA AERONAVE CRÍTICA..	41
3.5	VERIFICAÇÃO DO TIPO DE OPERAÇÃO PARA O QUAL O AERÓDROMO ESTÁ HOMOLOGADO.....	44
3.6	LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DO AERÓDROMO	45
3.7	COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS COM OS REQUISITOS DE NORMA E ANÁLISE CRÍTICA.....	48

4	RESULTADOS	49
4.1	CÓDIGOS DE REFERÊNCIA DAS AERONAVES CRÍTICAS E TIPO DE OPERAÇÃO DOS AERÓDROMOS	49
4.2	SITUAÇÃO DE CERTIFICAÇÃO OPERACIONAL DOS AERÓDROMOS	51
4.3	ANÁLISE COMPARATIVA DAS CARACTERÍSTICAS DOS AERÓDROMOS COM OS REQUISITOS DO RBAC N ^o 154	54
4.3.1	Largura da PPD	54
4.3.2	Acostamentos da PPD	55
4.3.3	Área de giro	56
4.3.4	Comprimento da faixa de pista	56
4.3.5	Largura da faixa de pista	57
4.3.6	Comprimento da RESA	58
4.3.7	Largura da RESA	59
4.3.8	Larguras das pistas de táxi	60
4.3.9	Acostamentos das pistas de táxi	61
4.3.10	Distância do eixo das pistas paralelas ao eixo da PPD	62
4.3.11	Análise geral	64
5	CONCLUSÕES	65
	REFERÊNCIAS	67
	ANEXO A – Exemplo de carta ADC: Aeroporto Internacional de Guarulhos	71
	ANEXO B – Requisitos do RBAC n^o 154 (ANAC, 2018d) utilizados nas análises	73

1 INTRODUÇÃO

Na prática da engenharia, espera-se que os projetos sigam certas normas e recomendações, de caráter obrigatório ou não, que são fundamentadas em conhecimentos científicos e empíricos. No contexto dos aeródromos brasileiros, os que são de uso público são submetidos à regulação e fiscalização pela agência reguladora Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Conforme consta no site da ANAC, "aeródromos autorizados a realizar exploração comercial do transporte aéreo de passageiros e/ou cargas são de tipo de uso público, e a sua autorização de funcionamento pela ANAC é denominada homologação."

Segundo a Portaria nº 1227/SIA (ANAC, 2010), o cadastramento de um aeródromo público (homologação) depende da observância das normas técnicas de engenharia e de operações constantes nos Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil (RBAC) da ANAC. Dentre estes regulamentos, destaca-se o RBAC nº 154 – Projeto de Aeródromos (ANAC, 2018d). Tal regulamento estabelece os requisitos mínimos para o projeto de aeródromos, no que se refere às instalações destinadas às operações aeroportuárias, com base nas recomendações do Anexo 14 da Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO – do inglês, *International Civil Aviation Organization*). Segundo a ANAC (2018d), “é considerado requisito qualquer especificação de características físicas, configuração, material, equipamento, desempenho, pessoal ou procedimento cuja aplicação uniforme é considerada necessária para a segurança operacional ou regularidade do transporte aéreo e, portanto, tem caráter obrigatório”.

Esses requisitos são, de modo geral, função do código de referência do aeródromo, que depende de características de caráter operacional e geométrico da aeronave crítica, e do tipo de operação, se por regras de voo visual (VFR – do inglês, *Visual Flight Rules*) ou por instrumentos (IFR – do inglês, *Instrument Flight Rules*), esta última podendo ser do tipo precisão ou não-precisão.

A aeronave crítica é definida no RBAC nº 154, para efeitos desse regulamento, como “a aeronave em operação, ou com previsão de operar em um aeródromo, que demande os maiores requisitos em termos de configuração e dimensionamento da infraestrutura aeroportuária, em função de suas características físicas e operacionais”. Nesse sentido, os vários aspectos do planejamento de um aeródromo podem apresentar diferentes aeronaves críticas. Segundo Horonjeff et al. (2010), a depender da porção da área do aeroporto, certas especificações das aeronaves se tornam mais críticas. Por exemplo, o peso da aeronave é

importante para determinar a espessura e a resistência do pavimento que serve ao movimento ou estacionamento das aeronaves, além de influenciar os requisitos de comprimento da pista, o que, por sua vez, tem grande influência no planejamento de toda a área patrimonial do aeroporto (HORONJEFF ET AL., 2010). As dimensões das aeronaves, em contrapartida, influenciam os aspectos geométricos das instalações.

Respeitadas as recomendações do RBAC nº 154 no projeto de implantação, de ampliação ou de adequação de um aeródromo, entende-se que esse apresenta infraestrutura compatível com as aeronaves que nele operam ou irão operar, estando satisfeitos os requisitos mínimos de segurança.

É comum aeródromos existentes terem sido projetados tendo aeronaves de projeto menos críticas, em termos de características físicas do lado ar, do que as aeronaves mais utilizadas pelas companhias aéreas atualmente, tendo em vista a evolução da indústria aeronáutica desde a data de implantação desses aeródromos.

Além disso, tem-se observado um forte crescimento da demanda pelo transporte aéreo. Segundo a Confederação Nacional do Transporte (2015), entre 2000 e 2014, a movimentação de passageiros em voos domésticos e internacionais apresentou um crescimento de 210,8%, ao passo que a oferta aumentou 103,5%. Nesse mercado do transporte aéreo, merecem destaque os agentes: empresas aéreas, a quem cabe viabilizar o serviço, e aeroportos (administrados pelos operadores aeroportuários), cuja função é fornecer a infraestrutura que sustenta as operações das companhias (CNT, 2015). Como afirma Fernandes (2016), a partir do início dos anos 2000, o setor do transporte aéreo tem apresentado dificuldade para atender o crescimento da demanda. Esse crescimento pressionou a infraestrutura aeronáutica e aeroportuária nacional, evidenciando as deficiências do sistema de transporte aéreo do país (CNT, 2015).

Com o avanço da indústria aeronáutica e a crescente demanda do transporte aéreo no contexto nacional e internacional, as companhias aéreas têm modernizado a sua frota de aeronaves. A empresa aérea Emirates, por exemplo, utiliza exclusivamente as aeronaves Airbus A380 e Boeing 777, sendo que a primeira se configura como a maior aeronave comercial de passageiros do mundo.

Para acompanhar essa evolução, os aeroportos brasileiros necessitam de melhorias/adequações em sua infraestrutura, de modo a estarem aptos a receber voos de interesse das companhias aéreas e, assim, serem mais competitivos no mercado internacional, além de atenderem às expectativas da crescente parcela da população brasileira que utiliza esse tipo de transporte.

Um esforço do Governo Federal para estimular a melhoria da infraestrutura de importantes aeroportos brasileiros é a concessão destes a grupos privados, iniciativa que teve início em 2011. Segundo a ANAC (2018b), a concessão “tem como objetivo atrair investimentos para ampliar, aperfeiçoar a infraestrutura aeroportuária brasileira e, conseqüentemente, promover melhorias no atendimento aos usuários do transporte aéreo no Brasil”. Nos contratos de concessão, cuja gestão e fiscalização compete à ANAC, está previsto o atendimento a padrões internacionais de qualidade.

Recentemente, o Aeroporto de Guarulhos, um dos aeroportos concedidos, teve os acostamentos da pista de pouso e decolagem, de 7,5 m, ampliados para 15 m. Esta intervenção foi uma adequação exigida pela ANAC ao novo operador para que o aeroporto possa atender voos da aeronave Airbus A380-800, devido ao interesse da companhia Emirates em oferecer voos diretos de Guarulhos para Dubai e vice-versa.

O instrumento da ANAC para fazer com que os operadores aeroportuários analisem os riscos presentes na operação aeroportuária e apresentem um nível aceitável de segurança nesse sentido é o processo de certificação operacional. Este processo é regido pelo RBAC nº 139 (ANAC, 2009), que determina que todos os aeroportos que atendem a aviação regular devem obter a certificação. Atualmente, somente 30 aeroportos brasileiros a possuem (ANAC, 2018c), sendo 11 deles (aproximadamente, 37%) operados pela Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero).

Nesse contexto, é importante se conhecer o panorama do país no que se refere, primeiramente, às aeronaves críticas dos aeroportos brasileiros, bem como ao tipo de operação para os quais estão homologados. Além disso, faz-se importante uma análise desses aeroportos em relação à observância das recomendações do RBAC nº 154 com base nesses fatores, de que depende a certificação operacional.

É possível que o operador aeroportuário solicite à ANAC a isenção do cumprimento de requisitos do RBAC nº 154, devendo o operador apresentar Estudo Aeronáutico em que seja demonstrada a possibilidade de que as operações se mantenham em um nível aceitável de segurança operacional (ANAC, 2018d). A agência pode decidir deferir o pedido, definindo, para tanto, algumas condicionantes operacionais. Um exemplo disso está na Decisão nº 75 (ANAC, 2017b), que defere parcialmente o pedido por parte do Aeroporto da Pampulha – Carlos Drummond de Andrade de isenção de alguns requisitos do regulamento.

Não foram encontrados trabalhos existentes semelhantes ao proposto neste estudo. Há somente trabalhos que realizam a análise de um aeródromo específico em diversos aspectos, incluindo a infraestrutura aeroportuária.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O presente trabalho de conclusão de curso tem como objetivo realizar uma análise comparativa, de forma sistemática, das características físicas das instalações do lado ar de alguns aeródromos públicos brasileiros com os requisitos do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 154 – Projeto de aeródromos.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar as exigências e as recomendações da legislação da ANAC que estão relacionadas ao projeto de aeródromos no Brasil;
- Perceber o nível de dificuldade de obtenção de dados a respeito da demanda e da infraestrutura de forma sistemática e aberta;
- Identificar um método para sistematizar a análise comparativa entre as exigências das características de demanda de aeronaves (em operação e com previsão de operação) e da infraestrutura aeroportuária;
- Verificar a situação de aeródromos públicos brasileiros em relação à certificação operacional, que depende da conformidade com os requisitos do RBAC nº 154;
- Diagnosticar, de forma geral, o nível de atendimento de aeródromos aos requisitos geométricos previstos em norma, no âmbito nacional.

1.2 LIMITAÇÕES

O comprimento da pista de pouso e decolagem (PPD) necessário não é abrangido no RBAC nº 154. Esse comprimento, no âmbito de estudos de planejamento, é função da

performance de cada modelo de aeronave, bem como de condições locais do aeroporto, a saber: altitude, temperatura de referência¹ e declividade longitudinal da pista.

Em termos do comprimento da pista, é mencionado no RBAC nº 154 somente o comprimento básico de pista. Conforme nota do item 154.13 (Código de referência) do regulamento, “a determinação do comprimento básico de pista das aeronaves serve unicamente para a seleção do número do código, sem pretender influenciar no comprimento real da pista existente” (ANAC, 2018d). Em outras palavras, não é adequado utilizar o comprimento básico de pista da aeronave crítica para fins de análise do comprimento da PPD de um determinado aeródromo.

Quanto ao pátio de aeronaves, há um parâmetro a respeito desse componente no RBAC nº 154 que é função da letra do código de referência. Este se trata dos afastamentos mínimos em posições de estacionamento de aeronaves entre uma aeronave entrando/saindo e construções/objetos nas adjacências do pátio. Entretanto, analisar essa característica específica nos pátios de aeronaves é uma tarefa complexa, pois depende de um conhecimento aprofundado das posições de estacionamento no pátio, representadas na sinalização horizontal, nem sempre nitidamente visível em imagens de satélite. Existe uma carta aeronáutica publicada pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) chamada Carta de Estacionamento de Aeronaves (carta PDC – do inglês, *Aircraft Parking/Docking Chart*) onde é apresentada tal sinalização, no entanto, a disponibilidade desta carta não é obrigatória, segundo a Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 96-1 (BRASIL, 2016b), sendo disponibilizada somente para alguns aeródromos.

Por fim, a infraestrutura aeroportuária, bem como a demanda de aeronaves, são dinâmicas, podendo ser realizadas intervenções nos aeródromos ao longo do tempo e, em termos da demanda, voos serem cancelados, voos terem sua aeronave alterada, surgirem novos voos ou novas aeronaves no mercado. Assim, as análises deste estudo tiveram como objeto os aeródromos selecionados em sua situação atual, conforme as últimas atualizações das fontes de dados consultadas.

¹ A temperatura de referência do aeródromo consiste, segundo o RBAC nº 154 (ANAC, 2018d), na “média mensal das temperaturas máximas diárias para o mês mais quente do ano (sendo que o mês mais quente será o mês com maior temperatura mensal média)”.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção, são apresentados conceitos envolvidos no planejamento de um aeródromo. O primeiro tópico trata dos planos e projetos necessários para a sua implantação. Os tópicos subsequentes, por sua vez, descrevem o lado ar e suas instalações; as características de uma aeronave relevantes para o projeto de um aeródromo; aspectos do documento que norteia as definições deste projeto, o RBAC nº 154; e, por fim, a certificação operacional de aeroportos, regida pelo RBAC nº 139 e que está relacionada ao RBAC nº 154.

2.1 A ORIGEM DE UM AERÓDROMO

A materialização de um aeródromo, para que ele seja seguro e funcional, compreende um processo complexo, com o desenvolvimento de projetos, planos e estudos desde a escolha do local de implantação do aeródromo, passando pela sua construção, até a sua contínua operação e manutenção.

Primeiramente, é realizada a escolha do sítio aeroportuário, ou seja, do melhor local – sob aspectos operacionais e executivos – dentre áreas potenciais onde o aeródromo pode ser construído. Para a sua construção, é desenvolvido o projeto geométrico dos componentes que compõem a infraestrutura aeroportuária, o projeto de sinalização horizontal da área de movimento de aeronaves e a determinação da capacidade necessária de suporte do pavimento.

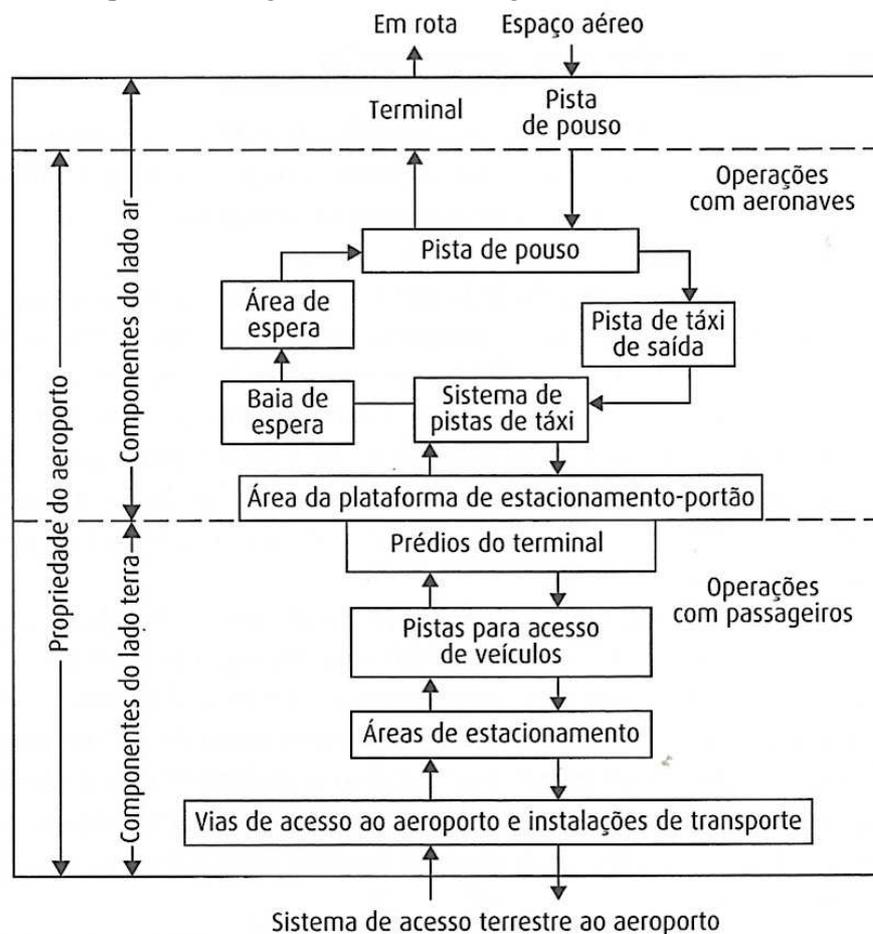
Em relação ao projeto geométrico da infraestrutura de aeródromos brasileiros, o RBAC nº 154 fornece os requisitos para os componentes do lado ar, que é definido pelo RBAC nº 153 (ANAC, 2016b) como “o conjunto formado pela área de movimento de um aeródromo e terrenos e edificações adjacentes, ou parte delas, cujo acesso é controlado”.

No que se refere à operação, são elaborados planos relacionados à atividade aeroportuária ou a riscos oriundos dela. Como exemplos destes, pode-se citar o Plano (Básico ou Específico) de Zoneamento de Ruído (PBZR ou PEZR), o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo (PBZPA), o Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea (PZPANA), o Plano de Zona de Proteção dos Procedimentos de Navegação Aérea (PZPPNA) e, por fim, o Plano Básico de Gerenciamento de Risco de Fauna (PBGRF). Além destes planos, há a definição do serviço de resposta às emergências aeroportuárias, o chamado Serviço de Prevenção, Salvamento e Combate a Incêndio em Aeródromos Civis (SESCINC).

2.2 PRINCIPAIS INSTALAÇÕES DO LADO AR

No planejamento da infraestrutura aeroportuária, as instalações de um aeroporto são divididas em lado terra e lado ar. Este último já foi definido no item 2.1. O lado terra, por sua vez, de acordo com Young e Wells (2014), atende o movimento de veículos, passageiros e cargas, compreendendo componentes do terminal de passageiros (TPS ou TEPAX) e componentes de acesso. São as principais instalações do lado terra, portanto: as vias de acesso ao aeroporto, o estacionamento de veículos, o terminal de passageiros e, em aeroportos que atendem o transporte de cargas, o terminal de cargas (TECA). Em termos do TPS, segundo Horonjeff et al. (2010), o lado terra compreende todos os componentes que, no processamento dos passageiros, antecedem o portão de embarque. A Figura 1 apresenta os componentes de um aeroporto com a divisão em lado terra e lado ar.

