

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE JOINVILLE
ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA

MARLON RODRIGO DA LUZ

DIAGNÓSTICO DO AEROPORTO DE JOINVILLE LAURO CARNEIRO DE LOYOLA
SOBRE A SUA CONFORMIDADE COM O RBAC 154 (JUNHO, 2012) – PROJETO DE
AERÓDROMOS

Joinville

2015

MARLON RODRIGO DA LUZ

DIAGNÓSTICO DO AEROPORTO DE JOINVILLE LAURO CARNEIRO DE LOYOLA
SOBRE SUA CONFORMIDADE COM O RBAC 154 (JUNHO, 2012) – PROJETO DE
AERÓDROMOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Infraestrutura no Curso de Engenharia de Infraestrutura da Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Joinville.

Orientadora: Renata Cavion, Dra.

Joinville

2015

*Agradeço aos meus pais, Osmar e Zilá,
ao amor da minha vida, Adriane, a
minha orientadora Renata Cavion, aos
meus amigos e a toda equipe da
Infraero de Joinville.*

RESUMO

Os aeroportos possuem grande rigorosidade no controle da segurança, a qual está atrelada a dois fatores: infraestrutura e operação. Tratando-se do Brasil, o órgão fiscalizador é a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) que por meio de certificações e relatórios técnicos, concede a legalidade de operação de aeródromos. Os documentos da ANAC que definem as condições necessárias de segurança para tais operações são os Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil (RBAC), sendo o RBAC 154 (Junho, 2012) – Projeto de Aeródromos, obrigatório para aeródromos que movimentam um volume anual maior de um milhão de passageiros. O Aeroporto de Joinville, estudo de caso deste trabalho, prevê o alcance deste volume em um curto prazo, devendo estar com as suas características de infraestrutura homologadas conforme exige o RBAC154. Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa é diagnosticar a conformidade da atual infraestrutura aeroportuária do Aeroporto de Joinville com o RBAC 154 (Junho, 2012) na condição de que ele movimente um milhão de passageiros. Para tanto, verifica-se quais condições abrangem este volume de passageiros, estruturando características mensuráveis que influenciam diretamente no parâmetro de entrada, do qual se gera parâmetros normativos advindos do RBAC 154 (Junho, 2012) para permitir uma referência de comparação. Ao final foi possível identificar apenas 53% de todas as características físicas exigidas para os elementos da infraestrutura do lado ar do Aeroporto de Joinville devido a falta de dados.

Palavras-chave: Aeroportos. Infraestrutura. Norma RBAC 154 (Junho, 2012). Conformidade.

ABSTRACT

Airports have great strictness in control of security, which is linked to two factors: infrastructure and operation. In the case of Brazil, the supervisory agency is the National Civil Aviation Agency (ANAC), which through certifications and technical reports, grants Aerodrome operating legality. ANAC documents that define the necessary security conditions for such operations are the Brazilian Civil Aviation Regulations (RBAC), and RBAC 154 (Junho, 2012) - Aerodrome Design mandatory airfields that move a greater annual volume of one million passengers. The Joinville Airport, case study of this work, provides the scope of this volume in the short term and should be with their homologous infrastructure characteristics as required by RBAC154. In this context, the objective of this research is to diagnose the conformity of current airport infrastructure from Joinville airport to the RBAC 154 (Junho, 2012) on the condition that It move one million passengers. For this, It is found that this volume conditions include passenger structuring measurable characteristics that directly influence the input parameter, which is generated normative parameters arising from the RBAC 154 (Junho, 2012) to allow a comparison reference. At the end It was identified that the lack of data made It possible to check only 53% of all physical characteristics required for the infrastructure elements of airside Joinville Airport.

Key-words: Airports. Infrastructure. Standard RBAC 154 (Junho, 2012). Compliance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Etapas do processo de certificação de um aeródromo.	23
Figura 2: Quadro do Código de Referência do Aeródromo do RBAC 154 (Junho, 2012).	31
Figura 3: Fator de conversão de movimentação anual de passageiros para passageiros na Hora-Pico.	34
Figura 4: Tipos de faixas de aeronaves de passageiros.	35
Figura 5: Cálculo do número de posições necessárias, avaliando-se na Hora-Pico.	35
Figura 6: Índices de dimensionamento do pátio de aeronaves.	36
Figura 7: Ilustração de stopways e clearways a partir da pista de pouso e decolagem.	42
Figura 8: Fatores que influenciam no comprimento de pista necessário a decolagem.	48
Figura 9: Exemplo da tabela com as características da aeronave.	49
Figura 10: Exemplo do ábaco para determinar o comprimento requerido pela aeronave.	50
Figura 11: Critérios de irregularidade da superfície de uma pista.	53
Figura 12: Sítio aeroportuário de Joinville.	57
Figura 13: Dados básicos do Aeroporto de Joinville.	58
Figura 14: Distâncias declaradas do Aeroporto de Joinville.	63
Figura 15: Composição da frota de aeronaves de passageiros em Hora-Pico para o sistema de pátio de aeronaves.	66
Figura 16: Resumos das fases de implantação do Plano Diretor do Aeroporto de Joinville.	68
Figura 17: Características de peso para a aeronave do modelo B 737-800.	73
Figura 18: Ábaco para verificar a distância de decolagem para aeronave do modelo B 737-800, considerando pista molhada, sem ação de vento, sem declividade da pista, melhor situação de decolagem e sem ar condicionado ativado.	74
Figura 19: Análise de ACN-PCN da pista de pouso e decolagem, avaliado em 2015, para as oito aeronaves mais pesadas que o aeroporto recebe atualmente.	75
Figura 20: Distâncias declaradas segundos os parâmetros normativos.	76
Figura 21: Simulação de pátio de aeronaves com 4 posições ocupadas por 4 modelos de aeronave B 737-800 simultâneos.	77
Figura 22: Área para movimentação das aeronaves saírem do pátio.	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Disposições gerais da pista de pouso e decolagem.	38
Tabela 2: Disposições gerais sobre acostamentos.	39
Tabela 3: Disposições gerais sobre áreas de giro.	39
Tabela 4: Disposições gerais sobre faixa de pista.	40
Tabela 5: Disposições gerais sobre a RESA.	41
Tabela 6: Disposições gerais sobre zonas desimpedidas.	41
Tabela 7: Disposições gerais das zonas de parada.	43
Tabela 8: Disposições gerais sobre a área de operação de rádio-altímetro.	43
Tabela 9: Disposições gerais sobre pistas de táxi.	44
Tabela 10: Disposições gerais sobre as faixas de pista de táxi.	45
Tabela 11: Disposições gerais sobre as baías de espera.	45
Tabela 12: Disposições gerais para o pátio de aeronaves.	46
Tabela 13: Características do Aeroporto de Joinville classificadas.	59
Tabela 14: Informações técnicas das principais aeronaves recebidas pelo Aeroporto de Joinville.	65
Tabela 15: Requisitos operacionais e dimensões da aeronave de projeto.	65
Tabela 16: Interpolação linear simples entre os anos de 2014 a 2019 que estima o mix de aeronaves para 2016.	66
Tabela 17: Parâmetros normativos de referência.	69
Tabela 18: Confronto entre características físicas do Aeroporto de Joinville e àquelas previstas em norma.	78
Tabela 19: Confronto entre as características físicas do Aeroporto de Joinville e aquelas previstas em norma.	83
Tabela 20: Confronto de dados desconhecidos com parâmetros normativos.	90

LISTA DE SIGLAS

ACFAP – Airplane Characteristics For Airport Planning

ACN – Airplane Classification number

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil

APP – Área de Controle de Aproximação

ASDA – Accelerate Stop Distance Available

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CBR – California Bearing Ratio

COMAER – Comando da Aeronáutica

CRA – Código de Referência do Aeródromo

CTR – Zona de Controle

DAC – Departamento de Aviação Civil

DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo

RBAC – Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil

IATA – International Air Transport Association

ICAO – International Civil Aviation Organization

FAA – Federal Aviation Administration

IFR – Regras de Voo por Instrumento

ILS – Instrument Landing System

INFRAERO – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária

LCD – Liquid Crystal Display

LDA – Landing Distance Available

MTOW – Peso Máximo de decolagem

PAMA – Projeção Anual de Movimentações de Aeronaves

PCN – Pavement Classification Number

RESA – Áreas de Segurança de Fim de Pista

STD – Standard Day

TAMAV – Tamanho Médio de Aeronaves

TODA – Take Off Distance Available

TORA – Take Off Run Available

VFR – Regras de Voo Visual

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. AEROPORTOS	16
2.1 HISTÓRIA DA AVIAÇÃO E DOS AEROPORTOS	16
2.2 SEGURANÇA NOS AEROPORTOS	19
2.3 AGÊNCIAS REGULADORAS E FISCALIZADORAS.....	20
2.3.1 International Civil Aviation Organization - ICAO.....	21
2.3.2 Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC.....	21
3. METODOLOGIA	27
3.1. ETAPA 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	27
3.2. ETAPA 2: CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS	27
3.3. ETAPA 3: COLETA DE DADOS DO AEROPORTO DE JOINVILLE	28
3.4. ETAPA 4: CONSTRUÇÃO DOS PARÂMETROS NORMATIVOS E DEFINIÇÃO DO CENÁRIO	28
3.5. ETAPA 5: ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	29
4. SISTEMATIZAÇÃO DO RBAC 154 (JUNHO, 2012) - SUBPARTE C:	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	30
4.1. CÓDIGO DE REFERÊNCIA	31
4.1.1. Conjunto de aeronaves e Aeronave de Projeto.....	32
4.1.2. Métodos de cálculo da capacidade de aeroportos.....	32
4.2. CARACTERÍSTICAS COM CRITÉRIOS DEFINIDOS.....	37
4.2.1. Pista de pouso e decolagem.....	37
4.2.2. Acostamento de Pista de pouso e decolagem	39
4.2.3. Área de giro (Turn Around Area) de pista de pouso e decolagem	39
4.2.4. Faixas de pista de pouso e decolagem.....	40
4.2.5. Área de segurança de fim de pista (RESA).....	40
4.2.6. Zonas desimpedidas (clearways).....	41
4.2.7. Zonas de parada (Stopways)	42
4.2.8. Área de operação rádio-altímetro	43
4.2.9. Pistas de táxi.....	44
4.2.10. Faixas de pista de táxi	44
4.2.11. Baías de espera.....	45
4.2.12. Pátios de aeronaves	46
4.3. CONDIÇÕES FÍSICAS SEM PARÂMETROS DEFINIDOS	46
4.3.1. Comprimento de pista	47

4.3.2.	Resistência de pavimentos	51
4.3.3.	Qualidade da superfície	53
4.3.4.	Distâncias Declaradas	54
4.3.5.	Tamanho do pátio.....	55
5.	AEROPORTO DE JOINVILLE SOB A PERSPECTIVA DO RBAC 154 (JUNHO, 2012) –	
	SUBPARTE C	56
5.1.	AEROPORTO DE JOINVILLE	56
5.1.1.	Características gerais.....	58
5.1.2.	Características físicas atuais do aeroporto.....	59
5.2.	DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS NORMATIVOS.....	63
5.2.1.....	Código de Referência do Aeroporto de Joinville na condição de 1 milhão de passageiros	63
5.2.2.	Condições físicas com critérios definidos	68
5.2.3.	Condições físicas sem critérios definidos	72
6.	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	78
6.1.	CONFRONTO DE DADOS	78
6.2.	ANÁLISE DOS DADOS FORNECIDOS E ESTIMADOS DO AEROPORTO DE JOINVILLE.....	83
6.2.1.	Pista de pouso e decolagem.....	85
6.2.2.	Faixa de pista.....	86
6.2.3.	Área de segurança de fim de pista.....	86
6.2.4.	Zonas desimpedidas	87
6.2.5.	Zonas de parada.....	87
6.2.6.	Pistas de táxi.....	88
6.2.7.	Faixas de pista de táxi	88
6.2.8.	Baias de espera.....	88
6.2.9.	Pátio de aeronaves.....	89
6.2.10.	Resistências	89
6.3.	CONFRONTO DE DADOS DESCONHECIDOS DO AEROPORTO DE JOINVILLE COM OS PARÂMETROS NORMATIVOS	90
6.4.	AVALIAÇÃO GERAL SOBRE A CONFORMIDADE DO AEROPORTO DE JOINVILLE	
	92	
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
	REFERÊNCIAS	96

1. INTRODUÇÃO

Os aeroportos, dentre todos os tipos de terminais de transporte, possuem maior rigorosidade no controle da segurança por serem os portões de entrada de um país, região ou cidade. A International Air Transport Association (IATA, 2011), cujo objetivo é orientar as companhias aéreas para aumentar a eficiência e eficácia dos processos, relata que as experiências apontam as aeronaves em voo como os principais alvos de atos ilícitos contra a aviação civil, principalmente aquelas em serviço internacional, por isso, o controle de acesso às aeronaves em solo é primordial. Neste contexto, ressalta-se a infraestrutura como um dos elementos essenciais no controle de acesso e na segurança nos aeroportos.

A International Civil Aviation Organization (ICAO, 2011) define segurança na aviação civil como a combinação de medidas, recursos humanos e materiais destinados a proteger a aviação civil contra atos e interferências ilícitas com o objetivo de proteger os passageiros, a tripulação, as pessoas em terra, o público geral, as aeronaves, as instalações aeroportuárias e de navegação, evidenciando o papel da infraestrutura para a segurança da operação nos aeroportos.

Ashford et al. (2013) afirma que é a gestão de aeroportos que torna possível implementar ações que ofereçam alto nível de proteção aos edifícios, equipamentos e pessoas. Assim, para garantir segurança, orientar e padronizar o controle de implantação e operação dos aeroportos, surgiu em 1944 a ICAO que estabelece normas internacionais e práticas recomendadas (Standards and Recommended Practices - SARPs), tornando-se referência para as agências nacionais elaborarem regulamentos pertinentes. Entre algumas destas normas ou práticas está o manual de planejamento de aeroportos que orienta o processo de concepção dos elementos de infraestrutura existentes em um aeródromo.

Além do regulamento internacional, os aeroportos brasileiros que hoje operam em voos além dos limites nacionais devem atender ao órgão fiscalizador da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) que estabelece, desde sua origem em 2005, a partir das competências do Departamento de Aviação Civil (DAC), o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil

(RBAC) e outros documentos como resoluções, decretos e o Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica. Já os aeroportos que operam voos somente em território nacional, ficam restritos ao atendimento das normas brasileiras definidas pela ANAC.

No entanto, muitos dos aeroportos brasileiros foram concebidos em períodos anteriores ao da legislação vigente e para fins militares, apresentando outros padrões de normas daqueles propostos para a aviação civil (MEDEIROS, 2009). Por este motivo, a ANAC não obriga o cumprimento de todas as normas em todos os aeroportos brasileiros. Assim, a adesão das normativas é aplicada conforme as condições e necessidades específicas de cada aeródromo, das quais destaca-se o número de passageiros movimentados anualmente como uma condicionante, por exemplo.

A ANAC estabelece uma série de regulamentos, estando entre eles o RBAC 154 (Junho, 2012) – Projeto de Aeródromos, que estabelece os requisitos mínimos da infraestrutura para a implementação real de medidas de segurança da aviação civil, foco desta pesquisa. Este regulamento é dividido em 6 subpartes, sendo a terceira chamada Subparte C, aquela que trata especificamente das características físicas dos elementos do lado ar do aeródromo como pista de pouso e decolagem e pátio de aeronaves, por exemplo.

A aplicabilidade do RBAC 154 (Junho, 2012) incide diretamente na concepção de novos projetos de aeródromos públicos como também os existentes. Contudo, os existentes geralmente não precisam ser imediatamente modificados em acordo com as exigências deste regulamento (há casos em que a ANAC julga e pode definir um prazo específico), a menos que atinjam um volume de embarque e desembarque maior que um milhão de passageiros ao ano. Assim, obrigatoriamente a unidade aeroportuária deve enquadrar-se em outra normativa, encaminhando o processo do RBAC 139 - Certificação Operacional de Aeroportos (BRASIL, 2015c), do qual o RBAC 154 (Junho, 2012) torna-se um dos requisitos que já deve estar homologado (BRASIL, 2015a) para aquisição desta certificação.

Este parece ser o futuro próximo previsto pela Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO) para as instalações do Aeroporto de Joinville, Lauro Carneiro de Loyola. Em entrevista publicada (SILVERIA, 2015), o próprio superintendente da INFRAERO em Joinville, Rones Rubens Heidemann, relata que a expectativa é atingir o volume de um milhão de passageiros anuais até 2018. Por esta razão, o aeroporto deve se preparar para atender a nova legislação na qual pode ser submetido em breve.

Prevendo este crescimento, em 2013 foi aprovada a revisão do Plano Diretor do Aeroporto de Joinville (BRASIL, 2015d). Este documento foi dividido em três fases, das quais

na segunda consta a conclusão das obras de infraestrutura aeroportuária preparada para receber o volume de um milhão de passageiros anualmente. No entanto, ao confrontar as ações propostas na primeira fase de implementação do Plano Diretor (prevista para ocorrer de 2013 a 2015), é possível identificar defasagens de início das obras, principalmente àquelas relacionadas ao lado ar do Aeroporto de Joinville.

Assim sendo, este estudo tem como objetivo principal a verificação da conformidade das instalações do Aeroporto de Joinville com a legislação que define as características mínimas da infraestrutura do lado ar para os aeródromos públicos com volume maior que um milhão de passageiros movimentados ao ano.

Como contribuições, este trabalho contextualizará a importância da infraestrutura do lado ar para o desenvolvimento de um aeroporto, sintetizará o processo de dimensionamento dos requisitos físicos conforme o disposto na Subparte C do RBAC 154 (Junho, 2012) e contribuirá com os estudos do Plano Diretor indicando possíveis mudanças necessárias ainda não identificadas.

Para atingir estes objetivos, o trabalho está estruturado em sete capítulos. No Capítulo 1, Introdução, apresenta-se o tema geral da pesquisa envolvendo pontos relevantes como a contextualização, a importância e os objetivos deste trabalho.

O Capítulo 2, Aeroportos, aborda a importância da infraestrutura para a segurança na aviação civil, trazendo assuntos desde a origem dos aeroportos até as condições atuais.

Já o Capítulo 3, Metodologia, descreve os procedimentos que o autor utilizará para atingir o objetivo principal, incluindo a forma de leitura das tabelas geradas por esta pesquisa. No Capítulo 4, RBAC 154 (Junho, 2012) – Subparte C: características físicas, são apresentados os tópicos mais importantes que, no geral, sintetizam as considerações pertinentes para a determinação das características físicas dos elementos do lado ar.

No Capítulo 5, O Aeroporto de Joinville sob a perspectiva do RBAC 154 (Junho, 2012), demonstra as atuais condições físicas do aeroporto, traduzidas em dimensões, resistências, declividades e entre outras características a fim de compará-las com os parâmetros normativos que também será gerados neste trabalho de acordo com o cenário que envolve movimentar 1 milhão de passageiros.

Para discutir as diferenças entre as características de referência das existentes, o Capítulo 6, Análise dos resultados, trata tanto deste propósito de comparação, identificando justificativas e condições para os resultados obtidos como também levanta questões sobre as dificuldades e percepções do Autor quanto à problemática.

E por fim o Capítulo 7, Conclusões, descreve a retomada dos objetivos, se foram cumpridos ou não e o que levou aos resultados destas verificações dos objetivos, assim como também principais dificuldades encontradas neste tema e sua importância.

2. AEROPORTOS

Segundo a ANAC (BRASIL, 2015a), os aeroportos são definidos como todo aeródromo público dotado de instalações e facilidades, para apoio as aeronaves e ao embarque e desembarque de pessoas e cargas. No entanto, a IATA (2011) declara que não há uma definição para a palavra *aeroporto* e que nem mesmo a própria traz oficialmente uma aceção, pois diversos conceitos como, por exemplo, centro econômico, processo intermodal, estruturas e ações de apoio, são válidos para caracterizar aeroportos. Para fins de entendimento simplista, aeroportos se tornaram centros complexos que conectam comunidades e regiões.

Estes conceitos estão ligados à importância das estruturas aeroportuárias, que abrangem desde os aspectos econômicos de uma região, quanto os aspectos físicos urbanos, por exemplo. Para entender essa importância, é necessário conhecer o processo de evolução dos aeroportos ao longo da história, até suas concepções atuais.

Desse modo, este Capítulo apresenta brevemente a história da aviação e dos aeroportos que acarretou na necessidade de aprimoramento da segurança aeroportuária. Além disso, são descritas as funções dos principais órgãos fiscalizadores e nacionais que regulam a matéria.

2.1 HISTÓRIA DA AVIAÇÃO E DOS AEROPORTOS

A aviação pode ser considerada uma indústria relativamente nova (século XX), já que outros modais (automóveis, trens e navios) surgiram muito antes de suas modernizações no século XIX com a invenção dos motores a vapor (KERDNA, 2016). O primeiro registro de movimentação de uma aeronave em pista pode ser considerado o local onde ocorreu o primeiro voo conhecido. Segundo dados americanos, ele teria acontecido na Carolina do Norte (Estados Unidos da América, EUA) quando Orville Wright voou por 12 segundos, 37 metros de distância em sua aeronave fabricada em madeira a partir de uma faixa arenosa (HORONJEFF, 2013). Mas segundo Roper (2013), o primeiro caso considerado como voo

foi feito por Santos Dumont na França, onde ele voou na própria aeronave que criou, 14-Bis, cerca de 60 metros de distância a uma altura de 3 metros do chão.

Por volta de 1909, quando os voos se tornaram mais comuns e o número de aeronaves cresceu, é possível verificar o aumento da quantidade de aeroportos, que ainda eram localizados em campos abertos, oferecendo condições mínimas para as aeronaves pousarem, decolarem, estacionarem, abastecerem e até serem reparadas (IATA, 2011).

Com o início da Primeira Guerra Mundial (de 1914 a 1918), as aeronaves se tornaram um instrumento valioso para desempenhar papel de reconhecimento e combate. Como resultado, os aviões receberam largo investimento tecnológico, provocando um avanço nas infraestruturas relacionadas como é o caso das construções de aeroportos militares que se tornaram numerosas. Nessa fase, a infraestrutura aeroportuária ganhou uma configuração nova que continha grandes galpões (atualmente denominados hangares), dormitórios para as tropas e pilotos, depósitos de armamentos e mantimentos e espaços para atendimento médico (WELLS; YOUNG, 2004). Após a guerra, muitos destes aeroportos militares mantiveram-se operacionais e foram convertidos para uso civil, o que resultou nos primeiros núcleos do sistema do transporte aéreo (IATA, 2011).

Tratando-se do Brasil, é possível afirmar que os elementos que estimularam o advento e a prosperidade da aviação estavam relacionados à economia cafeeira, responsável pelo progresso da industrialização e pelo quadro de independência que instigou um planejamento, por parte do Governo Federal, promovendo o crescimento e evolução da infraestrutura de muitas capitais (MAGRI, 2003).

Segundo Arai (1996) apud Junior (2003, p. 5-7) depois da consolidação da aviação no cenário mundial, a história da evolução dos aeroportos pode ser dividida em três estágios: o primeiro foi fortemente marcado pela versatilidade do uso das aeronaves, que, a partir do papel de defesa aérea, adquiriu novas funções como serviço de correio aéreo em 1911 (AIR MAIL PIONEERS, 2015), como serviço de comércio aéreo legalmente em 1926 e como transporte de passageiros na década de 1930 (WELL; YOUNG, 2004). Neste período a configuração arquitetônica dos terminais aeroportuários experimentou pequenas mudanças, que conforme Teixeira (2007) “ [...] iniciaram-se a construção de hangares com maior capacidade, escritórios, postos de serviço de correio, depósitos, alfândegas e salas de espera para os primeiros passageiros [...]” (p. 34).

O segundo estágio é caracterizado pelo surgimento e aprimoramento da internacionalização, cujo período recebeu aeronaves de grande porte, tornando os aeroportos

acessíveis para o transporte de passageiros e cargas. Impulsionado pela instituição dos aviões a jato a partir de 1941 (THESE, 2013), que por sua vez permitiu a fixação das linhas aéreas e do câmbio monetário, o comércio do transporte aéreo se consolidou e acoplou uma nova configuração na infraestrutura aeroportuária para ofertar os serviços de transporte (atualmente denominado guichês das Companhias Aéreas). Com aumento da oferta outro elemento físico foi aderido com a função de auxiliar na transição do passageiro, semelhante a uma plataforma de estação metroviária (ARAI apud MAGRI, 1996), chamada sala de embarque e desembarque.

O terceiro estágio foi marcado pela humanização dos aeroportos. Conforme afirma Matuck et al (1992) “ [...] os usuários dos aeroportos e demais estações de transporte, como sempre, trataram de impor aos projetistas os espaços que eles viam necessários, em oposição aos que os teóricos de arquitetura pudessem achar mais apropriados.”. Com a concepção de teorias sobre a sociedade moderna neste período Marc Augé, etnólogo e antropólogo francês, foi um dos intelectuais que introduziu seus pensamentos sobre aeroportos com a teoria Não-lugar, que trata os espaços onde ocorrem transporte um elemento que altera a organização social-econômica-simbólica da sociedade e que, simplificando, provoca mudanças na vida cotidiana dos indivíduos (SÁ, 2013).

Estas filosofias, junto a muitos outros fatores, deram origem ao horizonte vivenciado atualmente. Pereira e Morais (2011) afirmam que “o abalo conceitual dos aeroportos da terceira geração, fez com que seus projetistas pensassem em uma receptividade simbólica ao projetá-los, para que, de alguma maneira, se tornassem um espaço referencial para a cidade contemporânea.”. Isso significa dizer que os aeroportos, além de terem as características essenciais ao conforto das pessoas, são considerados uma vertente arterial para o funcionamento das cidades e às representam.

Para Edwards (2005), toda infraestrutura aeroportuária é uma miniatura da cidade, exprime os princípios e anseios de sua população. Isso indica que o aeroporto deve fornecer a mesma sensação de bem-estar que uma sociedade organizada necessita, destacando-se a segurança como um dos pilares que a compõe.

2.2 SEGURANÇA NOS AEROPORTOS

Aerportos, assim como outros terminais de transporte, são mais vulneráveis a crimes convencionais como vandalismo, roubos, arrombamentos e invasão, e até crimes contra pessoas.

Tratando-se apenas do modal aeroviário, os atos terroristas incluem desde ataques em terminais até explosões de bombas nas aeronaves em voo que, embora ocorram fora dos domínios físicos do aeroporto, foram acessados através de suas instalações terrestres. Do mesmo modo o uso de armas de fogo e mísseis para derrubar aviões, aeronaves em voo ilícito e seu uso para atacar construções notáveis, iniciaram as preocupações com a segurança no transporte aeroviário.

Como exemplo da vulnerabilidade dos aeroportos, ocorreu em 2001, o ataque às Torres Gêmeas e ao Pentágono nos EUA, quando aeronaves foram submetidas a ataques suicidas para atingir coordenadamente estas construções. A partir deste acontecimento as instalações de segurança dos aeroportos e da aviação sofreram grandes ajustes em um curto espaço de tempo (ASFORD et al; 2013).

No início do século XXI, ficou evidente que a segurança deveria ser implementada e deveria garantir proteção continuamente contra possibilidades de ataque à aviação civil. No entanto, a ocorrência de um incidente de segurança severo é tanto imprevisível quanto um acidente de aeronaves, mas ambos têm grande potencial de causar perdas de vidas e danos à propriedade. Estes atos propositais assim como os acidentes, acarretaram em providências implementadas nos aeroportos para garantir a segurança. Nesse contexto, a gestão de aeroportos deve tomar medidas que garantam segurança para proteger os equipamentos e as construções (HORONJEFF et al. , 2013). Tais medidas residem sobre dois componentes principais dos aeroportos, operação e infraestrutura.

Quando um aeroporto é projetado, seus parâmetros de dimensionamento envolvem, por exemplo, a distância mínima entre aeronaves estacionadas simultaneamente, o número de aeronaves estacionadas, as dimensões da maior aeronave que o aeroporto pode receber (também denominado aeronave crítica de projeto), entre outras prescritas pela ICAO (1987).

Outro fator importante é reservar espaços para expansão do aeroporto. Como o espaço físico é projetado para uma situação crítica que está vinculada à segurança, ao ultrapassar os parâmetros físicos de projeto, a estrutura entra em uma zona onde, por conta própria, não garante o nível de segurança. Para auxiliar esta infraestrutura, surgem as

melhorias nas operações convencionais, que tem a função de otimizar os processos que ocorrem dentro do espaço físico com um nível de segurança aceitável (HORONJEFF, 2013). Com o passar dos anos, a operação atinge um ponto de saturação, onde se torna necessário uma intervenção na infraestrutura.

O Plano Diretor dos aeroportos traz a ideia de resolver os problemas advindos da necessidade do crescimento da infraestrutura devido ao aumento da demanda, por isso, fornece suporte, coordenado e previsível, para as ampliações e modernizações. O objetivo do Plano Diretor é prover diretrizes para o desenvolvimento ao longo do tempo, ao passo que, tanto satisfaça a demanda da aviação, viabilize investimentos financeiros, seja compatível com o ambiente, com o desenvolvimento da comunidade e com a integração com outros modais de transporte, os quais também devem contemplar a segurança operacional (COMAER, 2004).

Ao mesmo tempo, o Plano Diretor deve estar em consonância com os regulamentos de segurança, operação e infraestrutura definidos pelas agências nacionais e internacionais, que têm o papel de facilitar a comunicação entre aeroportos através de características e processos padrões.

2.3 AGÊNCIAS REGULADORAS E FISCALIZADORAS

A partir de 1834, na Inglaterra, documentos históricos relatam a criação dos primeiros entes autônomos concebidos pelo Parlamento para efetivar os requisitos previstos em lei e para decidir sobre problemas de subjetividade desses textos. Em 1887, a ideia das agências reguladoras, de modo geral, disseminou-se pelo mundo. Quase 100 anos depois, em 1985, Grotti (2006) afirma que se iniciou o processo que continua até atualmente, da consolidação do modelo de regulamentos independente das influências de agentes privados com grande poder econômico.

Na área do transporte aéreo, as regulamentações para aviação civil são consideradas recentes quando comparadas aos primeiro tipos de agências reguladoras. Asford et al. (2013) relatam que o primeiro evento promovido para tratar o tema foi a Convenção de Navegação Aérea de Paris em 1919. Em 1944, através da Convenção de Chicago, surgiu a ICAO. A partir desse período, aconteceram diversas e importantes convenções e simultaneamente a criação de agências nacionais em cada país do mundo. Entre elas, para este trabalho destacam-se o ICAO e ANAC, abordadas nos tópicos seguintes.

2.3.1 International Civil Aviation Organization - ICAO

Segundo Ashford et al. (2013), o surgimento da ICAO em 1944 superou qualquer convenção ou evento relacionado à aviação até então. A organização serve, desde o seu surgimento, como referência para elaboração, fiscalização e aprovação de normas aeroportuárias além de fornecer documentos com práticas recomendadas. Entre as suas publicações, destaca-se duas consideradas mais relevantes e reconhecidas para este estudo: o Anexo 17, que traz a aplicabilidade de padrões e recomendações práticas para garantir a segurança da aviação civil, e o Manual de Segurança contra atos de interferências ilícitas.

O Anexo 17 do documento gerado pela Convenção de Chicago em 1944, trata a relação da organização nacional com a segurança da aviação civil, dos requerimentos necessários para cada aeroporto administrar o próprio programa de segurança, da autoridade responsável por cada aeroporto e dos requerimentos da configuração arquitetônica para a segurança aeroportuária.

Já o Manual de Segurança fornece Estatutos que orientam o desenvolvimento e a implementação que deve ocorrer nacionalmente através do Programa de Segurança para Aeroportos de Aviação Civil que visa promover a segurança da aviação global através de auditorias do Governo para verificar as condições de implementação dos padrões de segurança da ICAO.

O papel da ICAO é fiscalizar a implementação das normas por ela estabelecidas e prestar serviços de consultorias em diversos ramos, como na assistência na revisão da estrutura e organização das instituições nacionais de aviação civil, na atualização da infraestrutura e serviços de aeroportos, na proteção ao meio ambiente, na facilitação e transferência de tecnologia e na capacitação, além de apoiar medidas corretivas decorrentes do Programa de Segurança (ICAO, 2015).

2.3.2 Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC

A ANAC exerce o papel fundamental de promover a segurança da aviação civil, mas também estimula a concorrência e as melhorias na prestação de serviço. A atuação de suas normativas visa garantir a segurança por meio de padrões (BRASIL, 2015a), e aplicando-os, geram-se facilidades nas comunicações entre aeroportos como saber que tamanhos de aeronaves um aeroporto pode receber, por exemplo. Desta forma, sua existência é essencial

para garantir o desenvolvimento do transporte aéreo, proporcionando a sociedade brasileira uma viagem com qualidade, segurança, menores preços e maior flexibilidade.

A ANAC tem as seguintes características e atribuições:

[...] vinculada à Secretaria de Aviação Civil da Presidência da República, é uma autarquia especial, caracterizada por independência administrativa, autonomia financeira, ausência de subordinação hierárquica e mandato fixo de seus dirigentes, que atuam em regime de colegiado. Tem como atribuições regular e fiscalizar as atividades de aviação civil e de infraestrutura aeronáutica e aeroportuária. Para tal, o órgão deve observar e implementar as orientações, diretrizes e políticas estabelecidas pelo governo federal, adotando as medidas necessárias ao atendimento do interesse público e ao desenvolvimento da aviação (BRASIL, 2015a).

Esse órgão trabalha com duas vertentes de regulamentação: normas técnicas e normas econômicas, as quais todas estão baseadas nos preceitos das instituições e organizações internacionais de aviação das quais o Brasil é signatário. A regulamentação técnica (RBAC) é majoritária na agência e procura principalmente garantir a segurança dos passageiros e clientes da aviação civil, por meio de documentos que discorrem a respeito de certificação e fiscalização deste comércio, pois há necessidade de garantir rígidos requisitos de segurança e treinamento da mão de obra. No entanto, as normas econômicas visam o monitoramento e intervenções no mercado, quando necessárias, para otimizar a situação. Tais ações são efetuadas por meio de emissão de regulamentos (BRASIL, 2015a).

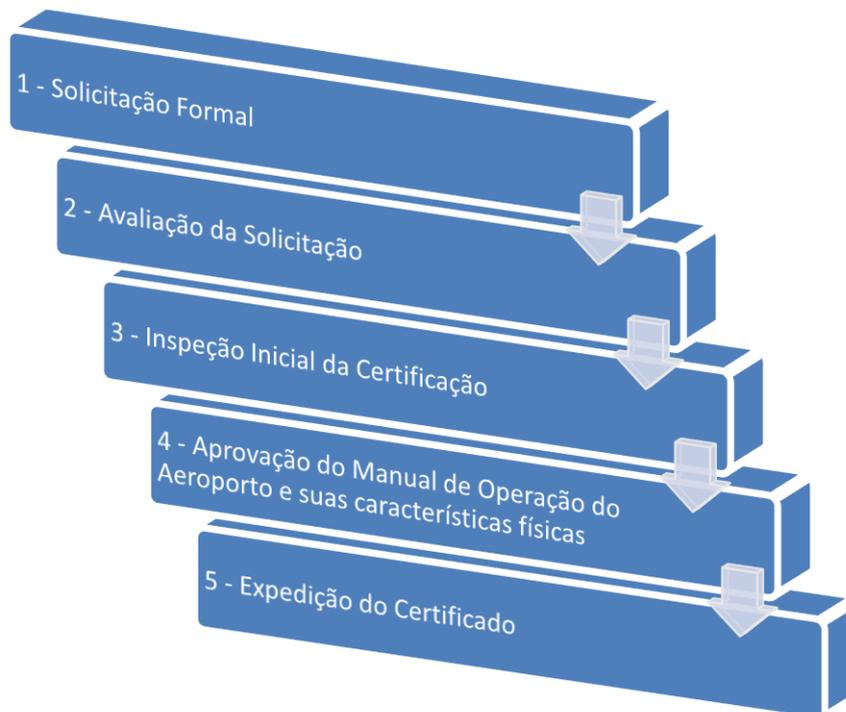
Segunda consta a ANAC, há aproximadamente 40 RBAC disponíveis atualmente, mas ainda surgirão outros gradativamente até substituir totalmente todas as normas, regulamentos e regras aplicadas pela vigência anterior ao surgimento da ANAC. Estes RBAC visam padronizar procedimentos, equipamentos e instalações aeroportuárias com foco na segurança e, entre eles, está o RBAC 139 que certifica a operacionalidade de um aeroporto e é obrigatória para aeródromos públicos que tenham embarcado ou desembarcado mais de um milhão de passageiros no ano anterior ao corrente. A certificação somente é concedida desde que o aeródromo esteja enquadrado obrigatoriamente em requisitos que serão apresentados no próximo tópico, os quais destaca-se os aeródromos que tenham as características físicas homologadas conforme disposto no RBAC 154 (Junho, 2012).

a) RBAC 139 – Certificação Operacional de Aeroportos

Este regulamento estabelece os requisitos e parâmetros de procedimentos que os operadores de aeródromos devem se atentar a fim de garantir a segurança das operações aeroportuárias. A certificação é obrigatória para aeroportos que atingirem volume maior de um milhão de passageiro ao ano, tanto embarcados como desembarcados, não sendo obrigatórios para aeroportos privados (BRASIL, 2015c).

Averiguada a situação de exigibilidade do Certificado, o operador do aeródromo deverá iniciar o processo administrativo, com intuito de adquirir o documento, até o último dia útil do ano do qual atingir este volume e deverá finalizar tal procedimento em até vinte e quatro meses (BRASIL, 2015c), ou seja, deve-se encaminhar o pedido do Certificado no ano que atingir 1 milhão de volume de passageiros e então, tem-se o prazo de 24 meses para encerrá-lo. O processo inteiro desse atestado está demonstrado na Figura 1.

Figura 1: Etapas do processo de certificação de um aeródromo.



Fonte: do Autor (2015).