Figura 1 – Componentes de um aeroporto: lado terra e lado ar.



Fonte: Young e Wells (2014).

O termo aeródromo, mais abrangente que aeroporto, engloba toda “área destinada a pouso, decolagem e movimentação de aeronaves” (BRASIL, 2010), ao passo que aeroporto se refere a um “aeródromo público dotado de instalações e facilidades para apoio de operações de aeronaves e de embarque e desembarque de pessoas e cargas” (ANAC, 2011). Assim, um aeródromo vai se chamar aeroporto quando possuir instalações para processar passageiros, sendo o terminal de passageiros a interface entre o lado terra e o lado ar, de acordo com Horonjeff et al. (2010).

Neste trabalho, são analisados aspectos referentes a instalações do lado ar, ou seja, da área de movimento de aeronaves e cujo acesso é controlado. Essas instalações são: as pistas de pouso e decolagem, as pistas de táxi ou de rolamento e o pátio de aeronaves.

A seguir, são apresentadas essas instalações e aspectos relacionados a elas abordados neste estudo.

2.2.1 Pista de pouso e decolagem

Como o nome sugere, a pista de pouso e decolagem (PPD) consiste em uma área (retangular) destinada ao pouso e decolagem das aeronaves. De acordo com Horonjeff et al. (2010), um aeroporto pode apresentar uma ou mais pistas, sendo que elas são localizadas, orientadas e configuradas de modo a garantir a utilização segura e eficiente do aeroporto sob uma variedade de condições. Essas condições se referem a: condições climáticas, especialmente a distribuição do vento e visibilidade; de topografia do aeroporto e de seu entorno; do tipo e volume de tráfego aéreo a ser servido pelo aeroporto; de requisitos de performance da aeronave; e, por fim, do ruído da aeronave (HORONJEFF ET AL., 2010). Quanto mais pistas, maior a capacidade horária e anual de operações e, quando as pistas têm diferentes orientações, é favorecida também a operação sob diferentes condições climáticas, principalmente de distribuição do vento. Na Figura 2, estão indicadas as pistas do Aeroporto Internacional O’Hare, da cidade de Chicago, que é um dos maiores e mais movimentados aeroportos do mundo, o que justifica a necessidade de várias pistas de pouso e decolagem, sendo algumas paralelas, apresentando a orientação mais favorável em termos de distribuição do vento, e outras em diferentes orientações.

Figura 2 – Aeroporto Internacional O'Hare.



Fonte: Adaptada de Google Earth (2018).

As extremidades da pista são chamadas de cabeceiras. O termo em inglês para cabeceira de pista é *runway threshold*, que tem como tradução: limite da pista. A localização de uma cabeceira é identificada com marcas na sinalização horizontal de duas séries de listras brancas, juntamente com um número. Segundo Horonjeff et al. (2010), as marcas de cabeceira identificam ao piloto o início de uma pista que é seguro e disponível para o pouso.

2.2.2 Faixa de pista de pouso e decolagem

A faixa de pista de pouso e decolagem, segundo o RBAC nº 154, trata-se da “área definida que inclui a pista de pouso e decolagem e as zonas de parada (*stopways*), se disponíveis, destinada a reduzir o risco de danos à aeronave, caso esta saia dos limites da pista, e proteger aeronaves sobrevoando a pista durante pousos e decolagens”. Segundo Ashford, Mumayiz e Wright (2011), o termo faixa de pouso (do inglês, *landing strip*) surgiu para se referir à área nivelada na qual a superfície de suporte da carga está localizada, sendo que a FAA (do inglês, *Federal Aviation Administration*) atualmente se refere inteiramente à área nivelada entre os taludes laterais como área de segurança da pista (do inglês, *runway*

safety área), ao passo que a ICAO se refere a uma área análoga como faixa de pista (do inglês, *runway strip*).

Na Figura 3, são representados os limites da faixa de pista de pouso e decolagem do Aeroporto de Navegantes, com base nas dimensões informadas em sua carta de aeródromo (carta ADC – do inglês, *Aerodrome Chart*) (BRASIL, 2018a).

Figura 3 – Faixa de pista de pouso e decolagem no Aeroporto de Navegantes.



Fonte: Adaptada de Google Earth (2018).

As dimensões da faixa de pista, que são objeto de análise neste trabalho, são influenciadas, principalmente, pelo tipo de operação. Quando as aeronaves operam por IFR, a faixa de pista necessita apresentar largura maior.

2.2.3 Área de giro

Uma área de giro, como o nome sugere, serve para possibilitar o giro das aeronaves na PPD na localização em que a mudança de sua orientação é necessária. Como representado na Figura 4, que ilustra a disposição típica de uma área de giro de PPD, as áreas de giro são implantadas em suas cabeceiras, definidas no item 2.2.1.

Como informa o RBAC nº 154 (ANAC, 2018d) em uma nota a respeito da área de giro, "tais áreas podem também ser úteis se disponibilizadas ao longo da pista de pouso e decolagem para reduzir o tempo e a distância de táxi para aeronaves que não demandam o comprimento total da pista de pouso".

Figura 4 – Figura C-1B do RBAC 154.



Fonte: ANAC (2018d).

Para realizar a decolagem, as aeronaves necessitam se deslocar do pátio de aeronaves a uma das cabeceiras, dependendo da pista utilizada para o procedimento. Ao chegar à posição da cabeceira, a aeronave tem de executar um giro e, caso não haja uma pista de táxi para acesso direto à cabeceira, para que a aeronave não saia da pista pavimentada, é preciso existir uma área de giro.

2.2.4 Área de Segurança de Fim de Pista (RESA)

A RESA (do inglês, *Runway End Safety Area*) é uma área de segurança a partir das cabeceiras.

Área de Segurança de Fim de Pista (*Runway End Safety Area* - RESA) significa a área simétrica ao longo do prolongamento do eixo da pista de pouso e decolagem e adjacente ao fim da faixa de pista, utilizada primordialmente para reduzir o risco de danos a aeronaves que realizem o toque antes de alcançar a cabeceira (*undershoot*) ou que ultrapassem acidentalmente o fim da pista de pouso e decolagem (*overrun*) (ANAC, 2018d).

A RESA deve se estender a partir do final da faixa de pista (que, para código de número 2, 3 ou 4, estende-se antes da cabeceira e além do fim da pista ou da zona de parada, a uma distância mínima de 60 m).

Como será visto no item 2.4, a RESA foi objeto de importantes alterações com a publicação da Emenda 02 do RBAC nº 154 (ANAC, 2017e). Na Emenda 01 do regulamento (ANAC, 2012), foi realizada uma tradução direta do que determina o Anexo 14 (ICAO, 2010), que é a exigência de RESA para códigos de número 3 ou 4 e, para operação por IFR, também de número 1 ou 2. Quanto às dimensões, o Anexo 14 determina que a RESA se estenda por, pelo menos, 90 m após a faixa de pista e que apresente largura igual ao dobro da largura da PPD associada a ela. Como recomendação, o Anexo 14 sugere, para o comprimento da RESA, 240 m para códigos de número 3 ou 4 e 120 m para códigos de número 1 ou 2, e largura igual à largura da área preparada da faixa de pista.

Com a Emenda 02 (ANAC, 2017e), as dimensões recomendadas no Anexo 14 passaram a ser obrigatórias. Isso pode ser consequência dos dados históricos de acidentes por *overrun* ou por *undershoot*. De 2007 a 2016, 61% dos acidentes envolvendo aeronaves da aviação comercial no mundo ocorreram durante a decolagem ou o pouso, sendo 48% deles durante o pouso (BOEING, 2017). Ultrapassar o fim da pista no pouso (*landing overrun*), ultrapassar o fim da pista na decolagem (*takeoff overrun*), realizar o toque antes de alcançar a cabeceira (*landing undershoot*) e colisões após a decolagem são os principais tipos de acidentes que ocorrem durante essas fases de voo (ACRP, 2008).

2.2.5 Pista de táxi ou pista de rolamento

O deslocamento das aeronaves, utilizando a sua própria potência, do pátio de aeronaves à PPD e vice-versa é chamado de taxiamento ou rolamento. Assim, as vias utilizadas pelo piloto nesse deslocamento da aeronave são chamadas de pistas de táxi ou de pistas de rolamento. Essas pistas podem ser ortogonais à PPD (ou seja, ter seu eixo formando um ângulo de 90° com o eixo desta última) ou diagonais, formando ângulos agudos – geralmente, 30° ou 45° – entre seu eixo e o eixo da pista. As últimas são chamadas de pistas de táxi de saída rápida, e sua geometria tem como objetivo reduzir o tempo de ocupação da pista pela aeronave por possibilitar a sua rápida saída, uma vez que ela não necessita reduzir tanto a sua velocidade para executar a curva, em comparação à manobra necessária para utilizar uma pista de saída ortogonal, com curva fechada.

O número e os tipos de pistas de táxi estão diretamente relacionados à capacidade horária do sistema. Quanto mais pistas e mais otimizadas em sua geometria, mais eficiente é a operação no aeroporto, em termos de movimentos (pousos e decolagens) por hora. Nesse sentido, é um diferencial a existência de uma pista de táxi paralela à PPD, que evita a utilização da pista para taxiamento.

Conforme Ashford, Mumayiz e Wright (2011), pistas de táxi ortogonais devem ser usadas quando o volume de projeto na hora-pico é menor do que 30 operações por hora. Ashford, Mumayiz e Wright (2011) citam que pistas de táxi que formam 45° com a PPD são recomendadas para aeronaves menores, ao passo que elas permitem que a aeronave saia com uma velocidade de 40 milhas/h (64,4 km/h, aproximadamente), e que as que formam 30° com a PPD permitem uma saída de até 60 milhas/h (cerca de 96,6 km/h).

A Figura 5 mostra o Aeroporto Internacional de Viracopos, em Campinas (SP), no qual há uma pista de táxi paralela e três pistas de táxi de saída rápida.

Figura 5 – Aeroporto Internacional de Viracopos.



Fonte: Google Earth (2018).

A posição das pistas de táxi de saída, em termos de sua distância às cabeceiras, é calculada de modo a permitir que as aeronaves, no pouso, liberem mais rapidamente a PPD, aumentando, assim, a capacidade horária do sistema de pistas.

2.2.6 Pátio de aeronaves

O pátio de aeronaves consiste na área dedicada ao estacionamento das aeronaves para embarque e desembarque de passageiros, de suas bagagens e de carga aérea, para o abastecimento de combustível, carregamento com material de serviço de bordo, entre outros procedimentos. Por essas razões, o pátio de aeronaves se localiza o mais próximo possível do terminal de passageiros. No pavimento do pátio, são sinalizadas posições individuais de parada de aeronaves.

Segundo Ashford, Mumayiz e Wright (2011), para sair do pátio, as aeronaves taxiam (ou seja, executam a saída por meios próprios) ou são empurradas por um trator adequado. Este último procedimento é chamado de *pushback*, pois as aeronaves são empurradas de ré através de um trator de reboque que se liga ao avião por uma barra chamada de *towbar*. A disposição das posições de parada no pátio depende do tipo de saída a ser executado. Quando a saída é realizada por meios próprios, as aeronaves estacionam com seu eixo formando 45°

com a borda do pátio, ao passo que, quando a saída é feita por *pushback*, seu eixo forma 90° com a borda. A saída por *pushback* permite que as aeronaves estacionem mais próximas umas das outras, demandando uma área de pátio consideravelmente menor, quando comparados pátios com a mesma quantidade de posições e para aeronaves de igual porte. Ashford, Mumayiz e Wright (2011) indicam que o arranjo de saída por meios próprios normalmente é empregado em locais de baixo volume de tráfego onde aeronaves menores podem manobrar com poucas restrições de espaço nas operações, ao passo que o procedimento de *pushback* é geralmente usado para aeronaves a jato de grande porte.

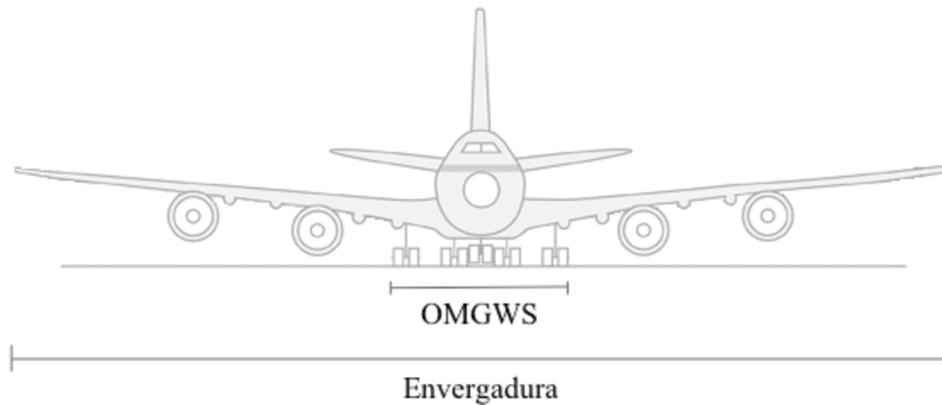
O pátio de aeronaves não é analisado neste estudo, pelo motivo exposto no item 1.2, mas sua conceituação é importante para auxiliar no entendimento de alguns aspectos da análise.

2.3 CARACTERÍSTICAS DAS AERONAVES RELEVANTES PARA O PROJETO DE AERÓDROMOS

Para entender a relação dos requisitos de projeto do lado ar de um aeroporto com as aeronaves que o utilizam, é necessário conhecer as definições de suas características relevantes para o projeto de aeródromos que são utilizadas neste estudo.

Em relação a características físicas, tem grande relevância a envergadura da aeronave, que consiste na distância entre as extremidades de suas asas, como representada na Figura 6. A figura apresenta também outra dimensão importante, paralela à envergadura: a distância entre as bordas externas das rodas do trem de pouso principal, chamada de OMGWS (do inglês, *Outer Main Gear Wheel Span*) ou de bitola externa do trem de pouso principal. Essa característica está relacionada ao raio de giro da aeronave. De acordo com Horonjeff et al. (2010), a envergadura e o raio de giro ditam as larguras da PPD e das pistas de táxi, as distâncias entre essas vias de tráfego, e afetam o raio requerido nas curvas pavimentadas.

Figura 6 – Envergadura e OMGWS de uma aeronave.



Fonte: Adaptado de Boeing (2018).

Na Figura 7, observa-se a aeronave Airbus A380-800, que apresenta uma envergadura de 79,8 m e uma OMGWS de 14,3 m (ANAC, 2017a). Seu comprimento é igual a 72,7 m (ANAC, 2017a), inferior à envergadura em cerca de 7 m.

Figura 7 – Airbus A380-800.



Fonte: Medau (2014).

Dentre as características operacionais (ou de desempenho), por sua vez, destaca-se o comprimento básico de pista. Como visto no item 1.2, este não é utilizado na análise do comprimento da PPD, mas sim na determinação do número do código de referência da aeronave (item 2.4.1). De acordo com o RBAC nº 154, este comprimento é assim definido:

Comprimento básico de pista de aeronave significa o comprimento mínimo de pista necessário para a decolagem com peso máximo de decolagem certificado, ao nível do mar, em condições atmosféricas normais, ar parado e declividade nula de pista, conforme apresentado no manual de voo da aeronave, determinado pela autoridade de certificação ou nas informações equivalentes do fabricante da aeronave (ANAC, 2018d).

2.4 PROJETO DE AERÓDROMOS

Como todos os projetos de engenharia, objetivando a garantia da segurança, o projeto de aeródromos deve seguir certas normas e recomendações. Como cita Silva (2012), há dois conjuntos de normas para esse tipo de projeto: as normas da ICAO e as da FAA. As primeiras consistem em padrões e práticas recomendadas no Anexo 14 (ICAO, 2010), aprovado em 1944 na Convenção de Chicago, que os Estados (países) membros da ICAO devem observar para a aviação comercial internacional. Uma vez que é dada autonomia aos Estados quanto à definição de padrões para o projeto de aeroportos domésticos, nos Estados Unidos, foram criadas as normas da FAA (SILVA, 2012).

No Brasil, o projeto de aeródromos tem como norma o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 154, atualmente na Emenda 03 (ANAC, 2018d). Também segundo Silva (2012), o RBAC nº 154 se trata, basicamente, de uma tradução do Anexo 14 (ICAO, 2010) para a língua portuguesa, mas transformando algumas recomendações da ICAO em padrões para os aeródromos brasileiros.

A primeira emenda do RBAC nº 154 foi publicada em junho de 2012. Mais de cinco anos depois, em agosto de 2017, foi publicada a Emenda 02, com algumas alterações importantes, dentre as quais a obrigatoriedade de RESA e a atualização de suas dimensões necessárias. Esta segunda emenda do RBAC nº 154 vigorou por apenas cerca de oito meses, pois em março de 2018 foi publicada a Emenda 03 do regulamento. Esta nova emenda trouxe importantes alterações nos requisitos para o projeto de aeródromos brasileiros.

Segundo a ANAC (2018a), a proposta de alteração no regulamento partiu da ICAO, em abril de 2017, por ter reconhecido que alguns requisitos – as larguras de pistas e de faixas de pista, principalmente – estavam superdimensionados, uma vez que foram criados antes das aeronaves Airbus A380 e Boeing 747 entrarem em operação. Operações destas aeronaves em aeroportos de todo o mundo, que superaram um milhão de movimentos, possibilitaram análises mais recentes, nas quais foi verificada a possibilidade de alteração desses requisitos, tornando-os menos excessivos e onerosos (ANAC, 2018a).