Um Certificado Operacional de Aeroporto somente é concedido, além de sua exigibilidade do aeródromo público que atingir 1 milhão de passageiros movimentados anualmente, quando (BRASIL, 2015c):

- Tenha suas características físicas homologadas conforme disposto na RBAC 154 (Junho, 2012) (tratado no Capítulo 4);
- Após satisfeitas as exigências deste regulamento e a aprovação do respectivo Manual de Operação de Aeroportos (MOPS);
- tenha acatado aos requisitos segundo disposto no RBAC 153;
- O atestado é concedido sem validade definida, a título precário;
- Poderá ser emitido um certificado provisório para adequação com validade de doze meses que não poderá ter renovação;
- A não aprovação do Certificado Operacional Provisório limita a quantidade de passageiros processados pelo aeródromo até a classificação classe III, conforme dispostos no RBAC 153;
- Em caso de aprovação, haverá inspeções periódicas;
- Havendo identificação de inconformidade nas inspeções, haverá um prazo para cumprimento, sujeito ao cancelamento da certificação e aplicação de penalidades;
- Quando um aeródromo não se enquadra no RBAC 154 (Junho, 2012), pode ser apresentado um Estudo Aeronáutico que indique procedimentos que garantam nível de segurança operacional equivalente ao que seria assegurado por aquelas normas ou procedimentos.

Neste contexto, torna-se necessário conhecer o RBAC 154 (Junho, 2012) para identificar sua aplicabilidade e sua procedência na identificação dos requisitos mínimos exigidos dos aeródromos.

b) RBAC 154 (Junho, 2012) – Projeto de Aeródromos

Este regulamento foi elaborado com base nas normas do Anexo 14, Volume 1 – Aeródromos, regido pela ICAO e na Convenção de Aviação Civil Internacional. Dispõe, basicamente, de regras e requisitos mínimos que devem ser adotados no projeto de aeródromos públicos. As instalações já existentes não precisam ser imediatamente modificadas a não ser que a ANAC julgue necessário. Segundo ela estão isentos desta certificação os aeródromos privados e aqueles com volume de tráfego inferior a um milhão de passageiros em um ano.

Tendo em vista que o objetivo desta norma é levantar os dados que representam a infraestrutura do aeródromo e verificar se as condições mínimas estão sendo respeitadas, este regulamento está dividido em seis subpartes.

A primeira, Subparte A - Geral, apresenta uma discussão generalizada sobre o RBAC 154 (Junho, 2012) através de tópicos como aplicabilidade, objetivo, siglas e entre outros, mas também inicia o processo de dimensionamento através do Código de Referência do Aeródromo (CRA) que delimita grande parte das características físicas dos elementos do lado ar. A segunda, Subparte B – Dados do aeródromo, descreve-se a relação de dados do aeródromo que devem ser apresentados assim como suas condicionantes. Na terceira, Subparte C – Características físicas, descreve-se todas as características físicas mínimas e quantitativas exigidas para cada elemento do lado ar, de acordo com o CRA do aeródromo, e as considerações para as características qualitativas como qualidade da superfície, resistência e de existência. A quarta, Subparte D – Auxílios visuais para navegação, descreve todos os indicadores e dispositivos de sinalização utilizados em um aeródromo, envolvendo sinalizações horizontais, luzes, sinalização vertical e balizas. Na quinta, Subparte E – Auxílios visuais para indicar área de uso restrito, relata a aplicação e as características de um sinalização que deve informar quando não usar ou limitar o acesso a algum elemento (pistas de taxi, pátio, pistas de rolamento, entre outras). E por fim a última, Subparte F – Sistemas elétricos, trata de considerações gerais para os sistemas de suprimento de energia elétrica para facilidades de navegação aérea, no projeto de sistemas elétricos e no monitoramento.

Além das subpartes o regulamento conta com oito apêndices que fornecem informações adicionais, explicativas, de orientação e até determinantes, que dinamizam o levantamento de dados de acordo com classificações, códigos, intervalos, características e entre outros. Abaixo estão listados cada apêndice e sua intuição:

- Apêndice A - Cores para luzes aeronáuticas de superfície, sinalizações horizontais, sinalizações verticais e painéis;
- Apêndice B - Características das luzes aeronáuticas de superfície;
- Apêndice C – Sinalizações horizontais de instrução obrigatória e de informação;
- Apêndice D – Requisitos relativos ao projeto de sinalizações verticais de orientação para táxi;
- Apêndice E – Requisitos de qualidade de dados aeronáuticos;
- Apêndice F – Localização de luzes em obstáculos;

- Apêndice G – Material de orientação complementar ao RBAC 154 (Junho, 2012);
- Apêndice H – Código de referência do aeródromo para diversas aeronaves.

Com o fornecimento de todos estes Apêndices juntamente a todas as Subpartes, o RBAC 154 (Junho, 2012) abrange a regulamentação de dimensões, recuos e localização de elementos que são considerados importantes para a operação do aeródromo como sinalizações e características físicas, por exemplo. Destacando que este trabalho utiliza apenas o contexto desta norma relacionado às características físicas, para atingir este objetivo, o próximo Capítulo estabelece etapas que permitem sintetizar os procedimentos necessários para atingir a proposta de verificar a conformidade das características físicas do Aeroporto de Joinville com as características físicas referenciais identificadas na norma.

3. METODOLOGIA

De acordo com a descrição feita por Venturi (2011), este trabalho se classifica como pesquisa documental e estudo de caso, pois empregará um método analítico da situação física atual do Aeroporto de Joinville, e posteriormente, será aplicado método comparativo com as condições referenciais previstas no RBAC-154. Para desenvolver tal proposta, este Capítulo aborda a forma em que este trabalho está estruturado, indicando as principais etapas e suas respectivas importâncias para a construção dos resultados.

A estrutura proposta conta com seis etapas, sendo elas: a) Etapa 1: fundamentação teórica, b) Etapa 2: classificação dos dados, c) Etapa 3: coleta de dados do Aeroporto de Joinville, e) construção dos dados normativos, f) análise dos resultados e considerações finais.

3.1. ETAPA 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica aplicada neste tem como objetivo, contextualizar a importância das normativas de infraestrutura aeroportuária que garantem a segurança de pessoas, equipamentos e edificações assim como prover conhecimento sobre a Subparte C do RBAC 154 (Junho, 2012).

Entre os temas abordados estão o histórico de surgimento dos aeroportos e suas evoluções na estrutura física ao longo dos anos, as consequências destas evoluções e as atribuições das agências reguladoras.

Tratando-se sobre a norma, o objetivo é esclarecer todas as características físicas exigidas por ela para os elementos da infraestrutura aeroportuária do lado ar, relatar as condições que as governam e identificar o processo de obtenção dos dados.

3.2. ETAPA 2: CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS

A classificação dos dados indica a forma de obtenção de cada dado com o propósito de embasar a discussão na análise de resultados.

A classificação da forma de obtenção dos dados está estabelecida em três tipos:

1. Dados fornecidos: são dados que foram adquiridos através dos órgãos responsáveis (ANAC e Infraero), podendo ser via contato direto, disponibilizados no website oficial do órgão, entre outros (cor verde);
2. Dados estimados: condiz com os dados que foram extraídos através de imagens de satélite disponíveis (cor amarela);
3. Dados desconhecidos: são dados que, se existem, não estão disponíveis ao público por serem sigilosos, ou não foram levantados pelos órgãos responsáveis, ou ainda, não foram informados a tempo da conclusão deste trabalho (cor vermelha);

3.3. ETAPA 3: COLETA DE DADOS DO AEROPORTO DE JOINVILLE

A aquisição dos dados do Aeroporto de Joinville, retratada no item 5.1, tem por objetivo propor uma base de informações que possibilite a comparação com os dados normativos.

Grande parte dos dados foram obtidos do documento Plano Diretor do Aeroporto de Joinville que relata suas condições físicas em 2010 para comparar com as proposições feitas para uma nova infraestrutura aeroportuária implantada em etapas até 2030. Além do Plano diretor, a base de dados conta com informações repassadas diretamente pela equipe da Infraero de Joinville e com dados estimados através de imagens de satélite.

A estrutura proposta para a coleta de dados detém dois arranjos de características, àquelas ligadas intimamente ao contexto da Subparte C que fornece a base para fazer a comparação e àquelas necessárias para a construção dos dados normativos, as quais possuem um caráter de informações básicas do aeródromo com a proposta de, tanto assessorar a geração de dados normativos como enriquecer a descrição do Aeroporto de Joinville.

3.4. ETAPA 4: CONSTRUÇÃO DOS PARÂMETROS NORMATIVOS E DEFINIÇÃO DO CENÁRIO

Os parâmetros normativos são extraídos a partir do dimensionamento do RBAC 154 (Junho, 2012) e tem como objetivo propor uma base de dados considerados referenciais para comparar com os dados existentes do Aeroporto de Joinville.

A organização desta etapa conta inicialmente com a construção e verificação do cenário que envolve a problemática do tema principal deste trabalho, visando identificar em qual dos principais elementos de infraestrutura aeroportuária está o gargalo de capacidade de movimentação de passageiros. Esta identificação é feita a partir do cálculo de capacidade do Aeroporto de Joinville no intuito de legitimar se o aeroporto necessita receber aeronaves maiores ou não.

A confirmação da necessidade de receber aeronaves maiores impacta diretamente na definição da aeronave de projeto, da qual esta é definida através da análise das principais aeronaves que o aeroporto recebe, formando assim, o segundo tema tratado na construção dos dados normativos.

Com a aeronave de projeto definida, parte-se para a geração do Código de Referência do Aeródromo, terceiro tema tratado, com o objetivo definir o código alfanumérico que dará procedência para o dimensionamento dos dados normativos na Subparte C.

A geração dos dados em si, divide-se em dois tipos: àqueles que seguem o Código de Referência e àqueles que não seguem. As características físicas que não seguem o Código possuem um caráter de notificação, contendo apenas uma descrição superficial de alguns pontos importantes para dar conhecimento sobre a característica. Assim, estas informações foram construídas a partir de métodos consagrados no meio de projetos de aeródromos através de consultas na rede. Já aqueles que seguem o Código são simplesmente designados de acordo com o intervalo de dados que o Código posiciona.

3.5. ETAPA 5: ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados é feita com base na tabela que compara os dados existentes com os dados normativos. Neste tópico, retratam-se as principais notificações e problemáticas referentes a cada elemento do lado ar da infraestrutura aeroportuária, com a exposição de argumentos pertinentes às deficiências e às qualidades identificadas no Aeroporto de Joinville.

As considerações finais tratam principalmente das conclusões da resolução da problemática proposta, identificando se houve uma contribuição de informações ou não para o Aeroporto de Joinville.

4. SISTEMATIZAÇÃO DO RBAC 154 (JUNHO, 2012) - SUBPARTE C: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Este Capítulo apresenta a sistematização do dimensionamento e caracterização dos elementos descritos na Subparte C do RBAC 154 (Junho, 2012) que fazem parte do lado ar de um aeroporto, envolvendo tanto propriedades quantitativas quanto qualitativas.

No total, o regulamento classifica 14 elementos para esta subparte, que neste trabalho estão assim organizados: a) pistas de pouso e decolagem, b) acostamentos de pista de pouso e decolagem, c) área de giro de pista de pouso e decolagem, d) faixas de pista de pouso e decolagem, e) áreas de segurança de fim de pista (RESA), f) zonas desimpedidas (clearways), g) zonas de parada (stopways), h) área de operação de rádio-altímetro, i) pistas de táxi e acostamentos de pistas de táxi, j) faixas de pista de táxi, k) baías de espera, posições de espera de pista de pouso e decolagem, posições intermediárias de espera e posições de espera em vias de serviço e l) pátios de aeronaves e posição isolada de estacionamento de aeronave e em apenas um tópico envolve os elementos.

Além das orientações descritas na Subparte C do regulamento, este Capítulo envolve as determinações que constam no apêndice G que complementa vigorosamente com determinações e informações necessárias para algum processo de escolha entre os intervalos propostos pela norma, conforme o CRA do aeródromo. Desta forma, sempre que uma informação da subparte C apresenta alguma incerteza em sua determinação, o apêndice G é referenciado para auxiliar nesta decisão.

A sistematização aponta as características de cada elemento da Subparte C divididas em dois grupos de parâmetros, aqueles que possuem critérios definidos na norma para escolha dos parâmetros e aqueles que a norma não define os critérios, necessitando de métodos complementares para gerarem parâmetros de comparação.

Para o entendimento dos parâmetros é apresentado primeiramente o Código de Referência do Aeródromo (CRA) que serve como referência para a tomada de decisão ao se analisar os critérios para cada característica dos elementos.

4.1. CÓDIGO DE REFERÊNCIA

O Código de Referência do Aeródromo tem o propósito de oferecer um método simples para relacionadas diversas especificações as características dos aeródromos, fornecendo uma série de facilidades adequadas às aeronaves que irão operar nele.

O código é estruturado em duas partes, representado por um número e uma letra, ambos relacionados às características de desempenho e dimensões das aeronaves.

O número representa o maior comprimento básico requerido pela aeronave entre o conjunto de aeronaves que o aeroporto recebe enquanto que a letra refere-se às dimensões da aeronave, especificamente falando da envergadura e da distância entre as rodas (bordas externas) externas do trem de pouso principal.

Embora estas duas dimensões estejam relacionadas em um mesmo nível de código, sua avaliação deve ser particular, de modo que a definição final da letra do código seja escolhida pela maior exigência dentre as aeronaves, ou seja, a letra deve ser escolhida pelo maior intervalo entre as duas dimensões da aeronave avaliadas. A Figura 2 traz o quadro do Código de Referência do Aeródromo disposto no RBAC 154 (Junho, 2012).

Figura 2: Quadro do Código de Referência do Aeródromo do RBAC 154 (Junho, 2012).

Elemento 1 do Código			Elemento 2 do Código	
Número do código	Comprimento básico de pista requerido pela aeronave	Letra do código	Envergadura	Distância entre as rodas externas do trem de pouso principal ^a
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Inferior a 800 m.	A	Inferior a 15 m.	Inferior a 4,5 m.
2	De 800 m a 1200 m exclusive.	B	De 15 m a 24 m exclusive.	De 4,5 m a 6 m exclusive.
3	De 1200 m a 1800 m exclusive.	C	De 24 m a 36 m exclusive.	De 6 m a 9 m exclusive.
4	1800 m e acima.	D	De 36 m a 52 m exclusive.	De 9 m a 14 m exclusive.
		E	De 52 m a 65 m Exclusive.	De 9 m a 14 m exclusive.
		F	De 65 m a 80 m exclusive.	De 14 m a 16 m exclusive.

^a. Distância entre as bordas externas das rodas do trem de pouso principal.

Fonte: RBAC 154 (Junho, 2012) (BRASIL, 2015b).

A definição do Código de Referência relaciona características físicas de aeronaves que formam o conceito de Aeronave de Projeto, que representa as maiores características das aeronaves que o aeroporto poderá operar. Assim, para a definição da Aeronave de Projeto, deve-se conhecer o conjunto de aeronaves que operam no aeroporto avaliado.

4.1.1. Conjunto de aeronaves e Aeronave de Projeto

A Aeronave de Projeto combina as maiores características físicas dos modelos de aeronaves que o aeródromo recebe, ou seja, é uma aeronave fictícia que combina as maiores dimensões de envergadura ou distância entre as rodas externas do trem de pouso principal, por exemplo.

O conjunto de aeronaves que o aeroporto recebe depende, na maioria das vezes, das limitações físicas da infraestrutura aeroportuária (OLIVERIA, 2008), as quais restringem o maior porte de aeronave aceitável por não conseguirem garantir a segurança de aeronaves dentro do aeródromo. Esta limitação do porte das aeronaves influencia diretamente no potencial de movimentar um determinado volume de passageiros que, geralmente, é avaliado no período de um ano. Conforme a pesquisa do Banco Nacional do Desenvolvimento – BNDES (MCKINSEY&COMPANY, 2016) este potencial de movimentação de passageiros pode ser usado para indicar uma forma de medir a capacidade do aeroporto.

Como a infraestrutura aeroportuária limita o recebimento de modelos de aeronaves e estes modelos influenciam diretamente na capacidade de um aeroporto em movimentar uma quantidade de passageiros, no Capítulo 5 é feita a verificação do Aeroporto de Joinville analisando se, com sua infraestrutura física do lado ar, é possível movimentar 1 milhão de passageiros. Os resultados obtidos desta análise podem implicar na necessidade de extrapolar o recebimento de uma aeronave com o porte maior que os recebidos, o que alteraria o CRA que dimensiona os parâmetros referenciais do RBAC 154 (Junho, 2012) na condição de um milhão de passageiros movimentados. Por esta razão, a análise de capacidade do aeroporto é imprescindível.

4.1.2. Métodos de cálculo da capacidade de aeroportos

A INFRAERO (2016) define a capacidade aeroportuária como:

A capacidade aeroportuária é o volume de unidades ou eventos que podem ser atendidos por um período de tempo. No ambiente aeroportuário os atendimentos são voltados a passageiros, bagagens, mala postal, cargas e aeronaves, e são medidas por hora, caracterizando o fluxo de aceitação de tráfego com segurança e conforto adequados para a infraestrutura e serviços disponíveis nos aeroportos. Outra forma bastante usual de divulgação de capacidade é pelos volumes anuais – que dependem do perfil de utilização e sazonalidade de tráfegos. De qualquer forma são parâmetros comuns na gestão aeroportuária e que não devem ser usados para inferir condições inseguras de fluxo mesmo que se tenha ultrapassado algum valor de referência.

A capacidade de movimentação de passageiros, relacionada a infraestrutura física, varia com muitos fatores, mas segundo o BNDES (MCKINSEY&COMPANY, 2016), quando relacionado ao lado ar, os fatores se referem principalmente a dois grupos, sendo eles: a capacidade de movimentação de aeronaves no sistema de pátio e a capacidade de operação de aeronaves do sistema de pista de pouso e decolagem.

A abordagem para o lado ar, segundo Medau (2011) define a capacidade de um aeroporto como o número máximo de aeronaves que podem operar em um dado período, sendo que esta capacidade deve ser o menor resultado obtido a partir da avaliação dos elementos e suas capacidades como para a pista de pouso, pistas de táxi, para as posições de estacionamento e para o espaço aéreo, aonde chegam e saem as aeronaves.

Existem diversos métodos para calcular tais capacidades como o método proposto pela FAA, o método utilizado pela INFRAERO e ainda, o método do Comando Brasileiro da Aeronáutica que englobam basicamente a relação de área necessária para um dado volume de passageiros em uma Hora-Pico e número de aeronaves, considerando uma análise estática dos objetos e pessoas (YUGUE, 2013). Neste trabalho é utilizado como referência o método da FAA em composição com o método da INFRAERO.

a) Capacidade do Pátio de aeronaves

O cálculo inicia com a determinação de passageiros na Hora-Pico, que é resultado da multiplicação entre o volume anual de passageiros movimentados e um fator de conversão específico para cada intervalo de volume anual de passageiros, conforme a Figura 3.

Figura 3: Fator de conversão de movimentação anual de passageiros para passageiros na Hora-Pico.

Pax/Ano	Fator de Conversão (%)
> 30.000.000	0,035
30.000.000	0,040
20.000.000	0,045
10.000.000	0,050
1.000.000	0,080
500.000	0,130
100.000	0,200

Fonte: FAA apud Barbosa (2011).

Com a quantidade de passageiros na Hora-Pico determinada, a continuação do cálculo envolve a determinação do número de aeronaves na Hora-Pico que devem acomodar esta quantidade de passageiros identificada. Esse cálculo é feito de acordo com a Equação 1 que depende do número de passageiros na Hora-Pico, mix de aeronave na Hora-Pico (TAMAV) e de um fator de ocupação dos assentos das aeronaves (BARBOSA, 2011).

Equação 1 – Cálculo do número de aeronaves na Hora-Pico.

$$\text{N}^\circ \text{ aeronaves} = \text{N}^\circ \text{ passageiros Hora Pico} / (\text{TAMAV} \times 0,85)$$

Fonte: Barbosa (2011).