Devido ao caráter obrigatório do cumprimento do regulamento e à alteração de requisitos com a publicação de novas emendas, é importante conhecer a aplicabilidade da norma. Conforme exposto no item 154.601 – Disposições Transitórias, o RBAC nº 154 Emenda 03 (ANAC, 2018d) relaciona as seguintes situações especiais para aplicação dos requisitos em aeródromos existentes:

(a) Observado o disposto no parágrafo 154.5(d), as instalações aeroportuárias existentes antes de 12 de maio de 2009 devem ser adequadas ao disposto neste Regulamento e as instalações aeroportuárias implantadas a partir de 12 de maio de 2009 devem ser adequadas aos requisitos inseridos ou modificados por Emenda a este Regulamento nas seguintes situações:

- (1) quando forem substituídas ou melhoradas após essa data para acomodar operações mais exigentes ou operações de nova aeronave crítica;
- (2) quando a ANAC estabelecer prazo para adequação em processo de certificação operacional de aeroporto;
- (3) quando a ANAC estabelecer prazo para adequação em contratos de concessão de aeroportos;
- (4) quando a ANAC estabelecer prazo para adequação em programas específicos de adequação de infraestruturas; ou
- (5) quando a ANAC estabelecer prazo para adequação em hipóteses comprovadamente excepcionais, diante de elevado risco operacional identificado.

(b) Enquanto não se enquadrarem nas hipóteses dos parágrafos 154.601(a)(1) a 154.601(a)(5) ou em disposição transitória específica estabelecida na seção 154.601, as instalações aeroportuárias existentes podem ser mantidas:

- (1) nas condições do respectivo cadastro; ou
- (2) nas condições de sua implantação e em conformidade com os requisitos vigentes à data de sua operacionalização, para as instalações não sujeitas a processo de inscrição ou alteração cadastral.

Uma vez que, com as emendas 02 e 03 do RBAC nº 154, os requisitos se tornaram mais exigentes para a RESA, há situações especiais também para aplicação destes. No item 154.601 – Disposições Transitórias, tratando-se de RESA, foi definido que:

(e) Às pistas de pouso e decolagem cadastradas na ANAC antes de 12 de maio de 2009 aplicam-se as seguintes regras relativas à RESA:

(1) nas hipóteses descritas nos parágrafos 154.601(a)(3) a 154.601(a)(5), a ANAC poderá estabelecer que a RESA seja parcial ou integralmente adequada ao disposto na seção 154.209;

(2) na hipótese descrita no parágrafo 154.601(a)(2), a RESA deverá atender ao disposto nos parágrafos 154.209(c) a 154.209(f) e possuir as seguintes dimensões:

(i) comprimento igual ou superior a 30 m e largura igual ou superior ao dobro da largura de pista requerida para a aeronave crítica associada, para pistas para operação visual com código de referência de aeródromo 1 ou 2;

(ii) comprimento igual ou superior a 90 m e largura igual ou superior ao dobro da largura de pista requerida para a aeronave crítica associada, para pistas com código de referência de aeródromo 3 ou 4 e pistas para operação por instrumento com código de referência de aeródromo 1 ou 2;

(3) na hipótese descrita no parágrafo 154.601(a)(1), a pista de pouso e decolagem poderá ser mantida com RESA nas mesmas dimensões previstas no respectivo cadastro, devendo ser atendido o disposto nos parágrafos 154.209(c) a 154.209(f); e

(4) enquanto o aeródromo não se enquadrar nas hipóteses dos parágrafos 154.601(a)(1) a 154.601(a)(5), a RESA poderá ser mantida nas condições do respectivo cadastro.

O item 154.209 mencionado diz respeito aos requisitos para a RESA constantes no regulamento e é apresentado no Anexo B. Verifica-se que há situações específicas para a aplicação desses requisitos.

Há duas características dos aeródromos que, de modo geral, determinam as características físicas mínimas necessárias de acordo com o RBAC nº 154: o código de referência e o tipo de operação.

2.4.1 Código de referência do aeródromo

A infraestrutura do transporte aéreo é determinada pelas características físicas e operacionais do veículo a que ela se destina: a aeronave. Segundo Horonjeff et al. (2010), o código de referência relaciona os critérios de projeto de um aeroporto com os critérios operacionais e as características físicas das aeronaves que operam ou têm previsão de operar no aeroporto.

Tal código é composto de dois elementos, sendo um número de 1 a 4 seguido de uma letra de A a F. O número é função do comprimento básico de pista da aeronave, ao passo que a letra está relacionada à envergadura da aeronave.

Uma das principais alterações advindas da publicação da Emenda 03 do RBAC nº 154 (ANAC, 2018d) está relacionada à determinação do código de referência do aeroporto. Nela, foi excluído o critério da distância entre as rodas externas do trem de pouso principal (na emenda mais recente, tratada como OMGWS) para definição da letra do código. Nas emendas 01 (ANAC, 2012) e 02 (ANAC, 2017e) do regulamento, essa letra era função da envergadura da aeronave ou da mencionada distância, o que resultasse mais crítico. A partir da publicação da Emenda 03, esta passa a ser função somente da envergadura da aeronave, como visto na Tabela 1, que reproduz a Tabela A-1 do RBAC nº 154 (ANAC, 2018d), referente à determinação do código de referência de um aeródromo.

Tabela 1 – Tabela A-1 Código de referência do aeródromo.

Elemento 1 do Código	
Número do código	Comprimento básico de pista requerido pela aeronave
1	menor que 800 m
2	maior ou igual a 800 m e menor que 1200 m
3	maior ou igual a 1200 m e menor que 1800 m
4	maior ou igual a 1800 m
Elemento 2 do Código	
Letra do código	Envergadura
A	menor que 15 m
B	maior ou igual a 15 m e menor que 24 m
C	maior ou igual a 24 m e menor que 36 m
D	maior ou igual a 36 m e menor que 52 m
E	maior ou igual a 52 m e menor que 65 m
F	maior ou igual a 65 m e menor que 80 m

Fonte: ANAC (2018d).

2.4.2 Tipo de operação

Além do código de referência, é uma característica determinante no projeto de aeródromos o tipo de operação realizado na pista de pouso e decolagem: se a aproximação da aeronave na cabeceira se dá por regras de voo visual (VFR) ou por instrumentos (IFR). As condições meteorológicas mínimas para voo visual, em termos de teto e de visibilidade, para voo visual são apresentadas na ICA 100-02 (BRASIL, 2016b). Teto ou visibilidade inferior ao respectivo valor mínimo para VFR define condição meteorológica de voo por instrumentos. De acordo com a ICA 100-02, o teto consiste na “altura, acima do solo ou água, da base da mais baixa camada de nuvens, abaixo de 6 mil metros (20 mil pés) e que cubra mais da metade do céu”, e, no que se refere à visibilidade:

Para fins aeronáuticos, visibilidade é o maior valor entre os seguintes:

- a) a maior distância em que um objeto de cor escura e de dimensões satisfatórias, situado perto do chão, pode ser visto e reconhecido, quando observado contra um fundo luminoso; ou
- b) a maior distância em que as luzes de 1000 candelas, nas vizinhanças, podem ser vistas e identificadas contra um fundo não iluminado.

Conforme define a ICA 100-37 (BRASIL, 2017), a aproximação visual ocorre quando ela é realizada com referência visual do solo. Para esse tipo de aproximação, são necessários auxílios visuais, ou seja, que podem ser visualizados pelo piloto. Quando a PPD é homologada para operação VFR noturna, por exemplo, deve apresentar auxílios que permitam

que o piloto visualize o aeródromo e as pistas sem a luz natural, tais como: farol rotativo, luzes de pista (PPD e pistas de táxi) e de cabeceira (balizamento luminoso) e indicador de direção do vento (biruta) iluminada.

A aproximação por instrumentos, por sua vez, como o nome indica, tem referência a instrumentos de auxílio à navegação aérea. A operação IFR pode ser de precisão ou não-precisão. Quando de não-precisão, como é também definido na ICA 100-37 (BRASIL, 2017), o auxílio à navegação em que a aproximação se baseia não apresenta indicação eletrônica de trajetória de planeio, como o NDB, o VDF e o VOR (do inglês, respectivamente, *Non-Directional Beacon*, *Very High Frequency Direction-finding Station* e *Very High Frequency Omnidirectional Range*). A aproximação IFR de precisão, por sua vez, ocorre com auxílio que apresenta esse tipo de indicação, como o ILS (do inglês, *Instrument Landing System*). Segundo Horonjeff et al. (2010), na operação por instrumentos de não-precisão são utilizados serviços de navegação aérea somente com orientação horizontal.

2.5 CERTIFICAÇÃO OPERACIONAL DE AEROPORTOS

A certificação operacional de aeroportos, regida pelo RBAC nº 139 Emenda 05 (ANAC, 2009), é o instrumento utilizado pela ANAC para fazer com que os operadores aeroportuários analisem os riscos presentes na operação aeroportuária e apresentem um nível aceitável de segurança. Na emenda anterior desse regulamento, a certificação operacional era obrigatória a “aeródromos que tenham embarcado e desembarcado mais de um milhão de passageiros no ano anterior”. A partir da Emenda 05, é assim definido:

139.1 Aplicabilidade

(a) Este Regulamento é de cumprimento obrigatório pelo operador de aeródromo que atua em aeródromo civil público brasileiro, compartilhado ou não, que processa ou pretende processar:

- (1) operações domésticas ou de bandeira, regidas pelo RBAC 121;
- (2) operações suplementares, regidas pelo RBAC 121, quando houver regularidade; ou
- (3) operações de empresas estrangeiras que têm por objetivo o transporte aéreo civil público no Brasil, regidas pelo RBAC 129.

Devido a essa mudança, a fim de permitir que os operadores aeroportuários se preparem para o processo de certificação, foram estabelecidas no RBAC nº 139 regras de transição, constantes na Subparte G do regulamento, que define:

139.601 Disposições transitórias e finais

(a) Operadores de aeródromos classificados, na data de emissão da Emenda 05 deste Regulamento, como Classe I, II ou III segundo o RBAC 153, Emenda 00, ficam dispensados de serem detentores de Certificado Operacional de Aeroporto, até que requeiram:

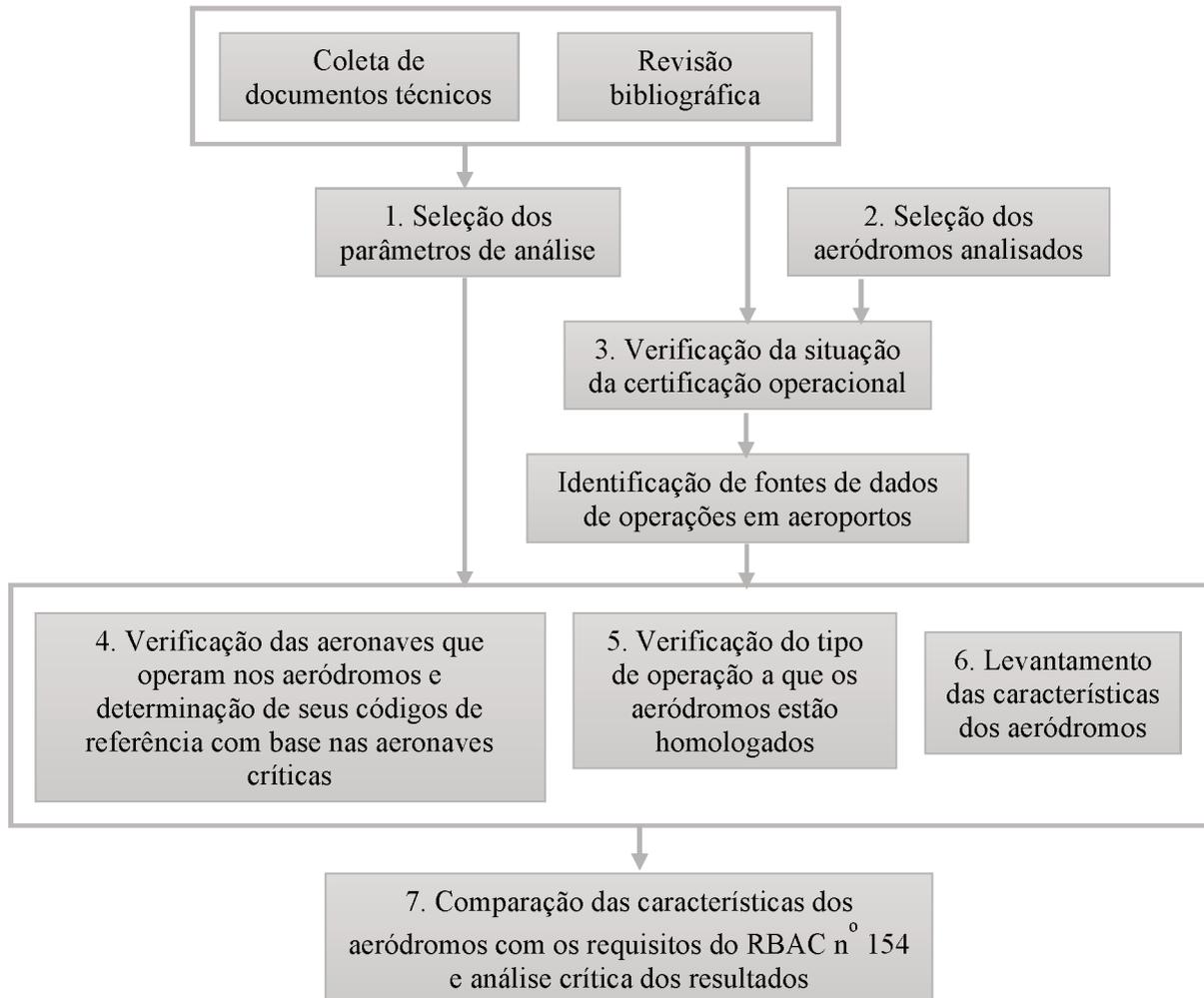
- (1) aumento de frequências da aeronave crítica; ou
- (2) operações mais exigentes.

Atualmente, apenas 30 aeroportos brasileiros possuem a certificação operacional (ANAC, 2018c), sendo 11 deles (aproximadamente, 37%) operados pela Infraero. Os demais, salvo os enquadrados no item 139.601 do regulamento, apresentado acima, devem também obter o Certificado Operacional. Dentre as regras dispostas no RBAC nº 139, está prevista a homologação de características físicas do aeroporto conforme o RBAC nº 154 como um dos requisitos para que seja concedido o Certificado Operacional de Aeroporto.

3 MÉTODO

O trabalho é desenvolvido nas atividades e sequência conforme representadas no fluxograma da Figura 8.

Figura 8 – Fluxograma das atividades.



Fonte: A autora (2018).

3.1 SELEÇÃO DOS PARÂMETROS DE ANÁLISE

A respeito dos parâmetros de análise dos aeródromos, foram selecionados os que:

- 1) são função de características operacionais do aeródromo que podem ser obtidas de fontes oficiais, a saber: o código de referência da aeronave crítica e o tipo de operação; e
- 2) têm seus valores divulgados em documentos oficiais ou podem ser levantados por observação/medição em imagem de satélite do aeródromo.

Nesse sentido, a Tabela 2 apresenta os parâmetros de análise selecionados, bem como os componentes da infraestrutura aeroportuária a que se relacionam.

Tabela 2 – Parâmetros de análise e componentes aeroportuários a que estão relacionados.

Componente	Parâmetro
PPD	Largura mínima
	Acostamentos
	Área de giro
Faixa de pista	Comprimento da faixa de pista
	Largura da faixa de pista
RESA	Comprimento da RESA
	Largura da RESA
Pistas de táxi	Largura mínima
	Acostamentos
	Distância mínima do eixo ao eixo da PPD

Fonte: A autora (2018).

Na análise, são considerados como instalados somente os componentes homologados pela ANAC. O mesmo se aplica para as dimensões dos componentes.

Uma vez que as características dos aeródromos são confrontadas com os requisitos para a aeronave crítica, que atende à aviação comercial (de passageiros ou de carga), as PPDs e pistas de táxi destinadas à aviação geral, que atendem aeronaves de pequeno porte, não são analisadas.

3.2 SELEÇÃO DOS AERÓDROMOS

Em relação aos aeródromos objeto de análise, foram selecionados os 60 aeródromos mais representativos na movimentação total de passageiros da aviação regular brasileira no período de 2015 a 2017, conforme dados da ANAC disponibilizados no Sistema Hórus (BRASIL, 2017). No referido triênio, a aviação regular apresentou uma movimentação de 602.226.890 passageiros, dos quais 596.799.543 (aproximadamente 99,1%) foram registrados nesses 60 aeroportos.

Por apresentarem as mais expressivas movimentações de passageiros da aviação regular, subentende-se que esses aeroportos são os que atendem operações das maiores aeronaves que operam no país e, assim, estão sujeitos a maiores exigências em relação à

infraestrutura aeroportuária. Além disso, os aeroportos que atendem voos de grandes aeronaves cargueiras correspondem a aeroportos que também estão nesse grupo.

A Tabela 3 apresenta os 60 aeroportos selecionados, em ordem decrescente de movimentação total de passageiros (embarcados e desembarcados) oriundos da aviação regular registradas no período de 2015 a 2017, com suas respectivas siglas ICAO e municípios de localização.

Tabela 3 – Aeroportos selecionados.