Quanto ao fator de ocupação dos assentos, Horonjeff (2013) recomenda que seja considerado apenas 85% de ocupação das médias dos assentos ocupados como forma se manter conservador no cálculo.

O mix de aeronaves representa uma quantidade média de assentos calculada através da média ponderada de assentos, onde a ponderação é feita com base no porte da aeronave. Adaptando esta incógnita, a Infraero representa como Tamanho médio de Aeronave (TAMAV), que é calculado pela média ponderada da média de assentos ocupados por faixa de aeronave (Figura 4) utilizando-se as frequências de ocupação por faixa de aeronave como ponderação (YUGUE, 2013).

Figura 4: Tipos de faixas de aeronaves de passageiros.

Aeronaves de Passageiros		
	Média de Assentos	Faixa de Assentos
Faixa 1	15	Entre 8 e 18
Faixa 2	25	Entre 19 e 30
Faixa 3	45	Entre 31 e 60
Faixa 4	100	Entre 61 e 130
Faixa 5	135	Entre 131 e 180
Faixa 6	210	Entre 181 e 260
Faixa 7	350	Entre 261 e 450
Faixa 8	Acima de 450	

Fonte: Plano Diretor do Aeroporto Lauro Carneiro de Loyola (2013).

A última parte do cálculo envolve o número de posições necessárias para o número de aeronaves na Hora-Pico calculado anteriormente. Utilizando a abordagem de Horonjeff (2013) a Figura 5 representa como esta incógnita é calculada, considerando que as posições de estacionamento sejam compartilhadas por aeronaves no período de Hora-Pico.

Figura 5: Cálculo do número de posições necessárias, avaliando-se na Hora-Pico.

Horonjeff (USA)					
		$n = \frac{v \cdot t}{u}$			
v = Design Hour Volume for Arrivals and Departures (aircraft/hour)					
t = Weighted Mean Stand Occupancy (hour)					
u = Utilization Factor (0,6 to 0,8 where gates are shared)					
v	t	u	\Rightarrow <table border="1"> <tr> <td>n</td> </tr> <tr> <td>6</td> </tr> </table>	n	6
n					
6					
9	0,5	0,8			

Fonte: Universidade de São Paulo (2016).

Para a abordagem de Horonjeff, ele considera “t” e “u” (Figura 5) constante conforme os valores na Figura 5, mudando somente o valor de v, número de aeronaves na Hora-Pico, como parâmetro de entrada.

Além dos métodos apresentados, é possível verificar a capacidade a partir do número de posições de estacionamento de aeronaves no pátio, conforme mostra Albuquerque (2005). A análise da capacidade de operação do pátio de aeronaves é utilizando-se o modelo do Manual de Critérios e Condicionantes de Planejamento Aeroportuário da INFRAERO. Para

fazer a verificação do pátio de aeronaves, o cálculo consiste na identificação do número de passageiros estimado por posição de estacionamento das aeronaves de acordo com o intervalo de TAMAV no qual o aeroporto verificado está (ALBUQUERQUE, 2005), conforme a Figura 6.

Para os estudos de ampliação de um aeroporto várias condições são aplicadas para determinação do objetivo final, representado pelo documento chamado Plano Diretor, seja maiores instalações aeroportuárias, a inclusão de novas operações ou operações ainda mais complexas. Este documento é projetado para atingir seu desenvolvimento final até uma data específica, estipulada a partir dos estudos de previsão de demanda, nos quais um deles se mostra na projeção do mix de aeronave ao longo dos anos até a data final de implantação.

Figura 6: Índices de dimensionamento do pátio de aeronaves.

Categoria	Faixa de TAMAV	Pax/ano/posição
R1	12 a 25	70.000
R2	25 a 30	100.000
R3	35 a 60	130.000
A1	90 a 130	200.000
A2	130 a 170	250.000
A3	170 a 300	300.000
A4	300 a 450	400.000
A5	acima de 450	500.000

Fonte: Albuquerque (2005, p.13).

Sabendo a quantidade de posições que o aeroporto a ser verificado detém, efetua-se a multiplicação do número de posições de estacionamento de aeronaves pela quantidade de passageiros identificada de acordo com TAMAV do aeroporto, resultando em um volume de passageiros que representa a capacidade do pátio de aeronaves.

b) Capacidade da pista de pouso e decolagem

A pista de pouso e decolagem tem sua capacidade analisada a partir do número máximo de movimentações com uma combinação de aeronaves pousando e decolando, em condições definidas, para períodos de tempo especificados (BRASIL, 2016c).

Esta capacidade é afetada por fatores como as distâncias mínimas entre aeronaves, a configuração das pistas de pouso, as condições meteorológicas, o mix de aeronaves, as ferramentas de apoio ao sistema, localização e tipos de pistas de táxi e de saída rápida, fatores de ruído e fatores humanos.

No Brasil, o método de cálculo de capacidade (YUGUE, 2013) de pista tem as seguintes considerações:

- Ocorre uma decolagem entre dois pousos consecutivos;
- Há separações mínimas, conforme previstas na ICA 100-12;
- O intervalo de tempo é de 60 minutos em função do tempo médio de ocupação de pista.

O cálculo consiste na divisão do período de uma hora pelo tempo médio de ocupação de pista de todas as aeronaves, calculado pela média ponderada do tempo de ocupação de pista por faixa de aeronave, onde a ponderação é feita com base no mix de aeronaves. O resultado é o número de movimentações no período de uma hora.

4.2. CARACTERÍSTICAS COM CRITÉRIOS DEFINIDOS

Este tópico refere-se ao levantamento das características de cada elemento da infraestrutura aeroportuária do lado ar que são avaliados na Subparte C.

Para demonstrar quais características que devem ser conhecidas de cada elemento, o conteúdo da norma está sistematizado em tabelas padrões que reúnem as características com suas condicionantes e como as condicionantes são avaliadas a fim de determinar um parâmetro normativo, todos relacionados a um elemento da infraestrutura.

4.2.1. Pista de pouso e decolagem

Este tópico trata a respeito de fatores físicos da pista aonde as aeronaves pousam ou decolam, relatando como se calcula ou determina as condições físicas dos seguintes itens:

número e orientação de pista(s), localização da cabeceira, comprimento real, largura, distância mínima entre pistas, declividade longitudinal e transversal, resistência ao tráfego e qualidade da superfície (BRASIL, 2015b). A Tabela 1 foi elaborada conforme a RBAC-154 e traz detalhadamente os fatores que condicionam cada requisito físico citado anteriormente.

Tabela 1: Disposições gerais da pista de pouso e decolagem.

Pista de pouso e decolagem		
Características físicas	Condicionantes	Caraterização
Número e orientação de pistas	Fator de utilização	Pela distribuição do vento local
	Alinhamento	Tipo de operação
		Condições climatológicas
		Topografia/ vizinhança
Localização da cabeceira	Superfície de aproximação	Livre ou não de obstáculos
	Superfície de decolagem	Livre ou não de obstáculos
Largura	Código de Referência do Aeródromo	
Distância mínima entre pistas de pouso e decolagem	Tipo de operação	Operação por visual (VFR)
		Operação por instrumento (IFR)
Declividades	Código de referência	
	Declividade longitudinal total	Código de Referência do Aeródromo
	Declividade longitudinal por trecho	
	Mudanças de declividade longitudinal	
	Raio mínimo de curvatura da superfície de transição que conecta dois trechos de declividades diferentes	
	Distância visual quando mudanças de declividade não podem ser evitadas	
	Distância mínima entre mudanças de declividade	
Declividade transversal		

Fonte: adaptado do RBAC 154 (Junho, 2012) (BRASIL, 2015b).

4.2.2. Acostamento de Pista de pouso e decolagem

Os acostamentos, em geral, tem a função de proteger as turbinas das aeronaves com grande envergadura contra poeiras, pedras, objetos e outros materiais que podem ser sugados durante o pouso e a decolagem. Tendo em vista sua importância, este item orienta as condições de implantação de acostamentos, suas características e tratamentos exigidos pelo RBAC 154 (Junho, 2012) (BRASIL, 2015b), conforme demonstra a Tabela 2.

Tabela 2: Disposições gerais sobre acostamentos.

Acostamento		
Características físicas	Condicionantes	Caracterização
Existência	Código de Referência do Aeródromo	
Largura		
Declividades	Deve estar Alinhado com pista de pouso e decolagem e não deve exceder uma declividade transversal de 2,5%	

Fonte: adaptado do RBAC 154 (Junho, 2012) (BRASIL, 2015b).

4.2.3. Área de giro (Turn Around Area) de pista de pouso e decolagem

É uma área destinada à mudança de direção das aeronaves a fim de alinhá-las para decolagens ou movimentações após o pouso (BRASIL, 2015b). É necessária quando o aeródromo não possui saídas nas cabeceiras da pista de pouso e geralmente está na zona do próprio comprimento da pista ou dentro de outros elementos de prolongamento da pista. Nos casos onde não há saídas nas cabeceiras das pistas, as aeronaves devem fazer a volta na própria pista de pouso, solicitando do trem de pouso um esforço expressivo que resulta em danos a camada de rolamento da pista, por isso, geralmente é de uma área com pavimento rígido (concreto armado). As disposições deste item são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Disposições gerais sobre áreas de giro.

Área de giro		
Características físicas	Condicionantes	Caracterização
Existência	Código de Referência do Aeródromo	
Recuos mínimos		
Posicionamento	Ângulo com pista de pouso	Não exceder 30°
	Ângulo de guiagem	Não exceder 45°
	Distância entre roda externa do trem de pouso principal e a borda da área de giro até completar o movimento total	Código de Referência do Aeródromo

Acostamento	Existência	Obrigatório
	Largura mínima	Deve cobrir o motor externo da aeronave mais crítica

Fonte: adaptado do RBAC 154 (Junho, 2012) (BRASIL, 2015b).

4.2.4. Faixas de pista de pouso e decolagem

As faixas de pista de pouso e decolagem são áreas prolongadas ao eixo da pista com o propósito de proteger ou prevenir risco às aeronaves contra danos físicos em caso de saídas da pista de pouso e decolagem (BRASIL, 2015b). A Tabela 4 apresenta as disposições que são consideradas para este elemento físico.

Tabela 4: Disposições gerais sobre faixa de pista.

Faixas de pista		
Características físicas	Condicionantes	Caracterização
Existência	Deve existir	
Comprimento	Prolongamento longitudinal após cada extremidade da pista	Código de Referência do Aeródromo
Largura	Tipo de operação	Operação VFR
		Operação IFR
	Código de Referência do Aeródromo	
Objetos na zona da faixa	Existência	Não deve existir/ deve ser removido
Distância de faixa preparada a partir do eixo da pista (inclui a pista e área em torno)	Tipo de operação	Operação VFR
		Operação IFR
Declividades	Código de Referência do Aeródromo	
	Declividade longitudinal para faixa preparada	Código de Referência do Aeródromo
	Mudanças de declividade faixa preparada	
	Declividades transversais	
Declividade por trecho		

Fonte: adaptado do RBAC 154 (Junho, 2012) (BRASIL, 2015b).

4.2.5. Área de segurança de fim de pista (RESA)

Área destinada a receber aeronaves que ultrapassem os limites da faixa de pista longitudinalmente (BRASIL, 2015b). Sua aplicação pode ser feita ou a partir de um

prolongamento novo ou diminuir o comprimento da pista para inseri-la. A Tabela 5 trata as considerações sobre este elemento.

Tabela 5: Disposições gerais sobre a RESA.

RESA		
Características físicas	Condicionantes	Caracterização
Existência	Depende do ano de construção do Aeroporto/ Se tem área disponível para construção/ Tipo de operação/ Código de Referência do Aeródromo	
Comprimento	Aeroporto existente	90 metros ou superior
	Aeroporto novo	Código de Referência do Aeródromo
Largura	Aeroporto existente	Dobro da largura da pista ou superior
	Aeroporto novo	Igual a largura da faixa preparada da faixa de pista ou superior
Objetos em RESA	Existência	Não deve existir/ Deve ser removido
Limpeza e nivelamento	Dever ser preparada para o possível recebimento de aeronaves	
Declividades	Declividades longitudinais	Não exceder 5% descendente
	Declividades Transversais	Não exceder 5%

Fonte: adaptado do RBAC 154 (Junho, 2012) (BRASIL, 2015b).

4.2.6. Zonas desimpedidas (clearways)

É definida como uma área retangular, em solo ou água, sob controle da autoridade competente, selecionada ou preparada como área adequada sobre a qual uma aeronaves pode realizar sua decolagem (BRASIL, 2015b). A Tabela 6 relata as características necessárias deste elemento.

Tabela 6: Disposições gerais sobre zonas desimpedidas.

Zonas desimpedidas		
Características físicas	Condicionantes	Caracterização
Localização	No final de uma pista disponível para decolagem	Fim da pista
Comprimento	Comprimento disponível de decolagem da pista	Não exceder metade do comprimento para decolagem
Largura	Estende-se 75 metros para cada lado do prolongamento do eixo da pista de pouso e decolagem	
Declividades	Não exceder 1,25%	

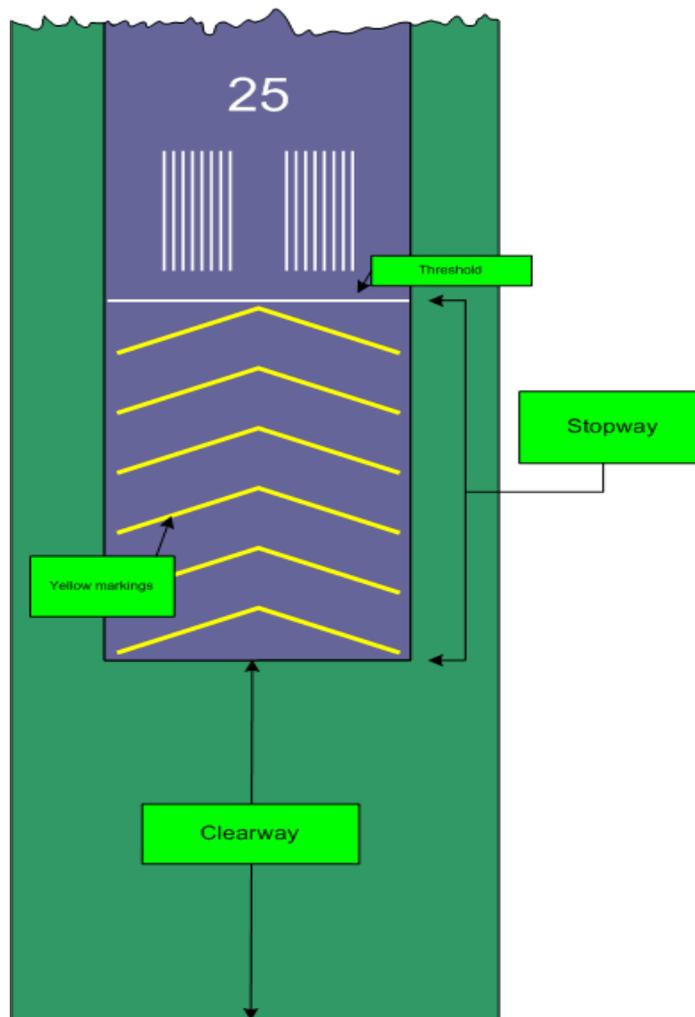
Existência de objetos	Existência	Não deve existir / Deve ser removido
-----------------------	------------	--------------------------------------

Fonte: adaptado do RBAC 154 (Junho, 2012) (BRASIL, 2015b).

4.2.7. Zonas de parada (Stopways)

É uma área retangular definida no terreno, no prolongamento do eixo da pista de pouso e decolagem, destinada e preparada como zona adequada à parada de aeronaves. Como as zonas desimpedidas e as zonas de paradas parecem muito semelhantes, a Figura 7 ilustra a diferença entre elas. Já as características das zonas de paradas são demonstradas na Tabela 7 conforme o regulamento referido.

Figura 7: Ilustração de stopways e clearways a partir da pista de pouso e decolagem.



Fonte: ADELSON (2013).

Tabela 7: Disposições gerais das zonas de parada.

Zonas de parada		
Características físicas	Condicionantes	Caracterização
Largura	Mesma largura da pista de pouso e decolagem	
Declividades	Declividade longitudinal	Código de Referência do Aeródromo
	Declividade longitudinal por trecho	
	Mudanças de declividade	
	Raio mínimo de curvatura da superfície de transição que conecta dois trechos de declividades diferentes	
	Distância visual quando mudanças de declividade não podem ser evitadas	
	Distância mínima entre mudanças de declividade	
	Declividade transversal	

Fonte: adaptado do RBAC 154 (Junho, 2012) (BRASIL, 2015b).

4.2.8. Área de operação rádio-altímetro

Segundo a escola de aviação civil Aviação Marte (2016) o rádio-altímetro são equipamentos utilizados para medir a distância da aeronave à terra, onde seu sistema funciona a partir de uma transferência de energia em radiofrequência e pela recebimento do sinal refletido. Desta forma, a RBAC 154 (Junho, 2012) prevê que deve ser fornecida uma área adequada para tal conforme as condições físicas da Tabela 8.

Tabela 8: Disposições gerais sobre a área de operação de rádio-altímetro.

Zonas de parada		
Características físicas	Condicionantes	Caracterização
Existência	Tipo de operação	Somente para IFR
Localização	Na área de pré-cabeceira da pista	
Comprimento	300 metros ou superior	
Distância para cada lado a partir do eixo da pista	60 metros ou superior	
Mudanças de declividade	Taxa de mudança entre duas declividades consecutivas não deve exceder 2% por 30 metros	

Fonte: Adaptado do RBAC 154 (Junho, 2012) (BRASIL, 2015b).

4.2.9. Pistas de táxi

Pista utilizada para movimentações seguras e rápidas de aeronaves após a aterrissagem ou decolagem além de interligar partes do aeródromo. A Tabela 9 relata as características exigidas para verificação segundo a norma.

Tabela 9: Disposições gerais sobre pistas de táxi.

Pistas de táxi		
Características físicas	Condicionantes	Caracterização
Distância de borda livre (entre roda externa do trem de pouso principal e a borda da pista de táxi)	Código de Referência do Aeródromo	
Largura		
Distância de borda livre em curvas		
Distâncias mínimas de separação para pistas de táxi		
Junções e interseções		
Declividades	Declividade longitudinal	Código de Referência do Aeródromo
	Mudanças de declividade	
	Distância visual quando mudanças de declividade não podem ser evitadas	
	Declividade transversal	
Raio de curvatura para pistas de táxi de saída rápida	Código de Referência do Aeródromo	
Velocidade máxima na curva		
Ângulo de interseção de uma pista de táxi de saída rápida com a pista de pouso e decolagem	Deve estar entre 25° a 45°, preferencialmente a 30°	
Existência de acostamentos	Código de Referência do Aeródromo	
Largura (da pista + acostamentos)		

Fonte: adaptado do RBAC 154 (Junho, 2012) (BRASIL, 2015b).

4.2.10. Faixas de pista de táxi

As faixas de pista de táxi são zonas que se estendem lateralmente ao eixo da pista de táxi e tem o mesmo propósito da faixa de pista de pouso e decolagem. Seu objetivo é proteger a aeronave em operação na pista de táxi reduzindo o risco de danos a uma aeronave

que saia acidentalmente da pista de táxi (BRASIL, 2015b). A Tabela 10 demonstra as características exigidas pela norma.

Tabela 10: Disposições gerais sobre as faixas de pista de táxi.

Faixas de pista de táxi		
Características físicas	Condicionantes	Caracterização
Existência	Aplica-se a todos os trechos de pista de táxi, exceto aqueles dentro do pátio de aeronaves	
Largura	Distância entre a pista de táxi e um objeto	Código de Referência
Objetos na faixa	Não deve existir	
Distância de trecho nivelado a partir do eixo da pista de táxi	Código de Referência	
Declividade transversal ascendente do trecho nivelado		
Declividade transversal descende do trecho nivelado	Não exceder 5%	
Declividades transversais medidas a partir do eixo da pista de taxi	Não exceder 5%	

Fonte: adaptado do RBAC 154 (Junho, 2012) (BRASIL, 2015b).

4.2.11. Baias de espera

As baias de espera ou posições de espera são áreas destinadas às aeronaves quando estas, após pousarem ou sair do pátio com intenção de decolar, necessitam parar ao longo das pistas de táxi ou de rolamento, seja por questão tráfego conflitante ou questões de segurança. Seu uso é semelhante ao automóvel quando para em um semáforo, que inclusive, este equipamento é aplicado também em aeroportos, porém são representados por luzes embutidas na superfície. A Tabela 11 inclui as características necessárias às baias de espera conforme a norma.

Tabela 11: Disposições gerais sobre as baias de espera.

Baias de espera		
Características físicas	Condicionantes	Caracterização
Condição de existência	Classe de tráfego, entre interseções de pistas de taxi e pistas de pouso e decolagem	
Localização	Em interseções de pistas de taxi com pista de pouso e decolagem/ Na interseção entre pistas de pouso e decolagem/ Na interseção de vias de serviço com a pista de pouso e decolagem	

Distância mínima entre o eixo da pista de pouso e decolagem até uma posição de espera	Código de Referência do Aeródromo
	Tipo de operação

Fonte: adaptado do RBAC 154 (Junho, 2012) (2016).

4.2.12. Pátios de aeronaves

O pátio de aeronaves é definido como uma área definida em um aeródromo em terra com propósito de acomodar aeronaves para fins de embarque e desembarque de passageiros, carregamento ou descarregamento de cargas, correio, reabastecimento de combustível, estacionamento ou manutenção (BRASIL, 2015b). A Tabela 12 demonstra a caracterização exigida pela normativa.

Tabela 12: Disposições gerais para o pátio de aeronaves.

Pátio de aeronaves		
Condições físicas/Atributos	Condicionantes	Caracterização
Tamanho	Área suficiente para um tráfego em condições máximas	Simulação de condições
Resistência	Pior condição possível de carregamento do pavimento	Simulação de condições
Declividades	Declividade máxima	Verificação local
Afastamento entre posições de estacionamento de aeronaves	Código de referência	Já citado
Posição isolada de estacionamento de aeronave	Afastamento de edificações próximas e de qualquer instalação subterrânea deve ser no mínimo de 100 metros	Verificação local

Fonte: adaptado pelo Autor (2016).

4.3.CONDIÇÕES FÍSICAS SEM PARÂMETROS DEFINIDOS

Algumas condições físicas dos elementos da infraestrutura na Subparte C do RBAC 154 (Junho, 2012), como a resistência de pavimentos, por exemplo, não envolvem a descrição de critérios que identifiquem algum parâmetro de referência, apresentando apenas notificações e recomendações gerais a respeito da tal condição física.

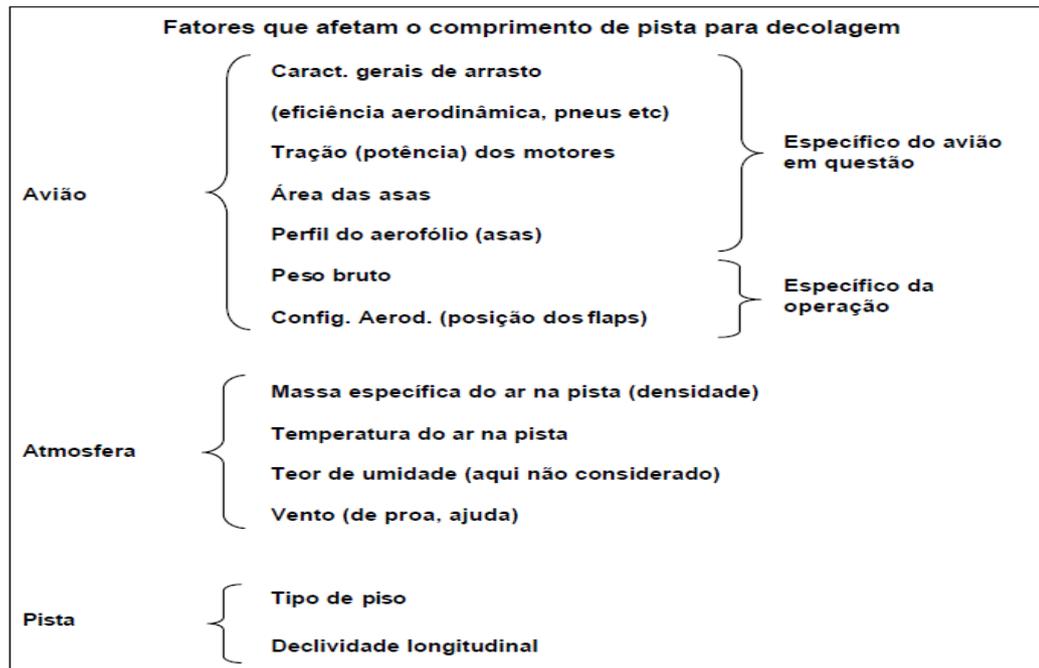
Assim este tópico tem por objetivo relacionar alguns destes tipos de condições físicas e abordá-las, utilizando fontes externas reconhecidas no meio acadêmico, a fim de obter um parâmetro de referência para a comparação com o Aeroporto de Joinville.

4.3.1. Comprimento de pista

As pistas de pouso e decolagem tem seu grande papel no aeródromo ao dar suporte à aeronave em pousar ou decolar com segurança. Suas dimensões geométricas condicionam o aeródromo a receber aeronaves de dimensões consideradas como máximas, fato este que pode ser verificado no próprio processo de dimensionamento das características físicas no RBAC 154 (Junho, 2012).

Uma das características físicas é o comprimento da pista. Esta dimensão traz a responsabilidade de fornecer uma distância suficientemente segura para uma aeronave pousar e para a aeronave atingir seu ponto de decolagem. Neste sentido, Horonjeff (2013) relata que o comprimento necessário para uma aeronave pousar ou decolar é influenciado por três critérios: a operação da aeronave, as condições locais e o estudo das prováveis falhas do motor. A evolução dos estudos para o projeto de aeródromos, como citado por Sória (2006), resume que o comprimento da pista geralmente é avaliado pela distância necessária para decolagem, pois a distância necessária para o pouso ocupa aproximadamente 60% do comprimento da pista e que há três conjuntos de fatores que regem o comprimento necessário para a decolagem de uma aeronave: o do avião, o da atmosfera e o da pista. Assim a Figura 8 explica esquematicamente a relação destes fatores.

Figura 8: Fatores que influenciam no comprimento de pista necessário a decolagem.



Fonte: Sória (2006).

Pensando na importância da concretização de dados que são necessários para se planejar a construção de aeroportos, as empresas fabricantes das aeronaves vêm criando documentos que disponibilizam diversas características das aeronaves, tanto operacionais como dimensionais (AZEREDO, 2011). Estes documentos são chamados Airplane Characteristics for Airport Planning (ACFAP) e tem o potencial de contribuir satisfatoriamente para os projetistas de aeródromos, pois relatam dados das aeronaves dentro dos padrões da Federal Aviation Administration (FAA) que é a entidade governamental dos Estados Unidos, responsável pelos regulamentos e todos os aspectos da aviação civil naquele país. E como os Estados Unidos também são signatários do ICAO, os dados divulgados pelos documentos ACFAP tem grande validade para o Brasil, possibilitando a utilização dos dados.

A respeito do que é necessário para a determinação do comprimento de pista, o ACFAP traz as dimensões da aeronave, diversas medições de tipos de pesos, e os ábacos que relacionam características como peso da aeronave, altitude do aeródromo, temperatura, declividade da pista e considerações sobre o vento.

O procedimento para a determinação do comprimento de pista, segundo Sória (2006) e Azeredo (2011), é o seguinte:

1. Deve-se conhecer o modelo de todas as aeronaves que o aeródromo irá receber;
2. Identificar as tabelas (Figura 9) das características da aeronave com seus diversos tipos de pesos considerados e entre eles identificar o peso máximo de projeto para decolagem¹ (Max design takeoff weight) que representa o maior esforço aceitável da aeronave;

Figura 9: Exemplo da tabela com as características da aeronave.

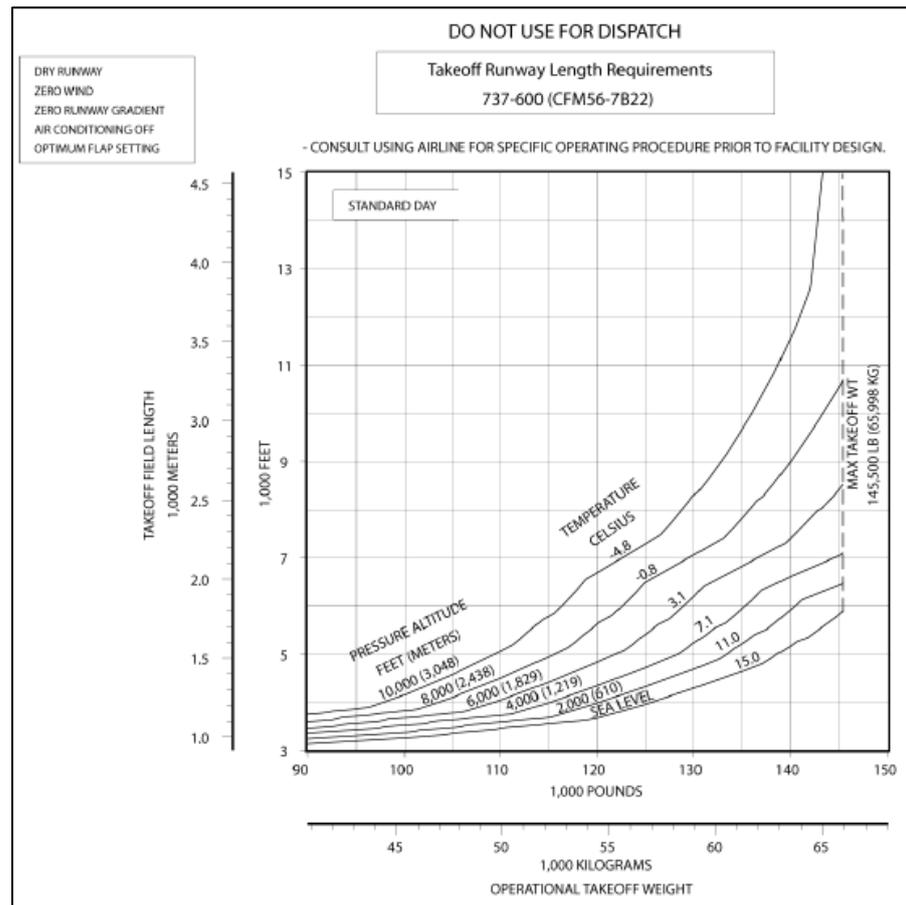
CHARACTERISTICS	UNITS	MODEL 737-600		
MAX DESIGN TAXI WEIGHT	POUNDS	124,500	144,000	145,000
	KILOGRAMS	56,472	65,317	65,771
MAX DESIGN TAKEOFF WEIGHT	POUNDS	124,000	143,500	144,500
	KILOGRAMS	56,245	65,091	65,544
MAX DESIGN LANDING WEIGHT	POUNDS	120,500	120,500	121,500
	KILOGRAMS	54,658	54,658	55,111
MAX DESIGN ZERO FUEL WEIGHT	POUNDS	113,500	113,500	114,500
	KILOGRAMS	51,483	51,483	51,936
OPERATING EMPTY WEIGHT (1)	POUNDS	80,200	80,200	80,200
	KILOGRAMS	36,378	36,378	36,378
MAX STRUCTURAL PAYLOAD	POUNDS	33,300	33,300	34,300
	KILOGRAMS	15,105	15,105	15,558
SEATING CAPACITY (1)	TWO-CLASS	108	108	108
	ALL-ECONOMY	130	130	130
MAX CARGO - LOWER DECK	CUBIC FEET	720	720	720
	CUBIC METERS	20.4	20.4	20.4
USABLE FUEL	US GALLONS	6875	6875	6875
	LITERS	26,022	26,022	26,022
	POUNDS	46,063	46,063	46,063
	KILOGRAMS	20,894	20,894	20,894

Fonte: Adaptado da Boing (2013).

3. Identificar os ábacos (estão em função da temperatura para escolha inicial, standard day) para cada modelo (Figura 11), referentes aos requisitos de comprimento da pista para decolagem (takeoff runway length requirements), que estão com a temperatura mais próxima da temperatura de referência do aeródromo que será dimensionado;

¹ Para o caso de aeroportos existentes, deve-se verificar a maior carga que pode operar no aeródromo e esta carga é àquela que deve ser analisada no ábaco.

Figura 10: Exemplo do ábaco para determinar o comprimento requerido pela aeronave.



Fonte: Adaptado da Boing (2013).

4. No ábaco, utiliza-se a curva mais próxima da elevação do aeródromo de projeto, o peso admitido para o projeto (abcissa) e como resultado, obtém-se a distância de decolagem (ordenada);
5. A leitura do ábaco inicia em uma linha vertical para cima (perpendicular a abcissa) saindo do ponto onde quantifica o peso máximo operacional de projeto para decolagem até atingir a curva de altitude do aeródromo de projeto, e então projeta-se uma linha horizontal (paralela a abcissa), partindo-se da interseção da curva com a linha vertical até atingir o eixo da ordenada do ábaco;
6. O valor medido no eixo da ordenada informa a distância necessária para que a aeronave daquele modelo precisa para decolar.

O resultado do comprimento que a aeronave precisa deve ser comparado com o comprimento da pista existente convertido para as condições padrões (Standart day), onde

condiciona que não há considerações sobre vento, declividade da pista e considera que a pista está molhada a uma temperatura padrão de 15°C (BOING, 2013).

4.3.2. Resistência de pavimentos

A resistência do pavimento pode ser avaliada por diversos métodos, mas o mais utilizado é o método ACN-PCN, que inclusive é citado na norma. Este método foi criado com a finalidade de desenvolver um processo de notificação de resistência do pavimento de aeródromos, assim em 1977, o ICAO instituiu um grupo de estudos que criou o método do Número de Classificação da Aeronave – Número de Classificação de Pavimento, dando origem a sigla ACN- PCN (BRASIL, 2016b).

O processo do método consiste em expressar o efeito individual de uma aeronave sobre diferentes pavimentos através de um único número, que varia de acordo com o peso e a configuração da aeronave (tipo de trem de pouso, pressão de pneu, entre outros), o tipo de pavimento e a resistência do subleito, assim gerando o ACN. O outro código, relacionado a capacidade de carga do pavimento, é também expresso por um único número porém sem especificar uma aeronave em particular ou informações detalhadas do pavimento (BRASIL,2016b).

Assim, resume-se que o sistema ACN-PCN é avaliado de uma forma que o pavimento com um determinado valor de PCN seja capaz de suportar, sem restrições, uma aeronave que tenha um valor ACN inferior ou igual ao PCN do referido pavimento, desde que obedecidas as limitações relacionadas à pressão dos pneus. Tal condição é possível porque os valores de ACN e PCN são determinados a partir da mesma base técnica. Destacando-se que a única restrição para utilização do método é que ele só deve ser aplicado para pavimentos destinados a receber aeronaves com carga superior a 5.700,0 kg (BRASIL, 2016b).

O motivo de trazer o tema sobre método ACN-PCN está no fato de que é muito comum o erro de pessoas utilizarem este método como forma de se reportar que dimensionou o pavimento, sendo que sua descrição técnica já prevê que não se o utiliza para dimensionar.

Assim, como não foram adquiridos dados do projeto do pavimento que propiciariam uma análise completa de camada a camada que resulta na resistência do pavimento, este trabalho utiliza o ACN-PCN declarado do aeroporto apenas como acusação de problemas ou não das condições dos elementos físicos e utiliza o cálculo da espessura total de um pavimento flexível (Método FAA), como forma de deixar proposta uma forma de obter um

parâmetro para uma verificação pela própria Infraero, posteriormente. Deixando-se claro que cálculos mais precisos para camadas de pavimento podem ser feitos através do software FAARFIELD – Airport Pavement Design and Evaluations (BRILL, 2013), onde é possível analisar diversas situações a fim de obter resultados concretos e pertinentes.

Partindo-se para o método de dimensionamento de pavimentos da FAA de acordo com a circular AC/150/5320-6D, necessita-se conhecer os seguintes itens:

- Volume de Tráfego Anual: é o número de movimentações anuais por modelo de aeronave que opera no aeroporto, considerando apenas decolagens;
- Peso Máximo de Decolagem (MTOW): pode significar vários pesos, mas é limitado pelo peso máximo permitido para que a aeronave decole com segurança. Esse peso é considerado distribuído 95% no trem de pouso principal;
- Configuração do Trem de Pouso Principal: basicamente significa saber qual tipo de trem de pouso, o qual determina diretamente quantas rodas a aeronave possui para analisar a pressão exercida por pneu e determinar seus fatores de conversão;
- Capacidade de Suporte do Subleito: é o valor obtido com o Ensaio Califórnia do subleito que resulta em um número chamado CBR. Este valor é utilizado como dado de entrada no ábaco informado para cada modelo de aeronave pelo fabricante.

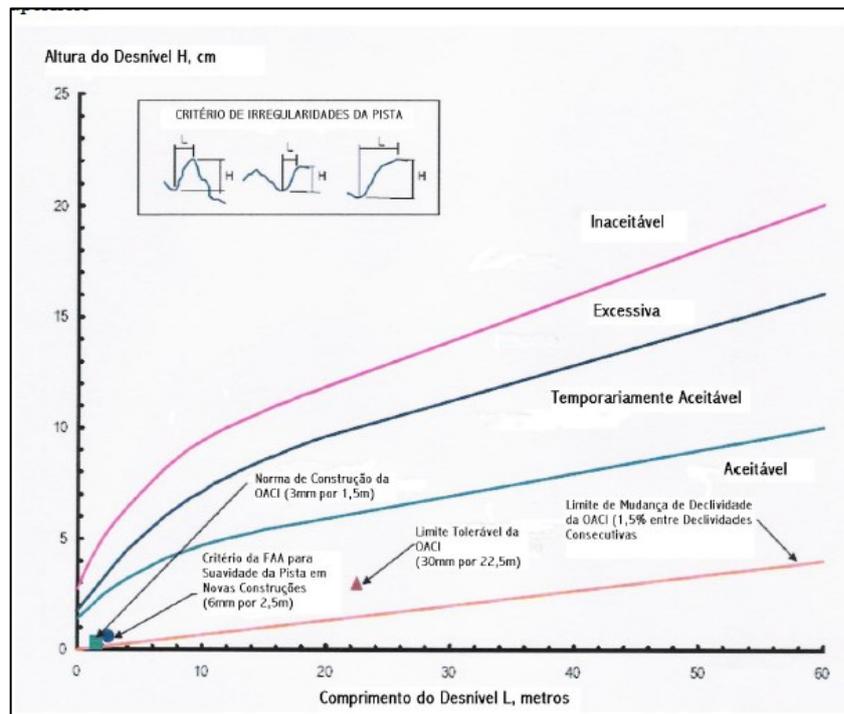
O método consiste na fixação de uma aeronave considerada aeronave crítica de projeto e então, aplicam-se fatores de conversão determinados pela comparação modelo a modelo do trem de pouso na quantidade de movimentos anuais de cada modelo não considerado aeronave crítica de projeto. Isto quer dizer que é uma forma de converter a movimentação de decolagens de cada modelo de aeronave para apenas um tipo de aeronave. Assim, somam-se todos os valores convertidos a fim de obter um resultado único que representa um número de movimentação de decolagens total. Sabendo o MTOW entra-se no ábaco da aeronave considerada crítica de acordo com seu tipo de trem de pouso. Com o valor de CBR projeta-se uma linha vertical descendente até interceptar a curva de MTOW da aeronave. A partir deste ponto onde intercepta, projeta-se uma linha horizontal até atingir as curvas de movimentação anual de decolagens e, neste novo ponto surgido com a interceptação, projeta-se uma linha vertical até atingir o eixo das ordenadas do ábaco. No ponto do eixo das ordenadas atingido, identifica-se o valor total da camada de pavimento flexível (FAA, 2009).