Nº	ICAO	Aeródromo	Município	Movimentação de passageiros no período (2015 a 2017)
1	SBGR	Aeroporto Internacional de São Paulo	Guarulhos/SP	108.706.739
2	SBSP	Aeroporto de São Paulo/Congonhas	São Paulo/SP	60.506.155
3	SBBR	Aeroporto Internacional de Brasília	Brasília/DF	53.070.481
4	SBGL	Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro	Rio de Janeiro/RJ	47.143.661
5	SBCF	Aeroporto Internacional de Confins	Confins/MG	29.321.669
6	SBRJ	Aeroporto do Rio de Janeiro	Rio de Janeiro/RJ	27.575.928
7	SBKP	Aeroporto Internacional de Viracopos/Campinas	Campinas/SP	26.905.644
8	SBSV	Aeroporto Internacional de Salvador	Salvador/BA	23.239.905
9	SBPA	Aeroporto Internacional de Porto Alegre	Porto Alegre/RS	23.093.969
10	SBRF	Aeroporto Internacional de Recife	Recife/PE	20.560.617
11	SBCT	Aeroporto Internacional de Curitiba	São José dos Pinhais/PR	19.632.983
12	SBFZ	Aeroporto Internacional de Fortaleza	Fortaleza/CE	17.041.593
13	SBFL	Aeroporto Internacional de Florianópolis	Florianópolis/SC	10.471.818
14	SBBE	Aeroporto Internacional de Belém	Belém/PA	9.842.990
15	SBVT	Aeroporto de Vitória	Vitória/ES	9.204.004
16	SBGO	Aeroporto de Goiânia	Goiânia/GO	8.888.036
17	SBCY	Aeroporto Internacional de Cuiabá	Várzea Grande/MT	8.644.483
18	SBEG	Aeroporto Internacional de Manaus	Manaus/AM	8.007.737
19	SBSG	Aeroporto de São Gonçalo do Amarante	São Gonçalo do Amarante/RN	6.759.576
20	SBFI	Aeroporto de Foz do Iguaçu	Foz do Iguaçu/PR	5.702.549
21	SBMO	Aeroporto Internacional de Maceió	Maceió/AL	5.472.799
22	SBSL	Aeroporto Internacional de São Luís	São Luís/MA	4.719.044
23	SBCG	Aeroporto Internacional de Campo Grande	Campo Grande/MS	4.446.866
24	SBNF	Aeroporto de Navegantes	Navegantes/SC	4.365.077
25	SBJP	Aeroporto Internacional de João Pessoa	Bayeux/PB	4.112.847
26	SBAR	Aeroporto de Aracaju	Aracaju/SE	3.464.707
27	SBPS	Aeroporto de Porto Seguro	Porto Seguro/BA	3.413.980
28	SBTE	Aeroporto de Teresina	Teresina/PI	3.214.495
29	SBUL	Aeroporto de Uberlândia	Uberlândia/MG	3.087.559
30	SBRP	Aeroporto de Ribeirão Preto	Ribeirão Preto/SP	3.067.090

Continua na próxima página.

Tabela 3 – Aeroportos selecionados (continuação).

Nº	ICAO	Aeródromo	Município	Movimentação de passageiros no período (2015 a 2017)
31	SBLO	Aeroporto de Londrina	Londrina/PR	2.642.605
32	SBPV	Aeroporto Internacional de Porto Velho	Porto Velho/RO	2.454.323
33	SBMG	Aeroporto de Maringá	Maringá/PR	2.037.443
34	SBSR	Aeroporto de São José do Rio Preto	São José do Rio Preto/SP	1.991.400
35	SBPM	Aeroporto de Palmas	Palmas/TO	1.836.215
36	SBMQ	Aeroporto Internacional de Macapá	Macapá/AP	1.747.414
37	SBIL	Aeroporto de Ilhéus	Ilhéus/BA	1.727.659
38	SBSN	Aeroporto de Santarém	Santarém/PA	1.519.005
39	SBJV	Aeroporto de Joinville	Joinville/SC	1.481.297
40	SBJU	Aeroporto de Juazeiro do Norte	Juazeiro do Norte/CE	1.422.713
41	SBPL	Aeroporto de Petrolina	Petrolina/PE	1.361.223
42	SBCH	Aeroporto de Chapecó	Chapecó/SC	1.266.489
43	SBRB	Aeroporto de Rio Branco	Rio Branco/AC	1.022.210
44	SBMA	Aeroporto de Marabá	Marabá/PA	923.428
45	SBBV	Aeroporto Internacional de Boa Vista	Boa Vista/RR	894.893
46	SBMK	Aeroporto de Montes Claros	Montes Claros/MG	883.988
47	SBIZ	Aeroporto de Imperatriz	Imperatriz/MA	867.696
48	SBDN	Aeroporto de Presidente Prudente	Presidente Prudente/SP	756.246
49	SBQV	Aeroporto de Vitória da Conquista	Vitória da Conquista/BA	718.281
50	SBFN	Aeroporto de Fernando de Noronha	Fernando de Noronha/PE	637.959
51	SWSI	Aeroporto de Sinop	Sinop/MT	626.251
52	SBHT	Aeroporto de Altamira	Altamira/PA	562.908
53	SBBH	Aeroporto de Belo Horizonte	Belo Horizonte/MG	544.599
54	SBCA	Aeroporto de Cascavel	Cascavel/PR	544.437
55	SBCX	Aeroporto de Caxias do Sul	Caxias do Sul/RS	527.774
56	SBCJ	Aeroporto de Parauapebas	Parauapebas/PA	472.978
57	SBPF	Aeroporto de Passo Fundo	Passo Fundo/RS	444.516
58	SBAE	Aeroporto de Bauru	Arealva/SP	431.372
59	SBKG	Aeroporto de Campina Grande	Campina Grande/PB	385.532
60	SBZM	Aeroporto de Goianá	Goianá/MG	381.688

Fonte: Sistema Hórus (BRASIL, 2017).

3.3 VERIFICAÇÃO DA SITUAÇÃO DO AERÓDROMO QUANTO À CERTIFICAÇÃO OPERACIONAL

Como descrito no item 2.5, a obtenção da certificação operacional por parte dos operadores aeroportuários está condicionada à conformidade das instalações do aeroporto aos requisitos do RBAC nº 154. Diante desta relação de dependência, visto que os aeródromos analisados são todos existentes e considerando as disposições transitórias do RBAC nº 154, apresentadas no item 2.4, é importante conhecer a situação desses aeroportos em relação à certificação operacional.

É divulgada pela ANAC (2018d) uma tabela que lista os certificados já emitidos, com os seguintes detalhes: número do processo, indicador de localidade do aeroporto, nome do aeroporto, município, operador, número do processo, data de emissão, situação de validade e, por fim, a portaria que concede o Certificado Operacional ao aeroporto. Nela, é possível verificar quais dos 60 aeroportos analisados já obtiveram o certificado e, em consulta às portarias de concessão dos certificados, conhecer os códigos de referência dos aeroportos, bem como saber se há permissão de operações de aeronaves especiais (ou seja, aeronaves cujo código de referência é superior ao do aeroporto) e quais são elas.

Dos aeroportos que não possuem o Certificado Operacional, há os que estão especificados nas disposições transitórias do RBAC nº 139, expostas no item 2.5, que ficam obrigados a obter a certificação operacional nos casos de aumento de frequência da aeronave crítica ou de operações mais exigentes. Esses aeroportos podem ser consultados na Portaria 908/SIA (ANAC, 2016a) e nas portarias que a alteram: Portaria 3.173/SIA (ANAC, 2017c) e Portaria 389/SIA (ANAC, 2018c). No anexo da primeira, há uma tabela com os aeroportos que se enquadram nas disposições transitórias do RBAC nº 139, com seus códigos, nomes, municípios e UFs, os códigos das aeronaves críticas, tipos de aproximação de aeronaves e frequências semanais das aeronaves críticas.

Os aeroportos que não estão na tabela da Portaria 908/SIA (ANAC, 2016a), nem na tabela de certificados emitidos (ANAC, 2018d), ainda não obtiveram o Certificado Operacional de Aeroporto, devendo, para fazê-lo, estar em conformidade com os requisitos do RBAC nº 154.

3.4 DETERMINAÇÃO DO CÓDIGO DE REFERÊNCIA DA AERONAVE CRÍTICA

Segundo o regulamento, “ao aplicar o RBAC nº 154, primeiramente serão identificadas as aeronaves servidas pelo aeródromo e, em seguida, os dois elementos do código” (ANAC, 2018d). A informação das aeronaves que operam no aeródromo pode ser obtida através de consulta no Sistema de Registro de Operações (SIROS), disponibilizado pela ANAC (2018e), com atualização diária e em formato de planilha eletrônica, onde constam voos registrados, voos em operação na data atual e voos com previsão de operação.

O SIROS foi apresentado na Portaria nº 3.896 (ANAC, 2017d) como o “sistema eletrônico da Agência Nacional de Aviação Civil onde o representante de empresa aérea ou seus prepostos podem cadastrar, alterar ou excluir o registro prévio de serviços de transporte aéreo público”. Anteriormente, esse sistema era chamado de Horário de Transporte (HOTRAN).

Nas tabelas do SIROS, constam todos os voos regulares solicitados pelas companhias aéreas e aprovados pela ANAC, com informações como o número de cada voo, o equipamento utilizado (fabricante e modelo da aeronave), a rota (aeroporto de origem e de destino), os horários de partida e de chegada, entre outros dados. Conhecendo-se as aeronaves de cada voo, pode-se pesquisar para um aeródromo específico de origem ou destino quais as aeronaves que nele operam ou com operação prevista. A Tabela 4 representa parte da tabela do SIROS, com exibição de somente algumas colunas, a saber: o nome da empresa aérea que solicitou o voo, o número do voo, o equipamento (aeronave), a situação do voo no SIROS e os códigos ICAO dos aeroportos de origem e de destino do voo.

Tabela 4 – Exemplos de registros do SIROS.

Empresa	No Voo	Equip.	Situação SIROS	Cod Origem	Cod Destino
AMERICAN AIRLINES, INC.	213	B752	A Operar	KMIA	SBBR
AMERICAN AIRLINES, INC.	213	B752	Em Operação	KMIA	SBBR
EMIRATES	261	A380	Em Operação	OMDB	SBGR
EMIRATES	262	A380	Em Operação	SBGR	OMDB
CARGOLUX AIRLINES INTENATIONAL S/A	756	B748	Em Operação	ELLX	SBKP
DEUTSCHE LUFTHANSA A.G.	501	B748	Em Operação	SBGL	EDDF

Fonte: ANAC (2018e).

A determinação da aeronave crítica depende de uma comparação do código de referência das aeronaves que operam no aeroporto. A fim de saber esse código, alternativamente a analisar as características da aeronave e utilizar a Tabela A-1 do RBAC nº 154 (ANAC, 2018d) – apresentada na Tabela 1, na página 33 deste trabalho –, pode-se consultar uma planilha disponibilizada pela ANAC (2017a) com os códigos de referência de aeronaves comerciais. Nela, constam os códigos de referência de 129 modelos de aeronaves. A maioria das aeronaves que operam voos autorizados vigentes no Brasil, conforme consulta ao SIROS (ANAC, 2018e), estão entre estes 129 modelos. Para as aeronaves que não estão, são utilizadas como fontes para consulta de códigos de referência: as tabelas disponibilizadas pelas empresas fabricantes de aeronaves Airbus (2015) e Boeing (2014); o Apêndice H do próprio RBAC nº 154, porém em sua Emenda 01 (ANAC, 2012); e, por fim, o Manual de Projeto de Aeródromo (Doc 9157) Parte 2 (ICAO, 2005). Destaca-se que, no SIROS, as aeronaves são apresentadas com seu código ICAO. A correspondência desses códigos com os modelos de aeronaves é feita com base no Doc. 8643 Parte 1 — Tipos de aeronave, por fabricantes, da ICAO (2016).

A Tabela 5 apresenta os códigos ICAO das aeronaves que constam no SIROS – ou seja, que operam ou têm previsão de operação de voos regulares em aeroportos brasileiros –, os modelos de aeronaves a que correspondem, seus códigos de referência e as respectivas fontes de consulta utilizadas para obtenção desses códigos.

Tabela 5 – Resultado de compilação do código das aeronaves que operam voos regulares no Brasil.

Código ICAO	Fabricante	Modelo correspondente	Código de referência	Fonte	
A318	Airbus	A318	3C	Planilha da ANAC	
A319		A319	4C	Planilha da ANAC	
A320		A320	4C	Planilha da ANAC	
A321		A321	4C	Planilha da ANAC	
A330		A330-200	4E	Tabela da Airbus	
A332		A330-200	4E	Planilha da ANAC	
A333		A330-300	4E	Planilha da ANAC	
A343		A340-300	4E	Planilha da ANAC	
A346		A340-600	4E	Planilha da ANAC	
A350		A350-900	4E	Tabela da Airbus	
A359		A350-900	4E	Tabela da Airbus	
A380		A380-800	4F	Planilha da ANAC	
AT43		ATR	ATR 42-300	2C	RBAC nº 154 EMD 01
AT72			ATR 72	3C	RBAC nº 154 EMD 01
B722	Boeing	B727-200	4C	RBAC nº 154 EMD 01	
B732		B737-200	4C	RBAC nº 154 EMD 01	
B733		B737-300	4C	RBAC nº 154 EMD 01	
B734		B737-400	4C	Tabela da Boeing	
B737		B737-700	3C	Doc 9157 – Parte 2	
B738		B737-800	4C	Doc 9157 – Parte 2	
B744		B747-400	4E	RBAC nº 154 EMD 01	
B748		B747-800	4F	Tabela da Boeing	
B74F		B747-100/200 Freighter	4E	Tabela da Boeing	
B752		B757-200	4D	RBAC no 154 EMD 01	
B763		B767-300ER	4D	Doc 9157 – Parte 2	
B764		B767-400ER	4D	Doc 9157 – Parte 2	
B767		B767-200/300	4D	Tabela da Boeing	
B772		B777-200	4E	Doc 9157 – Parte 2	
B773		B777-300	4E	Doc 9157 – Parte 2	
B777		B777-200/300	4E	Tabela da Boeing	
B77F		B777-200F	4E	Tabela da Boeing	
B77L		B777-200LR	4E	Tabela da Boeing	
B77W		B777-300ER	4E	Tabela da Boeing	
B788		B787-800 Dreamliner	4E	Planilha da ANAC	
B789		B787-900	4E	Tabela da Boeing	
MD11		MD-11	4D	Tabela da Boeing	
MD83		MD-83	4C	Tabela da Boeing	
C208	Cessna	208 Caravan	1B	RBAC no 154 EMD 01	
CRJ2	Canadair	Challenger 800	3B	Planilha da ANAC	
E190	Embraer	E190	3C	Planilha da ANAC	
E195		E195	4C	Planilha da ANAC	
IL96	Ilyushin	IL-96	4E	Planilha da ANAC	

Fonte: Airbus (2015), ANAC (2012, 2017a), Boeing (2014) e ICAO (2005).

3.5 VERIFICAÇÃO DO TIPO DE OPERAÇÃO PARA O QUAL O AERÓDROMO ESTÁ HOMOLOGADO

Quanto ao tipo de operação realizada nos aeroportos, esta é obtida do Manual Auxiliar de Rotas Aéreas (ROTAER) [BRASIL, 2018b], uma publicação do DECEA que fornece informações importantes aos pilotos para planejamento de voo, sendo uma dessas informações o tipo de operação para o qual o aeroporto está homologado ou registrado. A Figura 9 apresenta parte da legenda no início do documento do ROTAER, onde se pode observar numerais acima das informações.

Figura 9 – Trecho da legenda do ROTAER.

1					2			15	3
BELÉM / Val de Cans / Júlio Cezar Ribeiro, PA SBBE									
17	18	19	20	21	22	40			
INTL PUB/MIL 6N UTC-3 IFR L21, 23, 26 INFRAERO									

Fonte: Adaptado de BRASIL (2018b).

Na sequência desta legenda, há uma descrição das informações identificadas pelos numerais. A informação identificada pelo numeral 21 se trata do tipo de operação, e são apresentadas no ROTAER as possibilidades de siglas e seus significados da seguinte forma:

21. Tipo de operação. Indica os tipos de operações para as quais o aeródromo ou heliponto está homologado ou registrado. Pode ser indicada de uma das seguintes formas:

VFR IFR – Operação VFR DIURNA e NOTURNA e IFR DIURNA e NOTURNA;

IFR – Operação VFR DIURNA e IFR DIURNA e NOTURNA;

IFR DIURNA – Operação VFR DIURNA e IFR DIURNA;

VFR IFR DIURNA – Operação VFR DIURNA e NOTURNA e IFR DIURNA; e

VFR – Operação VFR DIURNA e NOTURNA.

A inexistência de qualquer uma das formas acima indica que o aeródromo ou heliponto está aberto para operação VFR DIURNA.

Desse modo, no exemplo ilustrado, o tipo de operação, informado com a sigla “IFR”, corresponde a: operação VFR diurna e IFR diurna e noturna.

Além disso, quando a operação é do tipo IFR, é possível identificar, através da informação dos auxílios homologados disponíveis no aeroporto, que constam no ROTAER, se é de precisão ou de não-precisão. Quando no aeroporto há ILS, a aproximação é de precisão. Quando há NDB ou VOR, ela é de não-precisão.

3.6 LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DO AERÓDROMO

Como detalhado na revisão bibliográfica, as duas informações obtidas nas etapas descritas nos itens 3.4 e 3.5 – código de referência da aeronave crítica e tipo de operação, respectivamente –, bem como a OMGWS da aeronave crítica, são suficientes para determinar as características físicas requeridas das instalações aeroportuárias do lado ar analisadas neste estudo.

Esses mínimos são confrontados com a infraestrutura existente nos aeroportos. Para tanto, são levantadas as informações necessárias dos componentes por meio de:

- Carta de Aeródromo (carta ADC) (BRASIL, 2018a);
- informações no ROTAER (BRASIL, 2018b), definido no item 3.5;
- Aviso aos Aeronavegantes (NOTAM – do inglês, *Notice to Airmen*) [BRASIL, 2018c]; e, por fim,
- medições em imagem de satélite (Google Earth).

A carta ADC contém informações que têm como objetivo auxiliar o piloto na movimentação da aeronave na superfície do aeródromo, através de um detalhamento acerca do deslocamento do estacionamento à PPD e vice-versa, “além de dados como a identificação das pistas, dos pátios de estacionamento, da elevação do aeródromo e suas coordenadas geográficas, em graus, minutos e segundos” (BRASIL, 2018d). Um exemplo dessa carta é mostrado no Anexo A.

No que se refere ao NOTAM, este é assim definido:

NOTAM significa o aviso que contém informação relativa ao estabelecimento, condição ou modificação de quaisquer instalações, serviços, procedimentos ou perigos aeronáuticos, cujo conhecimento seja indispensável à segurança, eficiência e rapidez da navegação aérea” (ANAC, 2018d).

O Google Earth é uma fonte de informações geométricas. Contudo, medições feitas com essa ferramenta podem ser grosseiras de tal forma que sejam incompatíveis com as necessidades dos projetos. As medições realizadas neste trabalho, no entanto, têm como objetivo a classificação entre valores pré-determinados: os valores mínimos requeridos. Para isto, estas medições são suficientes.

Na Tabela 6, são apresentadas as fontes utilizadas no levantamento de cada característica das instalações aeroportuárias analisadas, bem como o método de determinação

tanto do valor mínimo necessário de acordo com o RBAC nº 154 como do valor existente no aeroporto.