O dimensionamento deve ser feito considerando cada modelo de aeronave que utiliza o aeroporto como aeronave crítica, uma por vez, a fim de obter um resultado de espessura correlacionado com cada uma. Deste resultado, adota-se aquele que exigir a maior espessura do pavimento (LOPES, 2011).

4.3.3. Qualidade da superfície

A qualidade da superfície se refere ao nível de tolerância para as irregularidades presentes na pista (BRASIL, 2015b). No RBAC 154 (Junho, 2012) a forma de avaliar a conformidade deste parâmetro no aeroporto, define que apenas os resultados obtidos pelo processo de monitoramento, seja ele qual for, esteja dentro de níveis aceitáveis conforme a Figura 16 que demonstra um gráfico, o qual relaciona as medidas geométricas de um defeito gerando um ponto dentro do gráfico. Então, conforme a faixa de aceitação da irregularidade se julga a conformidade do aeroporto ou não.

Figura 11: Critérios de irregularidade da superfície de uma pista.



Fonte: Anac (BRASIL, 2015b).

4.3.4. Distâncias Declaradas

Outras condições físicas não criterizadas, mas identificadas na norma são as distâncias declaradas. Estas dimensões dão conhecimento ao operador das aeronaves para saber das limitações da infraestrutura física que condicionam a operação da aeronave.

Em resumo, estas distâncias devem ser conhecidas porque existem várias situações que norteiam o processo de decolagem de uma aeronave. Sória (2006) descreve “O comprimento de pista para a decolagem deve ser tal que uma vez iniciada, aeronave possa, se preciso, abortar a decolagem e parar com segurança ou completar a decolagem [...], também com segurança.”. Assim, abaixo estão alguns principais conceitos sobre as distâncias para o processo de decolagem (BRASIL, 2015b):

- TORA (Take Off Run Available) ou pista disponível para corrida de decolagem: é o comprimento declarado da pista, disponível para corrida no solo de uma aeronave que decola, definida pela situação onde a aeronave atinge uma velocidade de subida.
- TODA (Take Off Distance Available) ou distância disponível para decolagem: é o comprimento da TORA, somado ao comprimento da zona livre de obstáculos (Clearway), se existente. Significa uma distância disponível que possibilita a aeronave executar o movimento de arremetida, desde o momento em que a aeronave levanta seu nariz (parte frontal da aeronave) até completar parte de sua subida inicial, até uma altura especificada e em segurança.
- ASDA (Accelerate Stop Distance Available) ou distância disponível para aceleração e parada: é o comprimento da TORA, somado ao comprimento da Zona de Parada (Stopway), se existente. Ou seja, é uma distância suficiente para, caso o operador da aeronave decida não decolar, desacelerar a aeronave até pará-la completamente.
- LDA (Landing Distance Available) ou distância disponível para pouso: é o comprimento declarado da pista para a corrida no solo de uma aeronave que pousa.

Como se pode observar, as distâncias declaradas estão intimamente ligadas a existência de clearways e stopways junto da pista. Enquanto que a clearway já tem suas dimensões completamente pré-estabelecidas na norma, a stopway não. A norma não especifica um critério objetivo para definição do comprimento da stopway, apenas

informando o seu significado. Como a proposição deste comprimento, conforme verificado pelo autor, é feito de uma abordagem muito complexa e que, segundo Soria (2006) os dados necessários são de difíceis acessos, este trabalho não especificará um comprimento de stopway.

4.3.5. Tamanho do pátio

A avaliação do pátio de aeronaves é feita por uma verificação de ergonomia das operações que as aeronaves executam no espaço destinado para estacionamento de aeronaves até estacionarem completamente (ALVES, 2014) e são assessoradas pelos cálculos de capacidade na seção 4.1.2 que contribui com o número de posições de estacionamento necessário para as aeronaves atenderem a movimentação de um milhão de passageiros. Assim, pode-se analisar o tamanho do pátio através da multiplicação do número de posições pela da área necessária de uma posição de estacionamento, acrescida de áreas geradas por distâncias mínimas e pela área de manobra para sair da posição de estacionamento.

Para considerar dimensões máximas, o cálculo de área necessária para o pátio de aeronaves é feito através das dimensões de saída da aeronave constadas no ACFAP para a aeronave de maiores dimensões (comprimento e envergadura). As dimensões de saída da aeronave utilizam as dimensões declaradas da aeronave pelo fabricante em condições de operações com reboque, retirada de bagagens, reposição de combustível e entre outros equipamento que atendem a aeronave, para avaliar as dimensões de uma aeronave estacionada, além de conter uma estimativa de áreas extras não contabilizadas como vias de serviço de equipamentos, vias de movimentação de funcionários e entre outros.

5. AEROPORTO DE JOINVILLE SOB A PERSPECTIVA DO RBAC 154 (JUNHO, 2012) – SUBPARTE C

Este Capítulo traz as atuais características físicas dos elementos que compõe a infraestrutura do lado ar do Aeroporto de Joinville juntamente com as características físicas dentro dos padrões normativos da Subparte C do RBAC 154 (Junho, 2012), as quais estas terão explicitado todo seu processo de obtenção dos dados que formarão o conjunto de características físicas ideais para a norma.

Para facilitar a comparação proposta, ambos os dados existentes e os normativos estarão dispostos em uma estrutura de tabela para otimizar a análise da verificação. Desta forma, torna-se simples comparar as características do lado ar obtidas normativamente com as atuais características do lado ar do aeroporto.

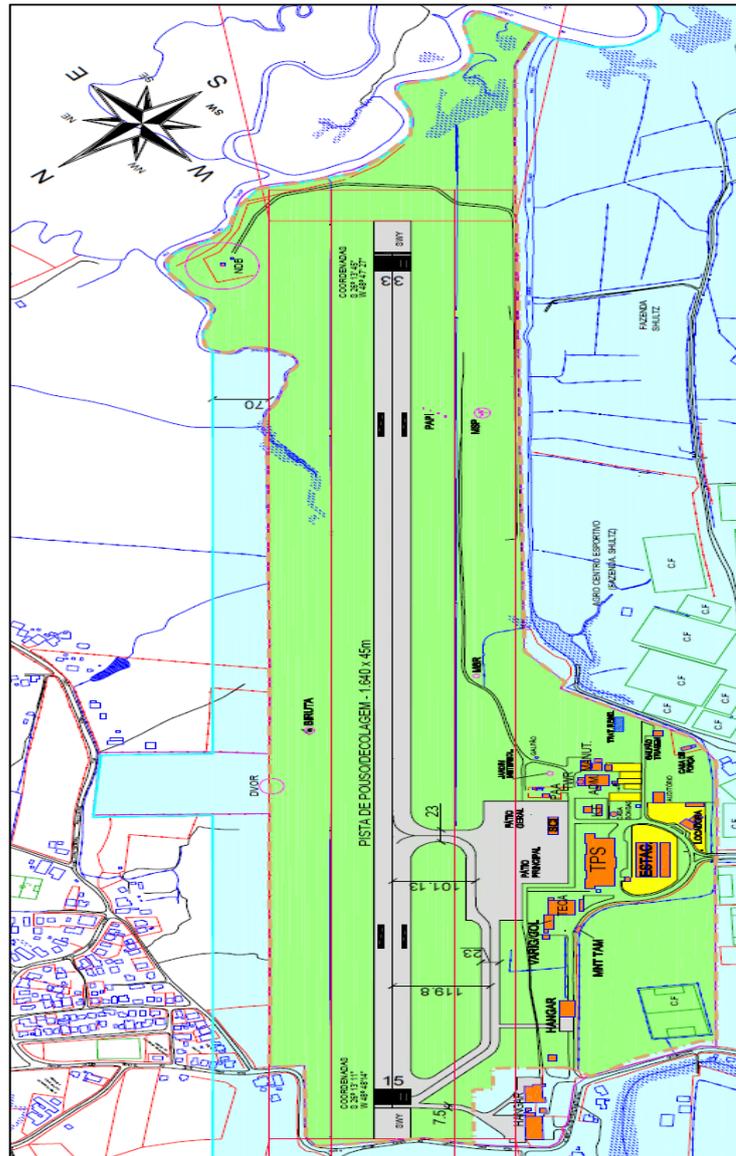
Para atingir o objetivo de comparar os dados, este Capítulo tratará dos estudos de capacidade de movimentação de passageiros no Aeroporto de Joinville para garantir a veracidade dos dados obtidos normativamente, pois eles dependem do Código de Referência do Aeródromo que é obtido a partir da definição da aeronave de projeto, os quais ambos também serão discutidos neste Capítulo.

5.1. AEROPORTO DE JOINVILLE

Em 1974 a Infraero passa a administrar os aeroportos brasileiros e também o Aeroporto de Joinville. Seu nome, Lauro Carneiro de Loyola, foi dado em homenagem ao empresário e político que, durante sua carreira política, foi Cônsul da Bélgica em Joinville e, por quatro vezes, eleito deputado federal por Santa Catarina.

O Aeroporto de Joinville está localizado quase no extremo da região nordeste da cidade e conta com uma via de acesso. Atualmente conta com um sítio aeroportuário maior que 1.331.218,85 m² (este dado e a Figura 3 não envolvem os terrenos ganhos na concessão recentemente, para expandir o aeroporto conforme previsto no plano diretor). A Figura 12 ilustra o Aeroporto de Joinville com suas instalações na área em verde.

Figura 12: Sítio aeroportuário de Joinville.



Fonte: Plano diretor do aeroporto Lauro Carneiro de Loyola (2013).

Segundo a Infraero (2016) O terminal tem quatro mil metros quadrados e capacidade para atender até 800 mil passageiros por ano. Também foram construídos um prédio administrativo e uma torre de controle. É dotado de 15 posições de check-in e um sistema automatizado para informação dos voos com telas de LCD, além de oferecer terraço panorâmico com conforto e acessibilidade para seus usuários. O aeroporto foi adequado ao conceito de aershopping, diversificando a oferta de serviços com restaurante, cafeteria, lanchonete, artesanato, revistaria, locadoras de veículos, agências de turismo, caixas eletrônicos, entre outros. O número de lojas passou de 8 para 22, implementando-se um aumento de 40% no número de empregos gerados pelo aeroporto.

Em 26 de junho de 2014 foi implantado o ILS (Sistema de Aproximação por Instrumentos) - Categoria 1, que favorece diversos setores da cidade, em especial o setor turístico e empresarial, por reduzir o número de cancelamentos de voos devido ao mau tempo. Com a instalação do equipamento espera-se o incremento do turismo e da economia do município e da região, tendo em vista que haverá um aumento de aproximadamente 40% de pousos e decolagens (INFRAERO, 2016).

Joinville, maior cidade do estado de Santa Catarina é a terceira da região Sul. É considerada ainda o terceiro maior polo Industrial do sul do País e também o principal polo econômico e populacional do estado, contando com um amplo calendário de eventos, além de atender uma demanda turística considerável. Os usuários são principalmente passageiros com perfil executivo, empresarial e turístico de eventos. Portanto, é fundamental a existência do aeroporto neste local para atender a demanda da região (MCKINSEY&COMPANY, 2016).

5.1.1. Características gerais

As características gerais estão divididas em dois tipos de informação, dados básicos e dados de operação. Os dados básicos do Aeroporto de Joinville dão noções básicas da localização do aeroporto, nome oficial, endereço, siglas de reconhecimento de acordo para cada agência, entre outros. Enquanto que os dados de operação informam sob que condições o aeroporto opera, informando questões de período, influência de aeroportos vizinhos entre outros. A Figura 13 informa os dados básicos declarados pela Infraero de Joinville.

Figura 13: Dados básicos do Aeroporto de Joinville.

<u>Dados Básicos</u>
→ Nome Oficial: Aeroporto de Joinville-SC/Lauro Carneiro de Loyola;
→ Endereço: Avenida Santos Dumont, 9000 Bairro Cubatão Joinville-SC;
→ Sigla OACI: SBJV;
→ Sigla IATA: JOI;
→ Ponto de Referência do Aeródromo (ARP): 26° 13' 23" S/048° 47' 51" W;
→ Localização no aeródromo: 018° /a 13 km (7 NM) ao norte, em relação ao centro da cidade;
→ Elevação do aeródromo: 4,5 m;
→ Temperatura de Referência do Aeródromo: 31° C;
→ Declividade Magnética / Variação Anual: 15° W (2001) / 0,13° decrescente.

Fonte: Plano Diretor do aeroporto Lauro Carneiro de Loyola (2013).

Quanto aos dados de operação, segundo Infraero (2013), o Aeroporto de Joinville é homologado para operações Regras de Voo Visual (VFR) e Regras de Voo por Instrumento (IFR) na classificação de Não Precisão, no qual essa classificação é feita de acordo com os tipos de dados que um operador de aeronave utiliza para executar um pouso ou uma decolagem. No caso de Joinville, a zona do espaço aéreo do qual está inserida está sob jurisdição da Zona de Controle (CTR) de Navegantes. Assim, o controle de Aproximação de Navegantes (APP) tem a atribuição de emitir autorizações de tráfego aéreo às aeronaves que se propuserem a voar dentro desta zona.

O tipo de tráfego e os segmentos operados são:

- Passageiros:
 - Tráfego doméstico regular e não regular;
 - Aviação geral;
- Cargas:
 - Tráfego doméstico regular e não regular;
- Aviação militar.

5.1.2. Características físicas atuais do aeroporto

Conforme a proposta deste trabalho, todas as características, que foram possíveis adquirir, já estão dentro do padrão da tabela de comparação proposta para a análise, exceto as distâncias declaradas que são informadas logo depois da tabela. Assim a Tabela 13 informa todos os dados que foram possíveis coletar.

Tabela 13: Características do Aeroporto de Joinville classificadas.

Aeroporto de Joinville			
Elementos	Características físicas	Dados	Classificação dos dados
		Existentes	
1) Pista de pouso e decolagem	a) Orientação	Azimute verdadeiro 120°	Fornecido
	b) Localização da cabeceira	Extremidades da pista	
	c) Comprimento real	1640 m	
	d) Largura	45 m	
	e) Declividade longitudinal	0,06 %	Estimado
	f) Declividade longitudinal por trecho	x*	Desconhecido

* A simbologia "x" significa que não se tem o dado respectivo a característica física.

	g) Mudanças de declividade longitudinal	x	
	h) Raio mínimo de curvatura da superfície de transição que conecta dois trechos de declividades diferentes	x	
	i) Distância visual quando mudanças de declividade não podem ser evitadas	x	
	j) Distância mínima entre mudanças de declividade	x	
	k) Declividade transversal	x	
	l) Resistência	PCN= 33*/F/B/X/U	
	m) Superfície	x	Desconhecido
2) Acostamento	a) Existência	Não possui.	Estimado
	b) Largura		
	c) Declividades		
	d) Resistência		
3) Área de giro	a) Existência	Não possui.	Estimado
	b) Recuos mínimos		
	c) Posicionamento		
	d) Acostamento		
	e) Resistência		
	f) Superfície		
4) Faixa de pista	a) Existência	Existe	Fornecido
	b) Comprimento	1660 m	
	c) Largura	300m	
	d) Objetos na zona da faixa	Pátio de aeronaves, pátios dos hangares, estrada pública, propriedades e rio	
	e) Distância de faixa preparada a partir do eixo da pista (inclui a pista e área em torno)	x	Desconhecido
	f) Declividade longitudinal para faixa preparada	x	
	g) Mudanças de declividade na faixa preparada	x	
	h) Declividade transversal na faixa preparada	x	
	i) Declividade em toda faixa de pista	x	
	j) Preparação da superfície	x	
	k) Resistência	x	
5) Área de segurança de fim de pista (RESA)	a) Existência	Não possui.	Fornecido
	b) Comprimento		
	c) Largura		

* Após a avaliação deste trabalho, o PCN do Aeroporto de Joinville foi reavaliado e resultou em 51/F/B/X/U.

	d) Objetos em RESA			
	e) Limpeza e nivelamento			
	f) Declividade longitudinal			
	g) Declividade transversal			
	h) Resistência			
6) Zonas desimpedidas (clearways)	a) Localização	Não possui		Fornecido
	b) Comprimento			
	c) Largura			
	d) Declividades			
	e) Mudanças de declividades			
	f) Existência de objetos			
7) Zonas de parada (stopways)	a) Largura	45 m	Nas duas cabeceiras	Fornecido
	b) Comprimento	60 m		
	c) Declividade longitudinal		x	Desconhecido
	d) Declividade longitudinal por trecho		x	
	e) Mudanças de declividade long.		x	
	f) Raio mínimo de curvatura da superfície de transição que conecta dois trechos de declividades diferentes		x	
	g) Distância visual quando mudanças de declividade não puderem ser evitadas		x	
	h) Distância mínima entre mudanças de declividade		x	
	i) Declividade transversal		x	
	j) Resistência		x	
	k) Superfície		x	
8) Área de operação de rádio-altímetro	a) Existência		x	
	b) Localização		x	
	c) Comprimento		x	
	d) Distância para cada lado a partir do eixo da pista		x	
	e) Mudanças de declividade		x	
9) Pista de táxi	a) Distância entre roda externa do trem de pouso principal e a borda da pista de táxi		14,5 m	Estimado
	b) Largura		23 m	Fornecido
	c) Distância de borda livre em curvas		15m	Estimado
	d) Distâncias mínimas de separação para pistas de táxi		90m	
	e) Junções e interseções		x	Desconhecido
	f) Declividade longitudinal		x	
	g) Mudanças de declividade long.		x	
	h) Distância visual quando		x	

	mudanças de declividades não podem ser evitadas		
	i) Declividade transversal	x	
	j) Resistência	x	
	k) Superfície	x	
	l) Raio de curvatura para pistas de táxi de saída rápida	200m	Estimado
	m) Velocidade máxima na curva	x	Desconhecido
	n) Ângulo de interseção de uma pista de táxi de saída rápida com a pista de pouso	x	
	o) Existência de acostamentos	x	
	p) Largura (pista + acostamentos)	x	
10) Faixas de pista de táxi	a) Existência	Existe	Estimado
	b) Largura	26m	
	c) Objetos na faixa	50m	
	d) Distância de trecho nivelado a partir do eixo da pista de taxi	x	Desconhecido
	e) Declividade transversal ascendente do trecho nivelado	x	
	f) Declividade transversal descendente do trecho nivelado	x	
	g) Declividades transversais medidas a partir do eixo da pista de taxi	x	
11) Baias de espera	a) Existência	Não possui	Fornecido
	b) Localização		
	c) Distância mínima entre o eixo da pista de pouso até uma posição de espera		
12) Pátio de aeronaves	a) Tamanho	15.030 m ²	Estimado
	b) Resistência	33*/R/B/X/U	Fornecido
	c) Declividades	x	Desconhecido
	d) Afastamento entre posições de estacionamento de aeronaves	x	
	e) Posição isolada de estacionamento	x	

Fonte: Adaptado pelo Autor (2015).

* Também houve uma reavaliação que resultou em um PCN de 51/R/B/X/U.

Pelo fato de que pode existir assimetrias com as distâncias declaradas, analisando-se em ambos os sentidos de utilização da pista, a Figura 14 demonstra as atuais distâncias declaradas pelo Aeroporto de Joinville de acordo com cada cabeceira.

Figura 14: Distâncias declaradas do Aeroporto de Joinville.

RWY	TORA	TODA	ASDA	LDA
15	1.640	1.640	1.700	1.640
33	1.640	1.640	1.700	1.640

Fonte: Plano Diretor do aeroporto Lauro Carneiro de Loyola (2013)

5.2. DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS NORMATIVOS

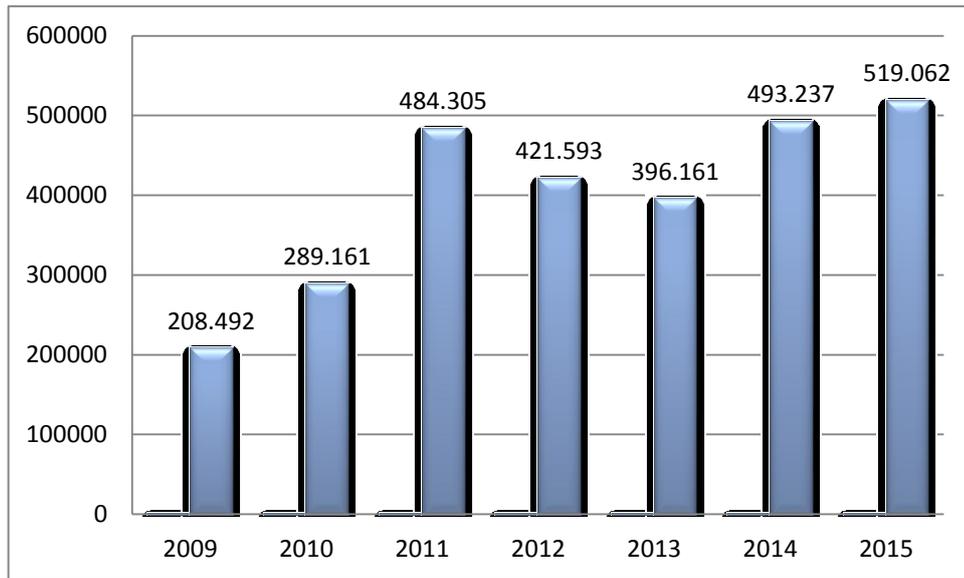
A geração dos parâmetros normativos está construída na mesma estrutura de explanação da Subparte C do RBAC 154 (Junho, 2012) no Capítulo 4, visando um entendimento mais rápido do processo.

A estrutura conta com os cálculos de capacidade, definição do Código de Referência do Aeródromo, cálculo dos parâmetros sem critérios definidos e o cálculo com os de critérios definidos, onde todos estes parâmetros estão relacionados na análise dos resultados.

5.2.1. Código de Referência do Aeroporto de Joinville na condição de 1 milhão de passageiros

O Aeroporto de Joinville atualmente já movimenta mais de 500 mil passageiros, situação que pode-se verificar no Gráfico 1. No entanto, ainda, deve-se verificar se com as condições atuais do lado ar do aeroporto é possível movimentar 1 milhão de passageiros. Esta análise é feita pelo cálculo de capacidade de movimentação de passageiros, que depende da infraestrutura física disponível, dos tipos de aeronaves, seus respectivos portes e a demanda que o aeroporto recebe. Entretanto, no caso do aeroporto não atingir o potencial de movimentar o referido volume de passageiros, será necessário extrapolar alguma condição, seja receber uma aeronave maior, o que influenciaria diretamente na geração dos parâmetros normativos, ou desconsiderar o elemento físico acusado limitante de capacidade desde o início, por exemplo.

Gráfico 1 - Quantidade da movimentação de passageiros de 2009 a 2015.



Fonte : adaptado da INFRAERO (2016).

Partindo do fato que o Plano Diretor do Aeroporto de Joinville declara que seu código de referência é 4C, é necessário verificar se esse código se mantém quando aplicada a condição de um milhão de passageiros movimentados anualmente, por isso, deve-se analisar o conjunto de aeronaves que o aeroporto recebe.

a) Conjunto de Aeronaves

Para o Aeroporto de Joinville, a Tabela 14 informa os principais modelos de aeronaves recebidos atualmente, que foram selecionados a partir de um ranking elaborado com os modelos com a maior participação no número de movimentações totais anualmente por faixa de aeronaves e representam majoritariamente 70% do movimento de aeronaves da faixa (INFRAERO, 2015). Além de conter os principais modelos, a Tabela 14 informa as características de desempenho e as dimensões para cada aeronave divulgadas na rede, não pertencentes ao ACFAP, pois não havia este documento para verificação de todas as aeronaves listadas.

Tabela 14: Informações técnicas das principais aeronaves recebidas pelo Aeroporto de Joinville.

Modelos	Comprimento médio de pista requerido (m)	Envergadura (m)	Distância entre as rodas externas do trem de pouso principal (m)
P28A	335,0	9,82	3,20
RV10	280,0	9,66	-
C152	221,0	10,20	2,30
C150	-	-	-
PA34	605,00	11,85	-
BE9L	640,0	15,30	3,90
C56X	1066,8	17,17	-
C208	675,0	15,88	3,40
E55P	956,0	15,90	-
GLF5	1801,0	28,50	5,40
AT45	1500,0	24,47	4,60
AT72	1160	27,05	5,20
E190	1852,0	28,72	7,43
A319	1600,0	33,91	7,59
B737-800	1920,0	35,80	7,00
A320 - 200	1720,0	34,00	8,00

Fonte: Adaptado de INFRAERO (2016).

A aeronave de projeto, neste caso, é uma mistura do comprimento médio de pista requerido e envergadura do modelo B737 com a distância de trem de pouso do modelo A320. Assim, a Tabela 15 resume as dimensões da aeronave de projeto que serve como referencial para verificar o Código de Referência do Aeródromo como 4C.

Tabela 15: Requisitos operacionais e dimensões da aeronave de projeto.

Aeronave	Comprimento básico	Envergadura	Dist. trem de pouso
	1920,0 m	35,80 m	8,0 m

Fonte: do Autor (2016).

b) Cálculos de capacidade do Aeroporto de Joinville

Aplicando a metodologia do cálculo de capacidade, o primeiro fator a se conhecer é fator de conversão do volume anual de passageiro para o número de passageiros na Hora-Pico. Este fator foi identificado no valor de 0,08%. Assim o número de passageiros na Hora-Pico é de 800 passageiros.

No Aeroporto de Joinville, o Plano Diretor foi projetado para atingir seu desenvolvimento final em 2030. Pensando neste estudo, a Figura 15 demonstra a projeção de mix de aeronaves para cada ano considerado principal no Plano Diretor do Aeroporto, avaliado no período de uma hora considerada como Hora-Pico (hora mais movimentada do dia mais movimentado do mês mais movimentado, respeitando condições mínimas de segurança). A projeção do mix de aeronave fornece uma base suficiente para estimar o TAMAV para este cálculo que é feito a partir de uma interpolação linear simples resultando no TAMAV demonstrado na Tabela 16.

Figura 15: Composição da frota de aeronaves de passageiros em Hora-Pico para o sistema de pátio de aeronaves.

Composição da Frota das Aeronaves de Passageiros – Hora-Pico de Pátio									
Ano	Participação da Faixa na Frota								TAMAV
	Faixa 1 15 ass.	Faixa 2 25 ass.	Faixa 3 45 ass.	Faixa 4 100 ass.	Faixa 5 160 ass.	Faixa 6 230 ass.	Faixa 7 350 ass.	Faixa 8 450 ass.	
2010	13%	–	18%	–	69%	–	–	–	121
2014	5%	–	7%	10%	78%	–	–	–	139
2019	3%	–	5%	12%	80%	–	–	–	143
2029	2%	–	2%	14%	82%	–	–	–	146

Fonte: Plano Diretor do Aeroporto Lauro Carneiro de Loyola (2013).

Tabela 16: Interpolação linear simples entre os anos de 2014 a 2019 que estima o mix de aeronaves para 2016.

Ano	Faixa 1	Faixa 3	Faixa 4	Faixa 5	TAMAV
2016	52,8	12,8	13,8	20,6	140

Fonte: Adaptado do Plano Diretor do Aeroporto Lauro Carneiro de Loyola (2013).

Aplicando a Equação 1 se obtém o número de 7 aeronave na Hora-Pico do pátio para atender 800 passageiros na Hora-Pico que representa o volume de um milhão de passageiros. Com este resultado, utiliza-se o cálculo do número de posições na abordagem de Horonjeff (2013), com $v = 7$ aeronaves, no resultado se obtém 4 posições.

Com este resultado de 7 aeronaves na Hora-pico e 4 posições de estacionamento de aeronaves é feito o cálculo de capacidade para pátio e pista.

c) Capacidade do pátio de aeronaves

No cálculo de capacidade para o pátio, assume-se que o TAMAV de 140 representa de fato o que está ocorrendo no Aeroporto de Joinville atualmente e que, conforme é declarado no Plano Diretor, o aeroporto possui 3 posições.

Aplicando método de capacidade de pátio de aeronaves proposto se obtém para cada posição o potencial de movimentar 250 mil passageiros, onde o resultado final para 3 posições é de 750 mil passageiros anualmente, ou seja, o pátio atual não tem potencial para movimentar um milhão de passageiros. Assim, para não precisar extrapolar uma aeronave maior, que alteraria o CRA de 4C, será adotada a opção de já considerar o pátio como impróprio.

d) Capacidade da pista de pouso e decolagem

O plano diretor declara na Figura 8 que a capacidade horária da pista é de 25 movimentações por hora. Como a Hora-pico representa o período com o maior movimento de passageiros e, portanto o maior número de aeronaves para transportá-los, a comparação é possível analisar uma comparação por movimentações de aeronaves.

O resultado de 7 aeronaves na Hora-Pico foi construído a partir do volume de 1 milhão de passageiros e o seu significado é considerado como operações de embarque e desembarque. Ou seja, os 800 passageiros na Hora-Pico estão divididos nestas operações. Sendo assim, o número de movimentações na Hora-pico passa a ser 14 movimentos (2 movimentos por aeronave). No relatório de síntese do Plano Diretor do Aeroporto de Joinville, identifica-se que a capacidade horária de movimentação de aeronaves no sistema de pistas é de 25 movimentações por hora, conforme declarado na Figura 16.

Figura 16: Resumos das fases de implantação do Plano Diretor do Aeroporto de Joinville.

Facilidades	Primeira Fase - 2015			Segunda Fase - 2019			Implantação Final		
	Capacidades			Capacidades			Capacidades		
	Instalada	Necessária	A implantar	Instalada	Necessária	A implantar	Instalada	A implantar	Implantação Final
1 – Área Patrimonial (m ²)	792.231	2.036.038	1.243.807	2.036.038	2.036.038	-	2.036.038	-	2.036.038
2 – Sistema de Pistas									
Capacidade Anual de Movimentos	92.250		112.750	112.750		-	184.500	184.500	184.500
Capacidade horária (mov/h)	25	18	31	31	23	-	31	50	50
Aeronave Crítica	B 737/800	B 737/800	B 767/200	B 767/200	B 737/800	-	B 767/200	-	B 767/200
Pista 15/33	1.640 x 45	1.910 x 45	270 x 45	1.910 x 45	1.910 x 45	-	1.910 x 45	-	1.910 x 45
Área de pavimento das pistas de pouso/decolagem (m ²)	73.800	85.950	12.150	85.950	85.950	-	85.950	-	85.950
Área de pavimento das pistas de táxi (m ²)	10.977 (*0)	25.957	23.693	25.957	28.666	2.709	28.666	83.971	112.637
3 – Sistema Gerenciamento de Tráfego Aéreo									
Auxílios aproximação/pouso (precisão) PPD 15/33	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	-	Sim	-	Sim
4 – Sistema Terminal de Passageiros									
Área do Terminal de Passageiros (m ²)	3.790	20.545	20.545	20.545	29.414	8.869	29.414	72.886	102.300
Pátios de Aeronaves de Passageiros (m ²)	22.519	28.587	42.180	42.180	37.684	52.300	52.300	79.100	131.400
Pátio de Equipamentos de Rampa (m ²)	-	2.450	3.200	3.200	3.200	-	3.200	19.226	22.426
Estacionamento (m ²)	2.800	28.000	28.250	28.250	41.000	41.628	41.628	13.826	36.539 (*1)
5 – Sistema Terminal de Cargas									
Área de Armazéns de Carga (m ²)	750	691	5.300	5.300	1.162	-	5.300	13.100	18.400
Pátio de Aeronaves Cargueiras (m ²)	-	-	-	-	-	-	-	-	45.210
6 – Sistema Administração e Manutenção INFRAERO									
Área para Administração (m ²)	736	807	14.140 (*2)	14.140 (*2)	908	-	14.140	3.860	18.000 (*3)
Área para Manutenção (m ²)	1.800	4.010	14.140 (*2)	14.140 (*2)		-	14.140	3.860	18.000 (*3)

Fonte: Plano Diretor do Aeroporto Lauro Carneiro de Loyola (2013).

Portanto como 14 movimentações de aeronave na Hora-Pico estão dentro das condições de capacidade horária da pista de pouso e decolagem, este elemento não afeta o CRA para o Aeroporto de Joinville na condição de um milhão de passageiros, pois ele apresenta um potencial de movimentar um volume inclusive maior que 1 milhão de passageiros.

5.2.2. Condições físicas com critérios definidos

Com o Código de Referência do Aeródromo definido como 4C, neste tópico são definidos os parâmetros de referência que possuem critérios definidos, conforme disposto na Subparte C, para cada elemento do lado ar na Tabela 17.

Tabela 17: Parâmetros normativos de referência.

Elementos	Características físicas	Parâmetros Normativos
1) Pista de pouso e decolagem	a) Orientação	Azimute verdadeiro 120°/ 99,96% de fator de utilização
	b) Localização da cabeceira	Extremidades da pista
	c) Comprimento real	2500 m
	d) Largura	45 m
	e) Declividade longitudinal	Menor que 1%
	f) Declividade longitudinal por trecho	Menor que 1,25%
	g) Mudanças de declividade longitudinal	Menor que 1,5%
	h) Raio mínimo de curvatura da superfície de transição que conecta dois trechos de declividades diferentes	Menor que 30.000m
	i) Distância visual quando mudanças de declividade não podem ser evitadas	Até 1250 m
	j) Distância mínima entre mudanças de declividade	Maior que 45 m
	k) Declividade transversal	Menor que 1,5%
	l) Resistência	Não especificado
	m) Superfície	Monitoramento
2) Acostamento	a) Existência	Não possui.
	b) Largura	
	c) Declividades	
	d) Resistência	
3) Área de giro	a) Existência	Não possui.
	b) Recuos mínimos	
	c) Posicionamento	
	d) Acostamento	
	e) Resistência	
	f) Superfície	
4) Faixa de pista	a) Existência	Existe
	b) Comprimento	2620 m
	c) Largura	150 m para cada lado do eixo da pista
	d) Objetos na zona da faixa	Não devem existir
	e) Distância de faixa preparada a partir do eixo da pista (inclui a pista e área em torno)	75m para cada lado do eixo pista
	f) Declividade longitudinal para faixa preparada	Menor que 1,5%
	g) Mudanças de declividade na faixa preparada	Mais graduais possíveis
	h) Declividade transversal na faixa preparada	Menor que 2,5%
	i) Declividade em toda faixa de pista	Menor que 5%

		ascendente
	j) Preparação da superfície	Monitoramento
	k) Resistência	Não especificado
5) Área de segurança de fim de pista (RESA)	a) Existência	Deve existir
	b) Comprimento	90m
	c) Largura	90m
	d) Objetos em RESA	Não devem existir
	e) Limpeza e nivelamento	Área limpa, nivelada e pavimentada
	f) Declividade longitudinal	Menor que 5% descendente
	g) Declividade transversal	Menor que 5%
	h) Resistência	Não especificado
6) Zonas desimpedidas (clearways)	a) Existência	Recomendado
	b) Localização	Fim da pista
	c) Comprimento	Menor que 1250 m
	d) Largura	75 m para cada lado do eixo da pista
	e) Declividades	Menor que 1,25% ascendente
	f) Mudanças de declividades	Em acordo com a pista
	g) Existência de objetos	Não devem existir
7) Zonas de parada (stopways)	a) Existência	Recomendado
	b) Largura	45m
	c) Comprimento	Não especificado
	d) Declividade longitudinal	Menor que 1%
	e) Declividade longitudinal por trecho	Menor que 1,25%
	f) Mudanças de declividade long.	Menor que 1,5%
	g) Raio mínimo de curvatura da superfície de transição que conecta dois trechos de declividades diferentes	Menor que 30.000m
	h) Distância visual quando mudanças de declividade não puderem ser evitadas	1250 m
	i) Distância mínima entre mudanças de declividade	Maior que 45m
	j) Declividade transversal	Menor que 1,5%
	k) Resistência	Não especificado
	l) Superfície	Monitoramento
8) Área de operação de rádio-altímetro	a) Existência	Deve existir
	b) Comprimento	300m
	c) Largura	60 m para cada lado do eixo da pista
	d) Mudanças de declividade	Menor que 2% a cada 30 m
9) Pista de táxi	a) Distância entre roda externa do trem de pouso principal e a borda da pista de táxi	Maior que 3 m
	b) Largura	Maior que 15 m

	c) Distância de borda livre em curvas	Maior que 3 m
	d) Distâncias mínimas de separação para pistas de táxi	44 m
	e) Junções e interseções	Maior que 3 m
	f) Declividade longitudinal	Menor que 1,5%
	g) Mudanças de declividade long.	Menor que 1% para cada 30 m
	h) Distância visual quando mudanças de declividades não podem ser evitadas	300 m
	i) Declividade transversal	Menor que 1,5%
	j) Resistência	Não especificado
	k) Superfície	Monitoramento
	l) Raio de curvatura para pistas de táxi de saída rápida	Maior que 550 m
	m) Velocidade máxima na curva	Até 93 km/h
	n) Ângulo de interseção de uma pista de táxi de saída rápida com a pista de pouso	25° a 45°, de preferência 30°
	o) Existência de acostamentos	Deve existir
	p) Largura (pista + acostamentos)	Maior que 25 m
10) Faixas de pista de táxi	a) Existência	Para todas, exceto aquelas que estão no pátio
	b) Largura	26m para cada lado do eixo da pista de táxi
	c) Objetos na faixa	Não devem existir
	d) Distância de trecho nivelado a partir do eixo da pista de taxi	12,5 m para cada lado do eixo da pista de táxi
	e) Declividade transversal ascendente do trecho nivelado	Menor que 2,5%
	f) Declividade transversal descendente do trecho nivelado	Menor que 5%
	g) Declividades transversais medidas a partir do eixo da pista de taxi	Menor que 5%
11) Baias de espera	a) Existência	Deve existir
	b) Localização	Em interseções com pista de pouso
	c) Distância mínima entre o eixo da pista de pouso até uma posição de espera	90 m com verificação de interferência em equipamentos
12) Pátio de aeronaves	a) Tamanho	Não especificado
	b) Resistência	Não especificado
	c) Declividades	Menor que 1%
	d) Afastamento entre posições de estacionamento de aeronaves	Maior que 4,5 m
	e) Posição isolada de estacionamento	Maior que 100 m

Fonte: Adaptado do RBAC 154 (Junho, 2012) (BRASIL, 2015b).