O NOTAM, não mencionado na Tabela 6, foi utilizado a fim de verificar a ocorrência de qualquer alteração na infraestrutura do aeródromo no que se refere às características de interesse da análise. Essas alterações divulgadas no NOTAM vêm acompanhadas da data de publicação e do período de validade da alteração, sendo possível, assim, atualizar as informações levantadas a partir das outras fontes, quando necessário.

Tabela 6 – Fontes utilizadas no levantamento das características dos aeródromos e métodos de determinação dos valores necessários e dos valores existentes.

Componente	Parâmetro	Fonte	Método de determinação do valor mínimo requerido pelo RBAC nº 154	Método de determinação do valor existente
PPD	Largura	Carta ADC e ROTAER	Função do número do código e da OMGWS	Leitura direta do valor
	Acostamentos	Medição no Google Earth	Função da letra do código, da OMGWS e da quantidade de motores da aeronave crítica	Subtração da largura total da pista, medida com base nos bordos do pavimento, da largura da pista obtida da carta ADC e ROTAER, considerando-se que o pavimento adjacente à largura é acostamento
	Área de giro	Carta ADC e Google Earth	Função da letra do código	Observação direta no desenho do layout do aeroporto na carta ADC e confirmação no Google Earth
Faixa de pista	Comprimento	Carta ADC	Função do número do código	Leitura direta do valor, identificado com o nome em inglês <i>strip</i>
	Largura	Carta ADC	Função do tipo de operação e do número de código	Leitura direta do valor, identificado com o nome em inglês <i>strip</i>
RESA	Comprimento	Carta ADC	Função do número do código e do tipo de operação	Leitura direta do valor
	Largura	Carta ADC	Função da largura da faixa de pista preparada na cabeceira a que a RESA está associada	Leitura direta do valor
Pista de táxi	Largura	Medição no Google Earth	Função da OMGWS	Classificação da distância entre os bordos da pista de táxi
	Acostamentos	Medição no Google Earth	Função da letra do código	Análogo ao dos acostamentos da PPD
	Distância do eixo ao eixo da PPD	Medição no Google Earth	Função do tipo de operação, da letra e do número do código	Classificação da distância entre os eixos

NOTA: Por “classificação” entende-se que não foi medido o valor absoluto, mas sim classificado em menor, maior ou igual ao valor mínimo requerido.

Fonte: A autora (2018)

3.7 COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS COM OS REQUISITOS DE NORMA E ANÁLISE CRÍTICA

Por fim, os valores existentes são confrontados com os valores mínimos necessários, de modo a verificar se o aeródromo atende ou não o requisito. Uma vez que, como visto na Tabela 6, o valor mínimo requerido para cada parâmetro é função de um ou mais fatores, para apresentação dos resultados no capítulo 4, os aeroportos são analisados em grupos conforme suas semelhanças em relação aos fatores de que depende o requisito.

Nessas análises, considerando-se os grupos, é informada a quantidade de aeródromos que atende o requisito, bem como o percentual, e realizada uma análise crítica desses valores. Após as análises detalhadas dos parâmetros, é realizada uma análise geral de atendimento dos requisitos.

4 RESULTADOS

4.1 CÓDIGOS DE REFERÊNCIA DAS AERONAVES CRÍTICAS E TIPO DE OPERAÇÃO DOS AERÓDROMOS

A Tabela 7 apresenta a distribuição dos aeródromos analisados por código de referência da aeronave crítica, onde se verifica que as aeronaves têm códigos 3C, 4C, 4D, 4E e 4F. Observa-se, ainda, que a maioria tem código de referência de número 4, que é atribuído a aeronaves cujo comprimento básico de pista é maior ou igual a 1800 m, conforme a Tabela A-1 do RBAC nº 154, representada na Tabela 1. O menor número de código observado é 3, atribuído a aeronaves para as quais o comprimento básico de pista é maior ou igual a 1200 m e menor que 1800 m.

Tabela 7 – Número de aeródromos por código de referência da aeronave crítica e as correspondentes classificações do comprimento básico de pista e envergadura.

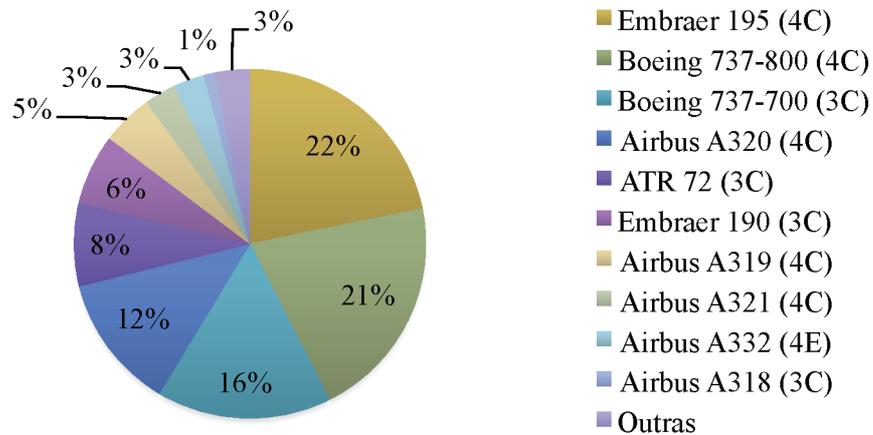
Código de referência	Quantidade de aeroportos	Comprimento básico de pista	Envergadura
3C	4	Maior ou igual a 1200 m e menor que 1800 m	Maior ou igual a 24 m e menor que 36 m
4C	41	Maior ou igual a 1800	
4D	1		Maior ou igual a 36 m e menor que 52 m
4E	10		Maior ou igual a 52 m e menor que 65 m
4F	4		Maior ou igual a 65 m e menor que 80 m

Fonte: A autora (2018).

Observa-se que 45 dos 60 aeródromos (75%) têm aeronaves críticas de código de referência de letra C. Assim, pode-se dizer que a maioria das aeronaves utilizadas na aviação comercial no Brasil tem envergadura de até 36 m, exclusive.

Como pode ser visto no Gráfico 1, três das cinco aeronaves mais utilizadas no transporte comercial de passageiros no contexto nacional são de código 4C, sendo que juntas atendem 55% do total dos voos.

Gráfico 1 – Participação das aeronaves nos voos comerciais de transporte de passageiros no Brasil.



Fonte: SIROS (ANAC, 2018e).

No Gráfico 2, por sua vez, que representa a quantidade de aeródromos por tipo de operação, pode ser visto que apenas um deles está homologado para operação VFR somente. Os demais aeródromos estão homologados para operação IFR, sendo em 33 deles do tipo não precisão.

Gráfico 2 – Número de aeródromos por tipo de operação.



Fonte: A autora (2018).

Na Tabela 8, são apresentadas as aeronaves críticas observadas nos 60 aeroportos analisados, por código de referência, com seus comprimentos básicos de pista, envergaduras e OMGWS.

Tabela 8 – Aeronaves críticas por código de referência e suas características.

Código de referência	Aeronave crítica	Comprimento básico de pista (m)	Envergadura (m)	OMGWS (m)
3C	ATR 72	1410	24,57	4,1
	Boeing 737-700	1600	34,3	7,0
4C	Airbus A320	2025	34,1	8,9
	Airbus A321	2533	34,1	8,9
	Boeing 737-300	2170	28,9	6,4
	Boeing 737-800	2090	34,3	7,0
	Embraer E195	2179	28,7	7,1
	MD-83	2470	32,9	6,2
4D	Boeing 767-300	1981	47,6	10,9
4E	Airbus A330-200	2479	60,3	12,6
	Airbus A330-300	2490	60,3	12,6
	Airbus A340-300	2993	60,3	12,6
	Boeing 747-400	3048	64,9	12,6
	Boeing 777-200LR	3390	64,8	12,9
4F	Airbus A380-800	2779	79,8	14,3
	Boeing 747-800	3070	68,4	12,7

Fonte: ANAC (2017a, 2017b) e Embraer (2015).

4.2 SITUAÇÃO DE CERTIFICAÇÃO OPERACIONAL DOS AERÓDROMOS

A Tabela 9 apresenta a distribuição dos 60 aeródromos por situação em termos da certificação operacional, regida pelo RBAC nº 139, que depende do atendimento aos requisitos do RBAC nº 154, como visto no item 2.5.

Tabela 9 – Situação dos aeroportos analisados quanto à certificação operacional.

Situação	Número de aeroportos
Especificado nas disposições transitórias do RBAC nº 139	28 (46,7%)
Certificado	21 (35,0%)
Não certificado	11 (18,3%)

Fonte: ANAC (2016a, 2018c e 2018d).

No que se refere aos aeroportos certificados (21 aeroportos), admite-se que estes cumprem os requisitos do RBAC nº 154. A Tabela 10 apresenta quais são esses aeródromos, seus códigos segundo o Certificado Operacional de Aeroporto, os códigos das aeronaves críticas segundo dados do SIROS e, quando há, as aeronaves cujas operações (especiais) estão permitidas no aeroporto.

Tabela 10 – Aeroportos analisados certificados.

Nº	Aeroporto	Código do Certificado Operacional	Código da aeronave crítica	Operações especiais permitidas segundo o Certificado Operacional		
1	Aeroporto Internacional de Florianópolis	4C	4C	Não há		
2	Aeroporto de Goiânia					
3	Aeroporto Internacional de Campo Grande					
4	Aeroporto Internacional de João Pessoa					
5	Aeroporto de Aracaju					
6	Aeroporto de Porto Seguro					
7	Aeroporto de Vitória	4D	4D			
8	Aeroporto Internacional de Brasília	4E	4E			
9	Aeroporto Internacional de Confins					
10	Aeroporto Internacional de Salvador					
11	Aeroporto Internacional de Porto Alegre					
12	Aeroporto Internacional de Recife					
13	Aeroporto Internacional de Curitiba					
14	Aeroporto Internacional de Fortaleza					
15	Aeroporto Internacional de Belém					
16	Aeroporto de São Gonçalo do Amarante					
17	Aeroporto de Petrolina					
18	Aeroporto Internacional de São Paulo				4F	Boeing 747-8 (4F)
19	Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro					Boeing 747-8 (4F) e Airbus A380 (4F)
20	Aeroporto Internacional de Viracopos/Campinas					Boeing 747-8 (4F)
21	Aeroporto Internacional de Manaus					Boeing 747-8F (4F)

Fonte: ANAC (2018d).

Alguns desses aeroportos possuem o Certificado Operacional Provisório. Esses aeroportos foram objeto de concessão à iniciativa privada, tendo seus operadores aeroportuários substituídos. Conforme previsto no RBAC nº 139, os novos operadores tiveram de obter a certificação provisória, que fica condicionada, pelo menos, à manutenção dos aspectos avaliados na certificação pré-existente.

A Tabela 11, por sua vez, apresenta os 28 aeroportos enquadrados nas disposições transitórias do RBAC nº 139, com os códigos de suas aeronaves críticas e a frequência semanal dessas aeronaves.

Tabela 11 – Aeroportos nas disposições transitórias do RBAC nº 139.

Nº	Aeroporto	Código da aeronave crítica	Frequência semanal da aeronave crítica
1	Aeroporto de Cascavel	3C	94
2	Aeroporto de Vitória da Conquista		94
3	Aeroporto de Belo Horizonte		155
4	Aeroporto de Bauru	4C	5
5	Aeroporto de Montes Claros		6
6	Aeroporto de Goianá		12
7	Aeroporto de Campina Grande		16
8	Aeroporto de Presidente Prudente		19
9	Aeroporto de Chapecó		20
10	Aeroporto de Ilhéus		23
11	Aeroporto Internacional de Boa Vista		30
12	Aeroporto de Caxias do Sul		31
13	Aeroporto de Joinville		34
14	Aeroporto de Marabá		35
15	Aeroporto de Parauapebas		35
16	Aeroporto de Fernando de Noronha		37
17	Aeroporto de Rio Branco		37
18	Aeroporto de Palmas		38
19	Aeroporto de Juazeiro do Norte		42
20	Aeroporto de Passo Fundo		43
21	Aeroporto de Imperatriz		46
22	Aeroporto de São José do Rio Preto		46
23	Aeroporto Internacional de Macapá		50
24	Aeroporto de Sinop		52
25	Aeroporto de Maringá		56
26	Aeroporto de Santarém		57
27	Aeroporto de Altamira		95
28	Aeroporto Internacional de Porto Velho	4D	5

Fonte: ANAC (2016a e 2018c).

Estes aeroportos, apesar de dispensados do Certificado Operacional de Aeroporto, podem eventualmente desejar aumentar a frequência da aeronave crítica, passando a necessitar da certificação, condicionada ao cumprimento dos requisitos do RBAC nº 154.

Os aeroportos certificados, por sua vez, podem vir a ter seu operador substituído, quando concedidos à iniciativa privada, sendo submetidos ao Certificado Operacional Provisório. Além disso, os aeroportos certificados que têm aeronave crítica de código 4F e certificação para 4E podem desejar requerer o Certificado Operacional para 4F.

Assim, apesar das diferentes situações em relação à certificação operacional, são analisados neste estudo todos os 60 aeroportos.

4.3 ANÁLISE COMPARATIVA DAS CARACTERÍSTICAS DOS AERÓDROMOS COM OS REQUISITOS DO RBAC N^o 154

Nesta seção, são realizadas as análises dos parâmetros selecionados, em que as características dos aeroportos são confrontadas com os requisitos do RBAC n^o 154 Emenda 03 (ANAC, 2018d). Esses requisitos podem ser função do tipo de operação, da letra e/ou do número do código de referência da aeronave crítica e da OMGWS dessa aeronave.

4.3.1 Largura da PPD

No que diz respeito à largura da PPD, segundo a Tabela C-1 do RBAC n^o 154 Emenda 03 (ANAC, 2018d), apresentada no Anexo B, sua dimensão apropriada está associada ao número de código e à OMGWS da aeronave crítica. Na Tabela 8, foi apresentada a OMGWS das aeronaves críticas observadas para os aeródromos analisados.

A Tabela 12 apresenta a análise da largura da PPD dos aeroportos, com base no número de seus códigos de referência e nas dimensões da OMGWS de suas aeronaves críticas.

Tabela 12 – Análise da largura da PPD.

Número de código	OMGWS	Número de aeroportos	Largura mínima da PPD	Número de aeródromos que atendem o requisito	Número de aeródromos que superam o requisito
3	Menor que 4,5 m	2	30	2 (100%)	1 (em 15 m)
	Maior ou igual a 6 m e menor que 9 m	2	30	2 (100%)	2 (em 15 m)
4	Maior ou igual a 6 m e menor que 9 m	41	45	33 (80%)	0
	Maior ou igual a 9 m e menor que 15 m	15	45	15 (100%)	1 (em 15 m)

Fonte: A autora (2018).

Observa-se que oito aeroportos de código de número 4 não atendem o requisito, sendo que quatro deles apresentam pistas com largura de 30 m, dois de 42 m e os outros dois de 35 m. Destes oito aeroportos, sete estão entre os especificados nas disposições transitórias do RBAC n^o 139.

Nas emendas 01 (ANAC, 2012) e 02 (ANAC, 2017e) do RBAC n^o 154, a largura mínima da PPD dependia somente do número e da letra do código de referência. Para código 4F, a largura da pista devia apresentar, no mínimo, 60 m. Com a publicação da Emenda 03

(ANAC, 2018d), em que esta passou a depender do número de código e da OMGWS, pistas de aeroportos 4F podem ter largura de 45 m. Portanto, com a nova emenda, o requisito se tornou menos exigente para aeroportos que operam aeronaves 4F.

4.3.2 Acostamentos da PPD

Tratando-se dos acostamentos da PPD, conforme as emendas anteriores à Emenda 03, estes deviam ser implantados onde a letra de código fosse D ou E, e a largura da pista inferior a 60 m, e onde a letra de código fosse F.

De acordo com a Emenda 03, devem ser implantados acostamentos onde a letra do código é D, E ou F. Além disso, a dimensão mínima da largura total da pista com acostamentos, que era função da letra do código apenas, passa a ser função desta juntamente com a OMGWS, para código de letra D ou E, e desta juntamente com a OMGWS e a quantidade de motores da aeronave, para código de letra F.

Isso resulta no fato de que, se antes qualquer aeroporto onde a letra do código fosse F deveria apresentar pista com largura total de 75 m, caso a aeronave crítica (que se enquadra no código de letra F) tenha dois ou três motores e OMGWS maior ou igual a 9 m e menor que 15 m, esta largura deve ser de, no mínimo, 60 m.

A Tabela 13 apresenta a análise dos acostamentos da PPD para os aeroportos considerados, em termos da largura total da pista.

Tabela 13 – Análise da largura total da PPD.

Letra do código	OMGWS	Quantidade de motores da aeronave	Número de aeroportos	Largura mínima da PPD (m)	Número de aeródromos que atendem o requisito
D	Maior ou igual a 9 m e menor que 15 m	Não aplicável	1	60	0
E			10	60	10 (100%)
F		Dois ou três motores	0	60	0
		Quatro (ou mais) motores	4	75	2 (50%)

Fonte: A autora (2018).

A PPD do aeroporto de código 4D apresenta largura de 45 e uma largura total inferior a 60 m. Quanto aos aeroportos de código 4F, como visto na Tabela 8, as aeronaves críticas são o Airbus A380-800 e o Boeing 747-800. Ambas as aeronaves possuem quatro motores. Assim, a largura total mínima da PPD é igual a 75 m, e somente dois dos quatro aeroportos de aeronave crítica 4F atendem o requisito.

Para aeroportos de código 3C e 4C, não são obrigatórios acostamentos na PPD. No entanto, dos quatro aeroportos 3C, apenas um deles não os apresenta. Dos 41 aeroportos de código 4C, apenas 9 não apresentam acostamentos na PPD.

4.3.3 Área de giro

O RBAC nº 154 determina que, onde a letra do código é D, E ou F, deve-se prover área de giro nas cabeceiras não servidas por pista de táxi ou que não dispõem de uma área de giro de pista de táxi.

Como pode ser observado na Tabela 14, todos os 60 aeroportos analisados cumprem o requisito em relação à provisão de área de giro. Dois deles, inclusive, apresentam área de giro em cabeceiras servidas por pista de táxi.

Tabela 14 – Análise da área de giro.

Código de referência	Número de aeroportos	Provisão de área de giro	Número de aeródromos que atendem o requisito
3C	4	Não obrigatória	Não aplicável
4C	41		
4D	1	Obrigatória, quando as cabeceiras não são servidas por pista de táxi ou não têm área de giro de pista de táxi	1 (100%)
4E	10		10 (100%)
4F	4		4 (100%)

Fonte: A autora (2018).

4.3.4 Comprimento da faixa de pista

A faixa de pista, conforme o RBAC nº 154 (ANAC, 2018d), deve se estender antes da cabeceira e além do fim da pista ou da zona de parada, para código de número 2, 3 ou 4, a uma distância mínima de 60 m. Portanto, a diferença entre o comprimento da faixa de pista e o comprimento da PPD somado aos das zonas de parada (quando há) deve ser de, no mínimo, 120 m.

Como apresentado na Tabela 15, os 60 aeroportos analisados atendem a este requisito.

Tabela 15 – Análise do comprimento da faixa de pista.

Código de referência	Número de aeroportos	Comprimento da faixa de pista (m)	Número de aeródromos que atendem o requisito
3C	4	Comprimento da PPD + comprimento das zonas de parada (se houver) + 120 m	4 (100%)
4C	41		41 (100%)
4D	1		1 (100%)
4E	10		10 (100%)
4F	4		4 (100%)

Fonte: A autora (2018).

Em um dos aeroportos de código 4C, o comprimento da faixa de pista e o da PPD apresentam uma diferença de apenas 30 m. No entanto, a pista desse aeroporto tem uma das cabeceiras deslocada em 90 m, que determina o fim da pista.

Além disso, em dois dos aeroportos analisados, as zonas de parada (de 60 m de comprimento) foram retiradas, conforme NOTAM (BRASIL, 2018c). Assim, a diferença do comprimento da faixa de pista para o comprimento da PPD resulta em 240 m.

4.3.5 Largura da faixa de pista

A largura da faixa de pista, por sua vez, é função do tipo de operação e do número do código, como determinado no RBAC nº 154 (ANAC, 2018d).

Para aproximação por instrumentos de precisão e de não-precisão, a largura mínima da faixa de pista foi alterada com a publicação da Emenda 03 do RBAC nº 154, conforme mostra a Tabela 16. Para operação IFR e código de número 3 ou 4, a faixa de pista deve se estender lateralmente ao eixo da pista, em cada lado, a uma distância de 140 m; ao passo que, para operação VFR, onde o número de código é 3 ou 4, a uma distância de 75 m.

Tabela 16 – Alterações na largura mínima da faixa de pista.

Tipo de operação	Número do código	Largura mínima da faixa de pista	
		Emendas 01 e 02	Emenda 03
IFR	3 ou 4	300	280
	1 ou 2	150	140

Fonte: ANAC (2012, 2017e, 2018d).

Como visto no Gráfico 2, apenas um dos 60 aeroportos analisados está homologado para VFR somente, sendo um dos aeroportos de código 4C. Observa-se na Tabela 17 que 57 (95%) dos aeroportos atendem o requisito.

Tabela 17 – Análise da largura da faixa de pista.

Tipo de operação	Código de referência	Número de aeroportos	Largura mínima da faixa de pista (m)	Número de aeródromos que atendem o requisito	Número de aeródromos que superam o requisito
VFR	4C	1	150 m	1 (100%)	0
IFR	3C	4	280 m	2 (50%)	2 (em 20 m)
	4C	40		39 (97,5%)	38 (em 20 m)
	4D	1		1 (100%)	1 (em 20 m)
	4E	10		10 (100%)	10 (em 20 m)
	4F	4		4 (100%)	4 (em 20 m)

Fonte: A autora (2018).

Dois dos quatro aeroportos de código 3C apresentam faixa de pista com largura de 300 m e os outros dois de 150 m, embora estejam homologados para operação por instrumentos. Quanto aos 40 de código 4C e homologados para operação IFR, a faixa de pista de um deles tem largura de 150 m.

Pode haver casos em que, embora o aeroporto esteja homologado para IFR, as operações de aeronaves de código de número 3 ou 4 são restritas a operações VFR, como no Aeroporto de Porto Seguro, conforme consta no ROTAER (BRASIL, 2018b).

Os demais aeroportos de código 4C atendem a largura mínima de 280 m, sendo que 38 deles apresentam largura de 300 m, que corresponde à largura mínima de acordo com as emendas do regulamento anteriores à Emenda 03, como se observa na Tabela 16.

4.3.6 Comprimento da RESA

Quanto à RESA, na Emenda 01 do RBAC nº 154 (ANAC, 2012), a implantação desta era obrigatória apenas para novas pistas, construídas a partir da data de publicação do regulamento (26 de junho de 2012), onde 1) o número de código fosse 3 ou 4; e 2) onde o número de código fosse 1 ou 2 e a operação por instrumento. Para pistas existentes, a RESA era recomendada quando as características do terreno permitissem e quando houvesse disponibilidade de área para sua implantação (ANAC, 2012). Nestes casos, a RESA deveria se estender a partir do final de uma faixa de pista a uma distância mínima de 90 m.

Como visto no item 2.2.4, a partir da Emenda 02 do regulamento (ANAC, 2017e), a RESA se tornou obrigatória para todos os aeródromos, devendo se estender do final da faixa de pista a uma distância mínima de 240 m, para código de número 3 ou 4.

Tabela 18 – Análise do comprimento da RESA.

Código de referência	Número de aeroportos	Comprimento da RESA (m)	Número de aeródromos que atendem o requisito
3C	4	240	1 (25%)
4C	41		1 (2,4%)
4D	1		0
4E	10		0
4F	4		0

Fonte: A autora (2018).

Dos 60 aeroportos, 18 apresentam RESA em ambas as cabeceiras e cinco em apenas uma das cabeceiras. Em 18 desses 23 aeroportos, a RESA tem comprimento de 90 m, seguindo a recomendação da Emenda 01 do RBAC nº 154 (ANAC, 2012) para pistas existentes até a sua data de publicação. Um desses 23 aeroportos possui RESA cujo comprimento é inferior a 240 m e diferente de 90 m.

Assim, embora esses aeroportos possuam RESA, ela não apresenta as dimensões requeridas pelas emendas 02 (ANAC, 2017e) e 03 (ANAC, 2018d) do RBAC nº 154. No entanto, como visto no item 2.4, há situações específicas para adequação dos aeroportos a esses requisitos referentes à RESA.

4.3.7 Largura da RESA

De acordo com a Emenda 01 do RBAC nº 154 (ANAC, 2012), para pistas existentes, a implantação de RESA era apenas recomendada, e com largura de, no mínimo, o dobro da largura da pista a que está associada. Para pistas construídas a partir da publicação do regulamento, deveria ser implantada RESA com a mesma largura que a porção nivelada da faixa de pista associada.

Com a Emenda 02 (ANAC, 2017e), a RESA passou a ser obrigatória independentemente da data de construção da pista, devendo apresentar largura igual ou maior que a da faixa de pista preparada², que deve ser de 150 m, para códigos de número 3 ou 4.

A Tabela 19 mostra que apenas dois aeroportos atendem o requisito.

² A faixa de pista preparada consiste em uma área nivelada com o objetivo de proteger uma aeronave que acidentalmente saia da PPD (ANAC, 2018d).

Tabela 19 – Análise da largura da RESA.

Código de referência	Número de aeroportos	Largura mínima da RESA (m)	Número de aeródromos que atendem o requisito
3C	4	Igual ou superior à largura da faixa de pista preparada (que, onde o número do código é 3 ou 4, deve ser de 150 m)	1 (25%)
4C	41		1 (2,4%)
4D	1		0
4E	10		0
4F	4		0

Fonte: A autora (2018).

Como mencionado no item 4.3.6, 23 dos 60 aeroportos analisados apresentam RESA. Foi observada uma largura de 90 m em 18 destes 23 aeroportos. De acordo com a Emenda 01 do RBAC, a RESA devia apresentar o dobro da largura da pista a que está associada que, nestes aeroportos, é de 45 m. Assim, analogamente ao que se observa para o comprimento da RESA, na maioria dos aeroportos que a apresentam se verifica que as dimensões seguem a Emenda 01 do regulamento.

4.3.8 Larguras das pistas de táxi

Assim como a largura da PPD, por conta da alteração na definição do código de referência com a publicação da Emenda 03 do RBAC nº 154 (ANAC, 2018d), detalhada no item 2.4.1, a largura mínima das partes retilíneas das pistas de táxi, que era definida em função da letra do código, é agora função da OMGWS.

Com base nas dimensões da OMGWS das aeronaves críticas dos aeroportos analisados (Tabela 8), é apresentada na Tabela 20 a análise da largura das pistas de táxi.

Tabela 20 – Análise da largura das pistas de táxi.

Código de referência	OMGWS	Número de aeroportos	Largura mínima das pistas de táxi (m)	Número de aeródromos que atendem o requisito
3C	Menor que 4,5 m	2	7,5	2 (100%)
	Maior ou igual a 4,5 m e menor que 6 m	2	10,5	2 (100%)
4C	Maior ou igual a 6 m e menor que 9 m	41	15	41 (100%)
4D	Maior ou igual a 9 m e menor que 15 m	1	23	1 (100%)
4E		10		10 (100%)
4F		4		4 (100%)

Fonte: A autora (2018).

Verificou-se que os quatro aeroportos de código 3C apresentam pistas de táxi com larguras superiores às mínimas necessárias, sendo todas maiores que 15 m. Isso é observado porque, na redação das emendas 01 (ANAC, 2012) e 02 (ANAC, 2017e) do RBAC nº 154, a largura mínima para código de letra C era de 15 m, para aeronaves cuja distância entre eixos (*wheel base*) é menor que 18 m, e de 18 m quando a *wheel base* é maior que 18 m. O mesmo foi observado para os aeroportos de código 4C.

Quanto aos dez aeroportos de código 4E, constatou-se que cinco deles apresentam pelo menos uma pista de táxi com largura inferior a 23 m. No entanto, é possível que estas pistas estejam destinadas a aeronaves cujos valores de OMGWS são inferiores a 9 m, o que exige uma largura mínima menor. Uma vez que eles apresentam pistas com largura maior que 23 m, considera-se que estes aeródromos atendem o requisito.

Nos aeroportos de aeronaves críticas de código 4F, por sua vez, todas as pistas de táxi que atendem à aviação comercial apresentam largura superior à mínima. O Aeroporto de Guarulhos apresenta nove pistas de táxi com largura de 38 m, em um total de 22 pistas analisadas do aeroporto.

4.3.9 Acostamentos das pistas de táxi

Em relação a acostamentos das pistas de táxi, com a publicação da Emenda 03, como mostra a Tabela 21, a largura total mínima de 44 m passou de código de letra E para F, a de 38 m passou de E para D e, por fim, a largura total mínima para código D passou de 38 m para 34 m. Assim, com a nova emenda do regulamento, este requisito passou a ser menos exigente.

Tabela 21 – Alterações na largura total mínima das pistas de táxi.

Letra do código	Largura total mínima para pistas de táxi (m)	
	Emendas 01 e 02	Emenda 03
C	25	25
D	38	34
E	44	38
F	60	44

Fonte: ANAC (2012, 2017e, 2018d).

A quantidade de pistas de táxi nos aeroportos varia consideravelmente e está relacionada à capacidade horária do sistema de pistas, como exposto no item 2.2.5. Em aeroportos com um grande número de pistas de táxi, algumas delas podem ter sua utilização restrita a aeronaves com envergaduras menores que a aeronave crítica.

Em vista disso, na análise da largura total das pistas de táxi (Tabela 22), considerou-se que, se pelo menos uma das pistas de táxi do aeroporto apresenta a largura total mínima para a aeronave crítica, o requisito está sendo atendido.

Tabela 22 – Análise da largura total das pistas de táxi.

Código de referência	Número de aeroportos	Largura total mínima para pistas de táxi (m)	Número de aeródromos que atendem o requisito
3C	4	25	2 (50%)
4C	41		29 (71%)
4D	1	34	0
4E	10	38	9 (90%)
4F	4	44	2 (50%)

Fonte: A autora (2018).

Dos quatro aeródromos de código 3C, dois têm pistas de táxi (únicas) com largura total inferior a 25 m. Dos aeroportos de código 4C, 29 dos 41 apresentam, no mínimo, uma pista de táxi com largura total igual ou superior a 25 m.

O aeroporto de código 4D têm pistas de táxi com largura total inferior a 34 m.

No que se refere aos aeroportos de código 4E, apenas um deles não apresenta pista de táxi com largura total de, no mínimo, 38 m.

Dentre os aeroportos de aeronave crítica 4F, apenas um deles apresenta somente pistas de táxi com largura total inferior a 44 m. Nos aeroportos deste código, são comuns pistas de táxi com larguras totais superiores a 44 m. O Aeroporto de Guarulhos, por exemplo, de um total de 22 pistas analisadas, tem 50% delas com 38 m de largura e largura total aproximada de 60 m, e 6 pistas com largura total de cerca de 50 m.

4.3.10 Distância do eixo das pistas paralelas ao eixo da PPD

Outras alterações importantes com a publicação da Emenda 03 do RBAC no 154 (ANAC, 2018d) foram alguns valores da Tabela C-5 – Distâncias mínimas de separação para pistas de táxi. Como pode ser visto na Tabela 23, as distâncias mínimas entre os eixos da pista de táxi e da PPD para pistas por instrumento foram reduzidas em 10 m. Logo, estes requisitos também passaram a ser menos exigentes com a nova emenda.

Tabela 23 – Alterações nas distâncias entre os eixos da pista de táxi e da PPD.

Tipo de operação	Número do código	Letra do código	Distância entre os eixos da pista de táxi e da pista (m)	
			Emendas 01 e 02	Emenda 03
IFR	3 ou 4	C	168	158
	3 ou 4	D	176	166
	4	E	182,5	172,5
	4	F	190	180

Fonte: ANAC (2012, 2017e, 2018d).

Dos 60 aeroportos analisados, 29 apresentam pista de táxi paralela à PPD. A análise da distância do eixo destas ao eixo da PPD é exposta na Tabela 24, onde se verifica que 19 (65,5%) dos 29 aeroportos atendem o requisito.

Tabela 24 – Análise da distância do eixo das pistas de táxi paralelas ao eixo da PPD.

Tipo de operação	Código de referência	Número de aeroportos	Distância mínima do eixo ao eixo da PPD (m)	Número de aeródromos que atendem o requisito
IFR	3C	1	158	1 (100%)
	4C	15	158	10 (67%)
	4D	1	166	1 (100%)
	4E	8	172,5	4 (50%)
	4F	4	180	3 (75%)

Fonte: A autora (2018).

Além da pista de táxi paralela à PPD, são analisadas, nesse parâmetro, as pistas de táxi de pátio de aeronaves (*taxiways* de pátio) que são também paralelas à pista. A Tabela 25 apresenta a análise da distância de seu eixo ao eixo da PPD.

Tabela 25 – Análise da distância do eixo da *taxiway* de pátio ao eixo da PPD.

Tipo de operação	Código de referência	Número de aeroportos	Distância mínima do eixo ao eixo da PPD (m)	Número de aeródromos que atendem o requisito
VFR	4C	1	93	1 (100%)
IFR	3C	4	158	3 (75%)
	4C	39	158	23 (59%)
	4D	1	166	1 (100%)
	4E	10	172,5	8 (80%)
	4F	4	180	4 (100%)

Fonte: A autora (2018).

Dos 59 aeroportos analisados neste parâmetro, 40 (67,8%) têm o eixo de sua *taxiway* de pátio a uma distância do eixo das PPDs superior à mínima requerida pelo RBAC nº 154.

4.3.11 Análise geral

Considerando as análises de todos os parâmetros, como pode se concluir da Tabela 26, os aeroportos analisados atendem em sua totalidade somente os requisitos em relação à área de giro, ao comprimento da faixa de pista e à largura mínima das pistas de táxi.

Tabela 26 – Análise geral dos aeroportos.

Componente	Critério	Quantidade de aeroportos que atendem o requisito
PPD	Largura mínima	52 de 60 (87%)
	Acostamentos	57 de 60 (95%)
	Área de giro	60 de 60 (100%)
Faixa de pista	Comprimento da faixa de pista	60 de 60 (100%)
	Largura da faixa de pista	57 de 60 (95%)
RESA	Comprimento da RESA	2 de 60 (3%)
	Largura da RESA	2 de 60 (3%)
Pistas de táxi	Largura mínima	60 de 60 (100%)
	Acostamentos	42 de 60 (70%)
	Distância mínima do eixo ao eixo da PPD	Pistas paralelas: 19 de 29 (65,5%) Taxiway de pátio: 40 de 59 (67,8%)

Fonte: A autora (2018).

Quanto à largura mínima das pistas de táxi, isto pode estar relacionado ao fato de os requisitos terem se tornado menos exigentes com a Emenda 03 do RBAC nº 154 (ANAC, 2018d), especialmente para aeronaves de código de letra C quando a OMGWS é menor que 6 m.

Observa-se que os requisitos referentes à RESA são atendidos apenas em dois dos 60 aeroportos analisados. Como mencionado no item 4.3.6, isto se deve ao fato de, com a publicação da Emenda 02 do RBAC no 154 (ANAC, 2017e), a implantação de RESA ter passado de recomendada – para aeroportos existentes antes da publicação da Emenda 01 do regulamento (ANAC, 2012) – para obrigatória, e com dimensões maiores que as recomendadas nesta última. Há de se levar em consideração, entretanto, que há situações bem específicas para adequação aos requisitos referentes à RESA, como exposto no item 2.4.

5 CONCLUSÕES

Como conclusões deste trabalho, primeiramente, verificou-se que os dados necessários para uma análise comparativa entre os valores mínimos necessários previstos em norma e os valores existentes não estão disponíveis, em sua totalidade, em fontes oficiais.

Para o levantamento de alguns dados, foi necessária a utilização da ferramenta de medição do Google Earth. Uma vez que essas medições são grosseiras, é coerente utilizá-las não de forma direta, mas sim com base em uma classificação em menor, igual ou maior a um valor pré-estabelecido, que é o requisito de norma.

Além disso, para que fosse possível o levantamento de todos os dados, foi necessário consultar várias fontes. Isso ocorre porque essas fontes têm a finalidade de auxílio aos pilotos, contendo apenas as informações da infraestrutura do aeroporto que são de conhecimento fundamental para o planejamento do voo. Assim, os dados referentes à infraestrutura não estão agregados, mas sim distribuídos em diferentes documentos publicados pela ANAC e pelo DECEA.

Outro aspecto da análise é que ela não é perfeitamente passível de sistematização. Há particularidades dos aeroportos que necessitariam de um estudo mais aprofundado acerca de sua operação e de considerações constantes em documentos oficiais da ANAC. Para efeitos de análise neste trabalho, foi realizada uma simples comparação dos requisitos de norma às características do aeroporto.

Quanto às conclusões dos resultados da análise, verificou-se que, de modo geral, os 60 aeroportos analisados, que consistem nos aeroportos mais representativos no transporte de passageiros da aviação comercial, atendem os requisitos do RBAC nº 154 Emenda 03 (ANAC, 2018d) para as instalações do lado ar consideradas.

O não atendimento desses requisitos, no entanto, não significa, necessariamente, que os aeroportos têm sua segurança comprometida. Alguns deles podem estar isentos (temporária ou permanentemente) do cumprimento de requisitos do regulamento por terem comprovado à ANAC que são possíveis operações com um nível aceitável de segurança operacional. Outros podem estar enquadrados nas disposições transitórias do RBAC nº 139, que os isenta da certificação operacional enquanto não desejarem aumentar a frequência da aeronave crítica ou ter operações mais exigentes.

Observou-se que um dos fatores para o não atendimento de requisitos é o caráter dinâmico das normas, quando atualizações tornam o requisito mais exigente. Como visto,

recentemente, foi publicada a Emenda 03 do RBAC nº 154 (ANAC, 2018d), que alterou aspectos importantes dos requisitos em relação àqueles da Emenda 01 (ANAC, 2012) e da Emenda 02 (ANAC, 2017e), especialmente os referentes à RESA. Outro aspecto que pode influenciar a não conformidade aos requisitos é o fato de que alguns aeroportos ainda não possuem certificação operacional, a qual leva em consideração a conformidade da infraestrutura aeroportuária aos requisitos do RBAC nº 154.

Aos aeroportos não certificados e aos que estão condicionalmente isentos da certificação, quando tiverem de obtê-la, é necessária a adequação de sua infraestrutura nos aspectos avaliados que, atualmente, não cumprem o requisito de norma.

O presente estudo possibilitou conhecer o nível de atendimento da infraestrutura aeroportuária, em determinados aspectos relevantes, à norma vigente para o projeto de aeródromos, por meio de uma análise da situação atual da demanda e da infraestrutura. Uma vez que esses aspectos, bem como a legislação, são dinâmicos, para cenários futuros, serão necessárias novas análises.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **A380 e Boeing 747 poderão operar em mais 12 aeroportos brasileiros**. 2018. [2018a]. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/noticias/a380-e-boeing-747-poderao-operar-em-mais-12-aeroportos-brasileiros>>. Acesso em: 20 maio 2018.

_____. **Aeronaves e código de referência**. Atualizado em: 22 dez. 2017. [2017a]. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aerodromos/downloads/aeronaves-e-codigo-de-referencia>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

_____. **Concessões**. 2018. [2018b]. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/concessoes>>. Acesso em: 29 maio 2018.

_____. **Decisão n.º 75**, de 18 de maio de 2017. [2017b]. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/acesso-a-informacao/reunioes-da-diretoria-colegiada/reunioes-deliberativas-da-diretoria/2017/10a-reuniao-deliberativa-da-diretoria-16-05-2017/00058-122171-2015-18/decisao-no-75-de-18-de-maio-de-2017>>. Acesso em: 20 maio 2018.

_____. **Portaria n.º 389/SIA**, de 5 de fevereiro de 2018. [2018c]. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/portarias/2018/portaria-no-0389-sia-05-02-2018/@@display-file/arquivo_norma/PA2018-0389.pdf>. Acesso em: 29 maio 2018.

_____. **Portaria n.º 908/SIA**, de 13 de abril de 2016. [2016a]. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/portarias/portarias-2016/portaria-no-0908-sia-de-13-04-2016/@@display-file/arquivo_norma/PA2016-0908%20-%20Compilado%20at%C3%A9%20PA2018-0389.pdf>. Acesso em: 29 maio 2018.

_____. **Portaria n.º 1227/SIA**, de 30 de julho de 2010. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/portarias/portarias-2010/portaria-no-1227-sia-de-30-07-2010/@@display-file/arquivo_norma/PA2010-1227%20-%20Compilado.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2018.

_____. **Portaria n.º 3173/SIA**, de 15 de setembro de 2017. [2017c]. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/portarias/portarias-2016/portaria-no-0908-sia-de-13-04-2016/@@display-file/arquivo_norma/PA2016-0908%20-%20Compilado%20at%C3%A9%20PA2018-0389.pdf>. Acesso em: 29 maio 2018.

_____. **Portaria n.º 3896/SAS**, de 24 de novembro de 2017. [2017d]. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/portarias/2017/portaria-no-3896-sas-24-11-2017/@@display-file/arquivo_norma/PA2017-3896.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2018.

_____. **RBAC 139 - Certificação Operacional de Aeroportos: Certificados emitidos**. Atualizado em: 25 maio 2018. [2018d]. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aerodromos/certificacao/certificados/certop_certificados_emitidos.pdf> Acesso em: 29 maio 2018.

_____. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) n.º 01. Definições, regras de redação e unidades de medida.** Resolução ANAC no 184, de 1º de março de 2011, publicada no Diário Oficial da União No 43, Seção 1, página 6, de 2 de março de 2011. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2011/08s/rbac-01/@@download/file/RBAC%2001.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2018.

_____. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) n.º 139. Emenda n.º 05. Certificação Operacional de Aeroportos.** Aprovação: Resolução n.º 96, de 11 de maio de 2009, publicada no Diário Oficial da União de 12 de maio de 2009, Seção 1, p. 149. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2014/51s2/anexo-ii-rbac-139-emenda-04>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

_____. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) n.º 153. Emenda n.º 01. Aeródromos: Operação, Manutenção e Resposta à Emergência.** Aprovação: Resolução n.º 382, de 14 de junho de 2016, publicada no Diário Oficial da União de 15 de julho de 2016, Seção 1, p. 56. (Em vigor em 30 de dezembro de 2012). Brasília, 2016. [2016b]. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-153-emd-01/@@display-file/arquivo_norma/RBAC153EMD01.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2017.

_____. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) n.º 154. Emenda n.º 01. Projeto de Aeródromos.** Resolução n.º 238, de 12 de junho de 2012, publicada no Diário Oficial da União de 26 de junho de 2012, Seção 1, p. 20. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-154-emd-01/@@display-file/arquivo_norma/RBAC154EMD01.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2016.

_____. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) n.º 154. Emenda n.º 02. Projeto de Aeródromos.** Resolução n.º 445, de 24 de agosto de 2017, publicada no Diário Oficial da União de 28 de agosto de 2017, Seção 1, p. 68. [2017e]. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-154-emd-01/@@display-file/arquivo_norma/RBAC154EMD02.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2017.

_____. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) n.º 154. Emenda n.º 03. Projeto de Aeródromos.** Resolução n.º 465, de 13 de março de 2018, publicada no Diário Oficial da União de 16 de março de 2018, Seção 1, p. 120 a 122. [2018d]. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-154-emd-01/@@display-file/arquivo_norma/RBAC154EMD03.pdf>. Acesso em: 03 maio 2018.

_____. **SIROS – Sistema de Registro de Operações. Lista dos voos em operação na data atual: Voos em operação.** Atualizado em: 24 abr. 2018. [2018e]. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/empresas/registro-de-servicos>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

AIRBUS S.A.S. **ICAO Aerodrome Reference Code, FAA Airplane Design Group and Aircraft Approach Category for Airbus Aircraft.** Set. 2015. Disponível em: <<http://www.airbus.com/content/dam/corporate-topics/publications/backgrounders/techdata/general-information/Airbus-Commercial-Aircraft-ICAO-ARC-FAA-ADG-App-Cat.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

AIRPORT COOPERATIVE RESEARCH PROGRAM (ACRP). **Analysis of Aircraft Overruns and Undershoots for Runway Safety Areas**. 2008. Disponível em: <https://www.icao.int/SAM/Documents/2011/AGAASEROSTUDIES/ACRP_rpt_003.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2018.

ASHFORD, Norman J.; MUMAYIZ, Saleh A.; WRIGHT, Paul H. **Airport Engineering: Planning, Design, and Development of 21st Century Airports**. 4. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2011.

BOEING. **Boeing Commercial Aircraft - Design Groups/Codes (FAA & ICAO)**. 4 nov. 2014. Disponível em: <<http://www.boeing.com/assets/pdf/commercial/airports/faqs/aircraftdesigngroup.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

_____. **Operating the 747-8 at Existing Airports**. 2018. Disponível em: <https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2010_q3/3/>. Acesso em: 6 maio 2018.

_____. **Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents: Worldwide Operations | 1959 – 2016**. 2017. Disponível em: <https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/company/about_bca/pdf/statsum.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2018.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). **Instrução de Aviação Civil (ICA) n.º 96-1**. Cartas Aeronáuticas. 26 de maio de 2016. [2016a]. Disponível em: <<https://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=4321>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

_____. _____. _____. _____. **Instrução de Aviação Civil (ICA) n.º 100-02**. Regras do Ar. 10 de novembro de 2016. [2016b]. Disponível em: <<https://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=4429>>. Acesso em: 2 jul. 2018.

_____. _____. _____. _____. **Instrução de Aviação Civil (ICA) n.º 100-37**. Serviços de Tráfego Aéreo. 30 de outubro de 2017. Disponível em: <<https://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=4662>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

_____. _____. _____. _____. **Serviço de Informação Aeronáutica (AIS). Cartas Aeronáuticas**. 2018. [2018a]. Disponível em: <<https://www.aisweb.aer.mil.br/?i=cartas>>. Vários acessos.

_____. _____. _____. _____. **Serviço de Informação Aeronáutica (AIS). Manual Auxiliar de Rotas Aéreas - ROTAER**. 2018. [2018b]. Disponível em: <<http://www.aisweb.aer.mil.br/?i=publicacoes>>. Vários acessos.

_____. _____. _____. _____. **Serviço de Informação Aeronáutica (AIS). Notice to Airmen - NOTAM**. 2018. [2018c]. Disponível em: <<https://www.aisweb.aer.mil.br/?i=notam>>. Vários acessos.

_____. _____. _____. _____. **Sirius Brasil. Glossário**. 2018. [2018d]. Disponível em: <<https://www.decea.gov.br/sirius/index.php/2011/06/14/adc-carta-de-aerodromo>>. Acesso em: 6 mar. 2018.

_____. Presidência da República. Decreto nº 7.168, de 5 de maio de 2010. **Dispõe sobre o Programa Nacional de Segurança da Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícita (PNAVSEC)**. Disponível em: <[http://www2.anac.gov.br/biblioteca/DEC2010-7168%20-%20PNAVSE C.mht](http://www2.anac.gov.br/biblioteca/DEC2010-7168%20-%20PNAVSE%20C.mht)>. Acesso em: 22 jun. 2015.

_____. Secretaria de Aviação Civil da Presidência da República (SAC/PR). **Hórus**. SAC/PR – LabTrans/UFSC. 2017. Disponível em: <<https://horus.labtrans.ufsc.br/gerencial/>>. Acesso em: 06 mar. 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Transporte e economia – transporte aéreo de passageiros**. Brasília: CNT, 2015. 84 p.

EMBRAER. **Embraer 195 – Airport Planning Manual**. 2015. Disponível em: <https://www.embraercommercialaviation.com/wp-content/uploads/2017/02/APM_E195.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2018.

FERNANDES, Elton; PACHECO, Ricardo Rodrigues. **Transporte Aéreo no Brasil: uma visão de mercado.** 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. 292 p.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). **Aerodromes, Annex 14 to the Chicago Convention of 1944**. Vol. 1. 5 ed. Montreal, 2010.

_____. **Aerodrome Design Manual: Part 2 – Taxiways, Aprons and Holding Bays - Doc 9157**. 4 ed. Montreal, 2005.

_____. **Aircraft Type Designators: Part 1 - By Manufacturer (Encode) - Doc. 8643**. 41 ed. Última atualização: 23 mar. 2016. Disponível em: <[https://cfapp.icao.int/Doc8643/reports/Part1-By%20Manufacturer%20\(Encode\).pdf](https://cfapp.icao.int/Doc8643/reports/Part1-By%20Manufacturer%20(Encode).pdf)>. Acesso em: 25 abr. 2018.

HORONJEFF, Robert M.; MCKELVEY, Francis X.; SPROULE, William J.; YOUNG, Seth B. **Planning and Design of Airports**. 5 ed. McGraw Hill, 2010.

MEDAU, Joao Carlos. **Lufthansa Airbus A380**. 2014. 1: color., 5712 px x 1818 px.

SILVA, Evandro José da. **Análise dos padrões e recomendações da ICAO e da FAA para o projeto geométrico de aeródromos**. São Paulo, 2012.

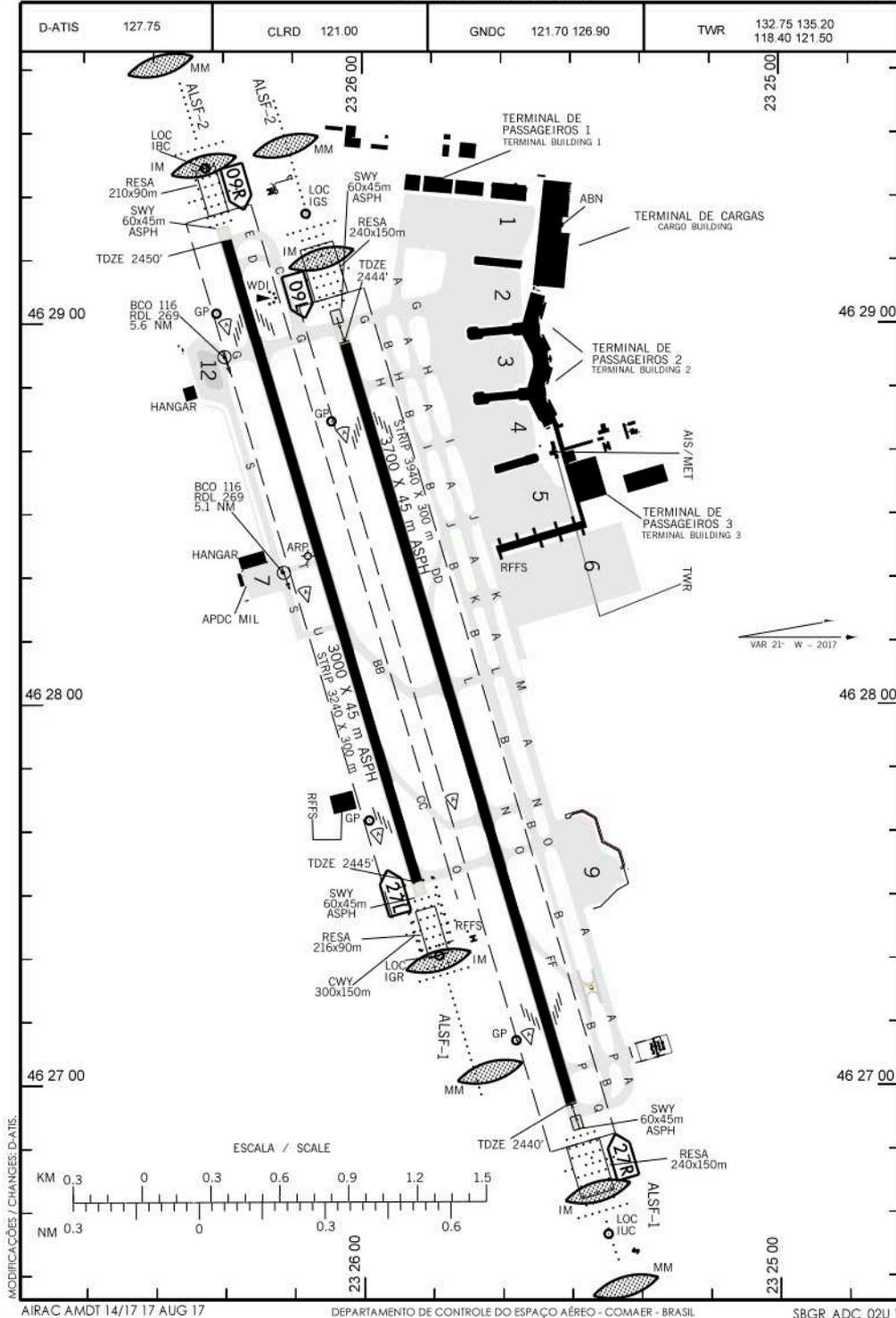
YOUNG, Seth B.; WELLS, Alexander T. **Aeroportos: Planejamento e Gestão**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014. 539 p. Tradução de: Ronald Saraiva de Menezes.

ANEXO A – Exemplo de carta ADC: Aeroporto Internacional de Guarulhos

CARTA DE AERÓDROMO (ADC) SÃO PAULO / Guarulhos - Gov André Franco Montoro, INTL (SBGR)
 AERODROME CHART (ADC) SP-BRASIL

ARP S23 26 08 W046 28 23

ELEV 2461'



AIRAC AMDT 14/17 17 AUG 17

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO - COMAER - BRASIL

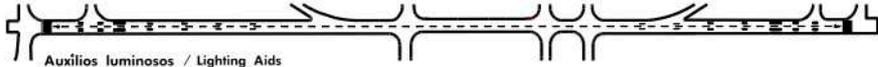
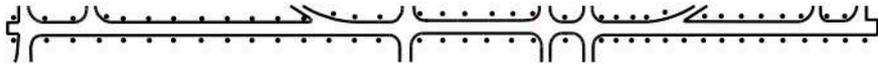
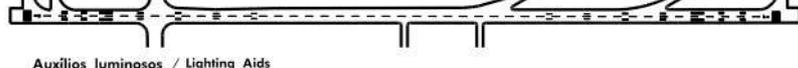
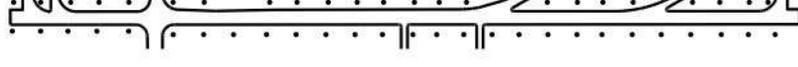
SBGR_ADC_02U 1

ANEXO A – Exemplo de carta ADC: Aeroporto Internacional de Guarulhos (continuação)

ADC – SBGR: INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES / COMPLEMENTARY INFORMATION

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS / PHYSICAL CHARACTERISTICS												
PISTA RUNWAY				DIMENSÕES(m) DIMENSIONS(m)					PCN	TIPO DE SUPERFÍCIE SURFACE KIND		
RWY	BRG	MAG	Tipo Type	RCD	RWY	SWY	CWY	STRIP	RESA	RWY	RWY	SWY
a	b	c	d	e	f	g	h	i		i	k	l
09L	094	PA-2	4	3700X45	60X45			3940 X 300	240X150	PCN 77/F/B/W/T	ASPH	ASPH
27R	274	PA-1	4		60X45				240X150			
09R	094	PA-2	4	3000X45	60X45	300X150		3240 X 300	216X90	PCN 77/F/B/W/T	ASPH	ASPH
27L	274	PA-1	4		60X45				210X90			

DISTÂNCIAS DECLARADAS, AUXÍLIOS VISUAIS E COORDENADAS DAS CABECEIRAS DECLARED DISTANCES, VISUAL AIDS AND THRESHOLD COORDINATES								
RWY	TORA(m)	TODA(m)	ASDA(m)	LDA(m)	AUXÍLIOS / AIDS		ALTURA GEOIDAL(m) GEOID HEIGHT(m)	COORDENADAS COORDINATES
09L	3700	3700	3760	3610	PAPI (2,97°)	ALS (CAT 2)	- 2,34	S23 26 03 W046 29 00
27R	3700	3700	3760	3640	PAPI	ALS (CAT 1)	- 2,36	S23 25 30 W046 26 55
09R	3000	3300	3060	3000	PAPI	ALS (CAT 3a)	- 2,34	S23 26 20 W046 29 13
27L	3000	3000	3060	3000	PAPI	ALS (CAT 1)	- 2,35	S23 25 52 W046 27 32

SERVIÇO DE SALVAMENTO E CONTRA - INCÊNDIO / RESCUE AND FIRE FIGHTING SERVICE: RFFS REQ - 10	
RWY 09L / 27R	<p style="text-align: center;">Sinalização horizontal / Marking Aids</p>  <p style="text-align: center;">Auxílios luminosos / Lighting Aids</p> 
RWY 09R / 27L	<p style="text-align: center;">Sinalização horizontal / Marking Aids</p>  <p style="text-align: center;">Auxílios luminosos / Lighting Aids</p> 

RMK:	1 - MEHT: RWY 09L - 57FT RWY 27R - 61,48FT RWY 09R - 63FT RWY 27L - 71FT 2 - TWR - D-CL (DATA LINK CLEARANCE) AUTORIZAÇÃO DE TRÁFEGO VIA DATA LINK H24. 2 - TWR - D-CL (DATA LINK CLEARANCE) TRAFFIC CLEARANCE VIA DATA LINK H24. 3 - TWY ALFA BTN TWY GOLF E PÁTIO 1 LTD PARA ACFT ENVERGADURA MAX 65M 3 - TWY ALFA BTN TWY GOLF E APRON 1 LTD OF ACFT ENVERGADURA MAX 65M
-------------	--

MODIFICAÇÕES / CHANGES: D-ATIS

ANEXO B – Requisitos do RBAC nº 154 (ANAC, 2018d) utilizados nas análises

**SUBPARTE C
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

154.201 Pistas de pouso e decolagem

(d) Largura de pistas de pouso e decolagem

A largura de uma pista de pouso e decolagem não deve ser inferior à dimensão apropriada especificada na seguinte tabela:

Tabela C-1. Largura de pista de pouso e decolagem associada à OMGWS (Alterado pela Resolução no 465, de 13.03.2018)

Largura exterior entre as rodas do trem de pouso principal (OMGWS)				
Número do código	menor que 4,5 m	maior ou igual a 4,5 m e menor que 6 m	maior ou igual a 6 m e menor que 9 m	maior ou igual a 9 m e menor que 15 m
1 ^a	18 m	18 m	23 m	-
2 ^a	23 m	23 m	30 m	-
3	30 m	30 m	30 m	45 m
4	-	-	45 m	45 m

^a. A largura de uma pista de aproximação de precisão não deve ser inferior a 30 m quando o número de código for 1 ou 2.

NOTA – As combinações de números do código e larguras exteriores entre as rodas do trem de pouso principal (OMGWS) para as quais as larguras de pista de pouso e decolagem são especificadas foram desenvolvidas para características típicas de aeronaves. (Redação dada pela Resolução no 465, de 13.03.2018)

154.203 Acostamentos de pista de pouso e decolagem

(a) Disposições gerais

NOTA – Orientações sobre as características e tratamento de acostamentos de pista de pouso e decolagem podem ser encontradas no Apêndice G deste RBAC.

(1) Os acostamentos de pista de pouso e decolagem devem ser implantados em uma pista onde a letra de código for D, E ou F. (Redação dada pela Resolução no 465, de 13.03.2018)

(2) (Suprimido pela Resolução no 465, de 13.03.2018)

(b) Largura dos acostamentos de pista de pouso e decolagem

Os acostamentos de pista de pouso e decolagem devem estender-se simetricamente em cada um dos lados da pista, de modo que a largura total da pista e de seus acostamentos não seja inferior a:

(1) 60 m, onde a letra de código for D ou E para aeronaves com OMGWS maior ou igual a 9 m e menor que 15 m;

(2) 60 m onde a letra de código for F para aeronaves de dois ou três motores com OMGWS maior ou igual a 9 m e menor que 15 m; e

(3) 75 m, onde a letra de código for F para aeronaves de quatro (ou mais) motores com OMGWS maior ou igual a 9 m e menor que 15 m. (Redação dada pela Resolução no 465, de 13.03.2018)

154.205 Área de giro de pista de pouso e decolagem

(a) Disposições gerais

(1) Uma área de giro de pista de pouso e decolagem deve ser provida nas cabeceiras que não são servidas por uma pista de táxi, ou não dispõem de uma área de giro de pista de táxi, quando a letra do código for D, E ou F, para facilitar uma curva de 180º e alinhamento das aeronaves na cabeceira. Ver Figura C-1B. (Redação dada pela Resolução no 465, de 13.03.2018)

Figura C-1B. Disposição típica de uma área de giro de pista de pouso e decolagem. (Alterado pela Resolução no 465, de 13.03.2018)



NOTA – Tais áreas podem também ser úteis se disponibilizadas ao longo da pista de pouso e decolagem para reduzir o tempo e a distância de táxi para aeronaves que não demandam o comprimento total da pista de pouso.

154.207 Faixas de pista de pouso e decolagem

(a) Disposições gerais

Uma pista de pouso e decolagem e quaisquer zonas de parada (*stopways*) a ela associadas devem estar incluídas em uma faixa de pista.

(b) Comprimento de faixas de pista de pouso e decolagem

(1) Uma faixa de pista deve estender-se antes da cabeceira e após o fim da pista ou da zona de parada a uma distância de, no mínimo:

(i) 60 m, onde o número de código for 2, 3 ou 4; (ii) 60 m, onde o número de código for 1 e a pista for por instrumento; e (iii) 30 m, onde o número de código for 1 e a pista for para operação visual.

(c) Largura de faixas de pista de pouso e decolagem

(1) Uma faixa de pista contendo uma pista de aproximação de precisão deve estender-se lateralmente ao eixo da pista a uma distância, em cada lado do eixo da pista e do seu prolongamento ao longo de todo o comprimento da faixa de pista, de, no mínimo:

- . (i) 140 m, onde o número de código for 3 ou 4; e
- . (ii) 70 m, onde o número de código for 1 ou 2; ([Redação dada pela Resolução no 465, de 13.03.2018](#))

(2) Uma faixa de pista contendo uma pista de aproximação de não-precisão deve estender-se lateralmente ao eixo da pista a uma distância, em cada lado do eixo da pista e do seu prolongamento ao longo de todo comprimento da faixa de pista, de, no mínimo:

(i) 140 m, onde o número de código for 3 ou 4; e (ii) 70 m, onde o número de código for 1 ou 2; ([Redação dada pela Resolução no 465, de 13.03.2018](#))

(3) Uma faixa de pista contendo uma pista para operação visual deve estender-se em cada um dos lados do eixo da pista e do seu prolongamento ao longo de todo comprimento da faixa em uma distância de, no mínimo:

(i) 75 m onde o número de código for 3 ou 4; (ii) 40 m onde o número de código for 2; e (iii) 30 m onde o número de código for 1.

(e) Faixa preparada

(1) A porção da faixa de pista de uma pista de pouso e decolagem para operação por instrumento deve ser uma área nivelada, de acordo com as aeronaves para as quais a pista é destinada, para proteger uma aeronave que saia acidentalmente da pista. A área nivelada deve abranger, no mínimo, as seguintes distâncias a partir do eixo da pista e do seu prolongamento:

(i) 105 m, gradualmente reduzida para 75 m nas extremidades da pista de pouso e decolagem, onde o número de código for 3 ou 4 e a pista for de aproximação de precisão, conforme Figura C-2;

(ii) 75 m, onde o número de código for 3 ou 4; e (iii) 40 m, onde o número de código for 1 ou 2;

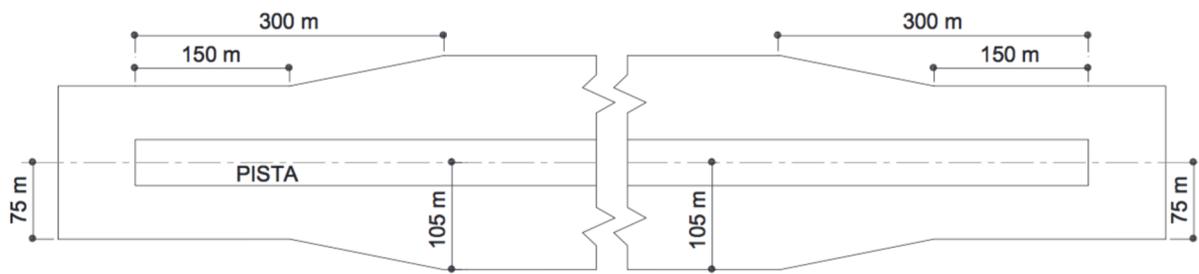


Figura C-2. Parte nivelada de uma faixa de pista, incluindo uma pista de aproximação de precisão onde o número de código é 3 ou 4. (Alterado pela Resolução no 465, de 13.03.2018)

(2) A porção da faixa de pista de uma pista para operação visual deve ser uma área nivelada, de acordo com as aeronaves para as quais a pista é destinada, para proteger uma aeronave que saia acidentalmente da pista. A área nivelada deve abranger, no mínimo, as seguintes distâncias a partir do eixo da pista e do seu prolongamento:

(i) 75 m onde o número de código for 3 ou 4; (ii) 40 m onde o número de código for 2; e (iii) 30 m onde o número de código for 1;

(3) A superfície da porção de uma faixa de pista que fizer contato com uma pista de pouso e decolagem, acostamento ou zona de parada (*stopway*) deve ser nivelada com essas superfícies.

(4) A porção de uma faixa de pista de no mínimo 30 m antes do início da pista de pouso e decolagem deve ser preparada contra a erosão por jatos de ar de modo a proteger uma aeronave em pouso do perigo de uma borda exposta.

NOTA – A área provida para reduzir o efeito erosivo dos jatos de ar pode ser chamada de

plataforma contra jato de motor (*blast pad*). Quando as áreas especificadas no parágrafo 154.207(e)(4) apresentarem superfícies pavimentadas, devem ser capazes de resistir à passagem ocasional da aeronave crítica de projeto de pavimento da pista de pouso e decolagem.

154.209 Áreas de Segurança de Fim de Pista (RESA)

(a) Disposições gerais

(1) Uma área de segurança de fim de pista deve ser disponibilizada nas extremidades da faixa de pista.

(b) Dimensões de RESA (1) As RESA devem se estender a partir do final de uma faixa de pista a uma distância de:

(i) 240 m, onde o número de código for 3 ou 4; e (ii) 120 m, onde o número de código for 1 ou 2 e a pista for do tipo por instrumento; e (iii) 30 m, onde o número de código for 1 ou 2 e a pista for para operação visual.

(2) A largura de uma RESA deve ser igual ou superior à largura da faixa de pista preparada na cabeceira a que está associada.

NOTA 1 – Caso seja instalado um sistema de desaceleração, esta distância pode ser reduzida com base nas especificações de projeto do sistema.

NOTA 2 – A provisão de uma RESA considera uma área suficientemente longa para conter pousos cujo toque ocorra antes da cabeceira ou pousos e decolagens abortadas, nos quais a aeronave ultrapasse acidentalmente o fim da pista, em situações resultantes de uma combinação razoavelmente provável de fatores operacionais adversos.

NOTA 3 – Em uma pista de aproximação de precisão, o localizador do ILS é normalmente o primeiro obstáculo vertical e a área de segurança de fim de pista costuma se estender até essa instalação. Em outras circunstâncias e em uma pista de aproximação de não-precisão ou em uma pista para operação visual, o primeiro obstáculo vertical poderia ser uma via de acesso, uma via férrea ou outra construção ou obstáculo natural. Nessas circunstâncias, a área onde se encontram tais obstáculos não pode ser considerada para fins de provimento de RESA.

NOTA 4 – A obtenção de um nível equivalente de segurança operacional à implantação de RESA pode se dar por meio de deslocamento da cabeceira e redução das distâncias declaradas TORA, ASDA e LDA na dimensão longitudinal faltante para a RESA.

154.217 Pistas de táxi

(b) Largura de pistas de táxi

(1) As partes retilíneas da pista de táxi não devem ter largura inferior às larguras apresentadas na seguinte tabela:

Tabela C-4. Largura mínima de trechos retilíneos de pista de táxi associada à OMGWS
(Alterada pela Resolução no 465, de 13.03.2018)

Largura exterior entre as rodas do trem de pouso principal (OMGWS)				
	menor que 4,5 m	maior ou igual a 4,5 m e menor que 6 m	maior ou igual a 6 m e menor que 9 m	maior ou igual a 9 m e menor que 15 m
Largura de pista de táxi	7,5 m	10,5 m	15 m	23 m

Tabela C-5. Distâncias mínimas de separação para pistas de táxi (Alterado pela Resolução no 465, de 13.03.2018)

Letra do código	Distância entre os eixos da pista de táxi e da pista (m).								Outras distâncias (m):			
	Pistas por Instrumento				Pistas Visuais				D1	D2	D3	D4
	Número do Código				Número do Código							
1	2	3	4	1	2	3	4	(10)	(11)	(12)	(13)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
A	77,5	77,5	–	–	37,5	47,5	–	–	23	15,5	19,5	12
B	82	82	152	–	42	52	87	–	32	20	28,5	16,5
C	88	88	158	158	48	58	93	93	44	26	40,5	22,5
D	–	–	166	166	–	–	101	101	63	37	59,5	33,5
E	–	–	172,5	172,5	–	–	107,5	107,5	76	43,5	72,5	40
F	–	–	180	180	–	–	115	115	91	51	87,5	47,5

D1 – Distância entre o eixo de uma pista de táxi para eixo de outra pista de táxi;

D2 – Distância entre o eixo de uma pista de táxi ou uma pista de táxi de pátio e um objeto, excetuando-se pista de táxi de acesso ao estacionamento;

D3 – Distância entre eixos de pistas de táxi de acesso ao estacionamento;

D4 – Distância entre o eixo de uma pista de táxi de acesso ao estacionamento e um objeto.

NOTA 1 – As distâncias de separação demonstradas nas colunas (2) a (9) representam combinações comuns de pistas e pistas de táxi.

NOTA 2 – As distâncias nas colunas (2) a (9) não garantem uma distância livre suficiente, atrás de uma aeronave em espera, para permitir a passagem de outra aeronave em uma pista de táxi paralela.

(e) Distâncias mínimas de separação para pistas de táxi

(1) A distância de separação entre o eixo de uma pista de táxi e o eixo de uma pista de pouso e decolagem, o eixo de uma pista de táxi paralela ou um objeto, não deve ser menor que as dimensões especificadas na Tabela C-5.

NOTA 1 – As distâncias de separação da Tabela C-5, coluna 10, não necessariamente oferecem a possibilidade de se fazer uma curva normal de uma pista de táxi para outra pista de táxi paralela.

NOTA 2 – A distância de separação entre o eixo de uma pista de táxi de estacionamento de aeronaves e um objeto demonstrado na Tabela C-5, coluna 13, pode precisar ser aumentada quando a esteira de exaustão de jatos oferecer riscos aos serviços de apoio no solo.

NOTA 3 – Distâncias de separação menores que as especificadas na Tabela C-5 podem ser excepcionalmente permitidas nas situações previstas nos parágrafos 154.5(c) e 154.5(c)-I.

154.219 Acostamentos de pista de táxi

(a) Trechos retilíneos de uma pista de táxi onde a letra de código for C, D, E ou F devem contar com acostamentos que se estendam simetricamente nos dois lados da mesma, de modo que a largura total da pista de táxi com seus acostamentos em trechos retilíneos não seja inferior a:

(1) 44 m onde a letra de código for F; (2) 38 m onde a letra de código for E; (3) 34 m onde a letra de código for D; e (4) 25 m onde a letra de código for C. ([Redação dada pela Resolução no 465, de 13.03.2018](#))

(b) Em curvas de pistas de táxi e em junções ou interseções onde houver acréscimo de pavimento, a largura dos acostamentos não deve ser inferior à largura daqueles dos trechos retilíneos adjacentes da pista de táxi.

(c) Quando uma pista de táxi estiver destinada ao uso por aeronaves a turbina, a superfície dos acostamentos da mesma deve ser preparada de forma a resistir à erosão e à ingestão do material da superfície pelos motores da aeronave.