Com estes parâmetros determinados, para conseguir analisar os resultados ainda é necessário avaliar alguns dos parâmetros que não foram especificados na norma.

5.2.3. Condições físicas sem critérios definidos

As condições físicas sem critérios definidos estão caracterizadas na tabela do tópico anterior como não especificadas. Ao todo são 7 tipos, mas foram escolhidas para serem tratadas neste trabalho apenas o comprimento de pista, a resistência do pavimento, distâncias declaradas e tamanho do pátio de aeronaves.

Quanto a qualidade da superfície, o comprimento da stopway e a instalação de baias de espera não são relatados neste trabalho por que envolvem uma série de avaliações complexas a se considerar a fim de determinar algum parâmetro normativo, do qual serviria de comparação.

a) Comprimento de pista

No caso do Aeroporto de Joinville, as diversas aeronaves relatadas não tiveram suas características físicas homologadas de acordo com um ACFAP, pois não tinham este documento publicado e, portanto, suas características foram pesquisadas de acordo com dados conhecidos por outras fontes e não estão no padrão do ICAO. No entanto, as aeronaves B737 E A320, que tem as maiores dimensões, foram comparadas em dados de ACFAP para garantir a decisão de escolha da aeronave de projeto.

Para a aeronave B737-800, que tem o maior comprimento de pista requerido para decolar, a Figura 17 traz as diversas características de peso para este modelo, conforme disposto no ACFAP da empresa fabricante Boeing (2013).

Figura 17: Características de peso para a aeronave do modelo B 737-800.

CHARACTERISTICS	UNITS	MODEL 737-800, -800 WITH WINGLETS		
MAX DESIGN TAXI WEIGHT	POUNDS	156,000	173,000	174,900
	KILOGRAMS	70,760	78,471	79,333
MAX DESIGN TAKEOFF WEIGHT	POUNDS	155,500	172,500	174,200
	KILOGRAMS	70,534	78,245	79,016
MAX DESIGN LANDING WEIGHT	POUNDS	144,000	144,000	146,300
	KILOGRAMS	65,317	65,317	66,361
MAX DESIGN ZERO FUEL WEIGHT	POUNDS	136,000	136,000	138,300
	KILOGRAMS	61,689	61,689	62,732
OPERATING EMPTY WEIGHT (1)	POUNDS	91,300	91,300	91,300
	KILOGRAMS	41,413	41,413	41,413
MAX STRUCTURAL PAYLOAD	POUNDS	44,700	44,700	47,000
	KILOGRAMS	20,276	20,276	21,319
SEATING CAPACITY (1)	TWO-CLASS	160	160	160
	ALL-ECONOMY	184	184	184
MAX CARGO - LOWER DECK	CUBIC FEET	1555	1555	1555
	CUBIC METERS	44,1	44,1	44,1
USABLE FUEL	US GALLONS	6875	6875	6875
	LITERS	26,022	26,022	26,022
	POUNDS	46,063	46,063	46,063
	KILOGRAMS	20,894	20,894	20,894

NOTE: (1) OPERATING EMPTY WEIGHT FOR BASELINE MIXED CLASS CONFIGURATION.
CONSULT WITH AIRLINE FOR SPECIFIC WEIGHTS AND CONFIGURATIONS.

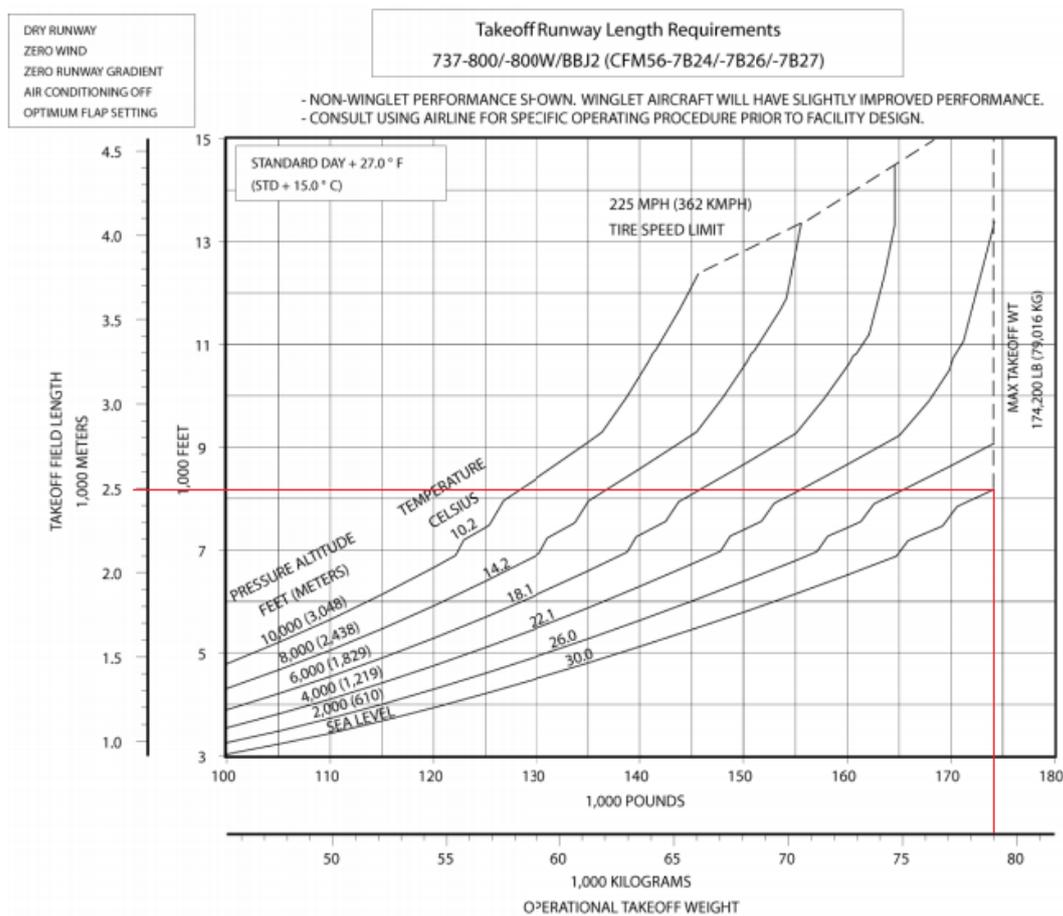
Fonte: Boing (2013).

Da Figura 17, adotou-se o peso máximo de projeto para decolagem (Max design takeoff weight) de 79.016,0kg, pois é a pior condição e, conforme a nota da Figura 17, ainda existem aeronaves dentro do mesmo modelo com pesos diferentes onde a empresa Boing classificou em três faixas de peso. Além disso, adotou-se o referido peso para simplificar a escolha do valor, pois a real situação deve analisar, de acordo com a maior carga que pode operar dentro do aeródromo, a soma dos pesos: peso vazio de operação (Operating empty weight), carga útil máxima (Max structural payload) e peso do combustível utilizável (Fuel weight). Onde o peso vazio de operação envolve peso da estrutura, motor, sistemas de mobiliário, combustível inutilizável e outros agentes resultantes do processo de propulsão, e outros equipamentos que são considerados parte integrante de uma configuração de avião específico. Também estão incluídos alguns itens de série, pessoal, equipamento e materiais necessários para as operações completas, excluindo combustível utilizável e a carga útil que representa pessoas e bagagens. Toda essa carga calculada deve ser menor que o peso máximo

de projeto para decolagem e é regulada de aeródromo para aeródromo, assim como pelas próprias companhias aéreas.

Conforme informado no Plano Diretor do Aeroporto de Joinville, a temperatura de referência do aeródromo é de 31°C com altitude de 4,5m em relação ao nível do mar. Partindo-se do fato de que a temperatura para o dia padrão (Standard Day) é de 15°, a Figura 18 representa o ábaco para definição da distância de decolagem, o qual este foi escolhido na disposição com temperatura mais próxima de 31°C.

Figura 18: Ábaco para verificar a distância de decolagem para aeronave do modelo B 737-800, considerando pista molhada, sem ação de vento, sem declividade da pista, melhor situação de decolagem e sem ar condicionado ativado.



Fonte: Boing (2013).

Extraindo a informação da Figura 18, tem-se que a pista deve ter 2500 metros de comprimento real, avaliando-se dentro de parâmetros sugeridos pelo ICAO.

b) Resistência de pavimento

Segundo dados recebidos diretamente da equipe da Infraero- Joinville, a resistência ACN-PCN verificada em 2015 foi de 38/F/B/W/U para a pista de pouso e decolagem e 43/R/B/W/(T-U) para o pátio de aeronaves. Utilizando-se o quadro de verificação de ACN-PCN conforme modelo de aeronave (BRASIL, 2016b), resultou-se que para as 8 aeronaves mais pesadas recebidas pelo aeroporto, três delas estão limitadas operacionalmente, permitindo a aeronave circular somente com um peso que é menor que sua capacidade máxima de peso para decolagem. A Figura 19 demonstra a afirmação citada acima.

Figura 19: Análise de ACN-PCN da pista de pouso e decolagem, avaliado em 2015, para as oito aeronaves mais pesadas que o aeroporto recebe atualmente.

Aeronave	MRW (t)	PRESSÃO (MPa)	38/F/B/W/U	43/R/B/W/(T - U)
A319	75,9	1,38	72,6 t (95,7% MRW)	71,5 t (94,2% MRW)
A320	78,4	1,44	71,0 t (90,6% MRW)	69,8 t (89,0% MRW)
ATR 72	22,7	0,83	Sem Restrição (100% MRW)	Sem Restrição (100% MRW)
B737-700W	70,3	1,38	Sem Restrição (100% MRW)	Sem Restrição (100% MRW)
B737-800W	79,3	1,43	68,1 t (85,9% MRW)	68,1 t (85,9% MRW)
E190	50,5	1,03	Sem Restrição (100% MRW)	Sem Restrição (100% MRW)
E195	52,4	1,06	Sem Restrição (100% MRW)	Sem Restrição (100% MRW)

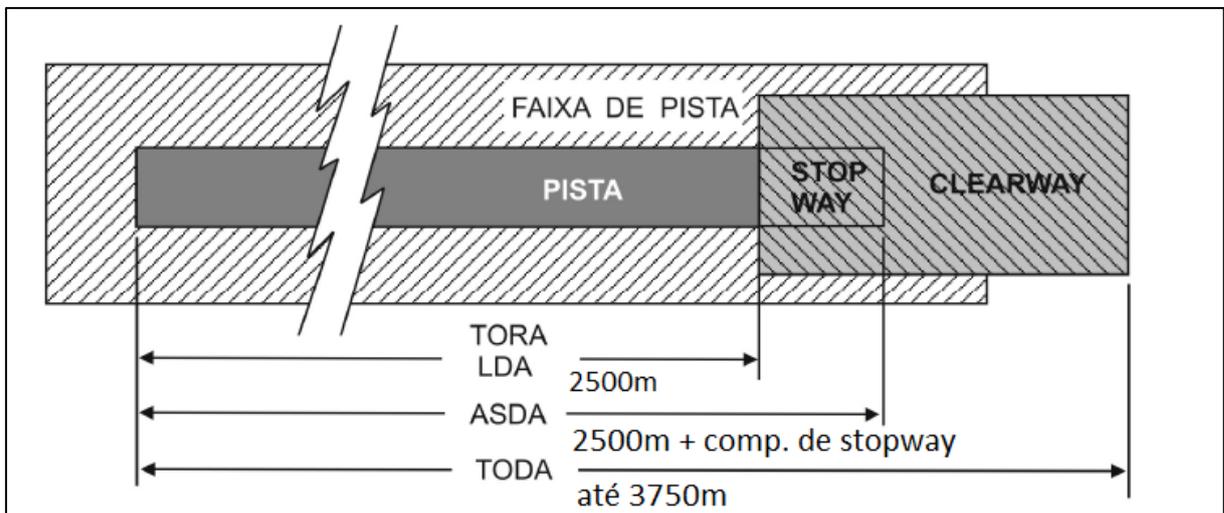
Fonte: Adaptado pelo Autor (2016).

Desse modo, com as aeronaves destacadas em amarelo, constata-se que as aeronaves que o aeroporto recebe atualmente não estão operando em condições máximas, limitando o potencial de capacidade do aeroporto em movimentar passageiros, caso as limitações sejam feitas pela quantidade de passageiros, visto que também pode-se limitar a capacidade de cargas que a aeronave pode transportar. Por isso, um ACN-PCN indicado para operar sem restrições, conforme dados ACFAP (BOING, 2016) para o modelo B737-800 (aeronave mais pesada e com a maior restrição), é um ACN de 45 para pavimento flexível e ACN de 52 para pavimento rígido.

c) Distâncias declaradas

As pistas de pouso e decolagem são caracterizadas para o operador de aeronaves como distâncias declaradas. Estas dimensões servem de base para o operador da aeronave planeje as operações dentro de condições de segurança como o pouso e a decolagem, por exemplo. Então, para os parâmetros adotados na Tabela 17 o esquema para as distâncias declaradas está representado na Figura 22.

Figura 20: Distâncias declaradas segundos os parâmetros normativos.



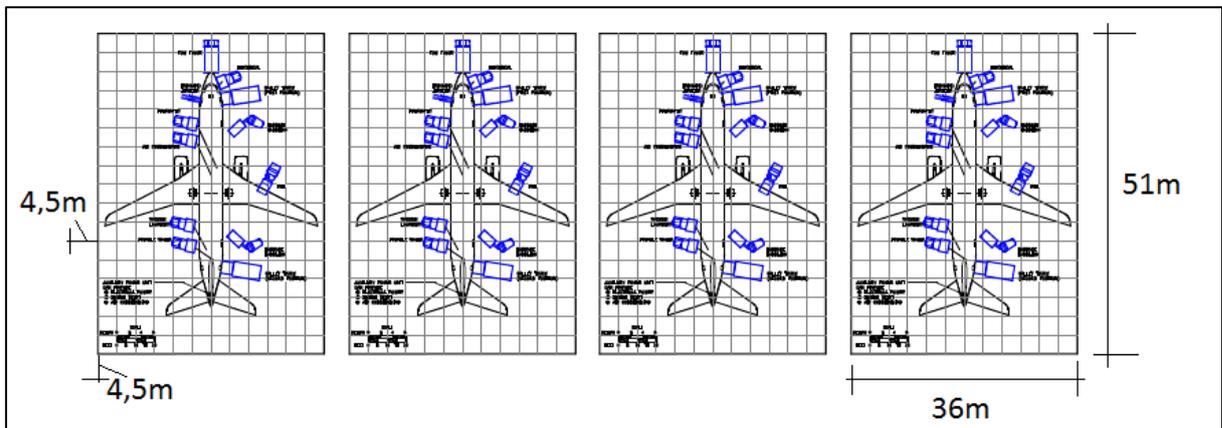
Fonte: Adaptado do RBAC 154 (Junho, 2012) (2016).

d) Tamanho do pátio de aeronaves

O cálculo de área necessária para operação de aeronaves será calculada para um pátio com 4 posições obedecendo como condição máxima, uma ocupação simultânea de 4 aeronaves com as maiores dimensões, pois esta condição garante um potencial de movimentar um volume até maior que um milhão de passageiros.

Para considerar dimensões máximas, a área do pátio de aeronaves será calculada utilizando-se o modelo B737-800 estacionados simultaneamente. Através das dimensões de saída da aeronave constadas no ACFAP, gera-se a Figura 21 que utiliza as dimensões da aeronave declaradas pelo fabricante em condições de operações como reboque, retirada de bagagens, reposição de combustível e entre outros para avaliar as dimensões de uma aeronave estacionada.

Figura 21: Simulação de pátio de aeronaves com 4 posições ocupadas por 4 modelos de aeronave B 737-800 simultâneos.

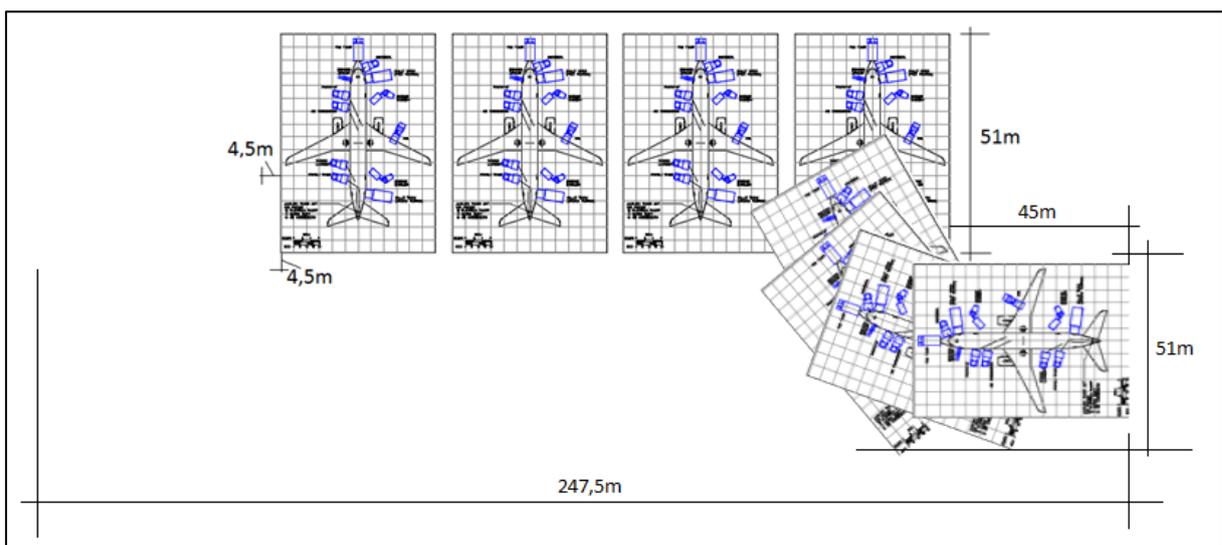


Fonte: Adaptado da Boing (2016).

Utilizando o fato de que se deve respeitar o recuo mínimo de 4,5 metros, medida gerada de acordo com o CRA 4C, as dimensões para esta área resulta em 166,5 metros x 60 metros, resultando em 9990 m² de área somente para aeronaves estacionadas.

Outra parte do cálculo envolve a área necessária para a aeronave ser manobrada quando ela precisa se posicionar para sair do pátio e chegar até a pista para iniciar a decolagem. Nesse contexto, o Aeroporto de Joinville possui duas cabeceiras que possibilitam a escolha de dois sentidos de decolagem, ou seja, as aeronaves das extremidades precisam de uma área lateral extra para completar a movimentação de saída do pátio, conforme a Figura 22. Assim a área necessária para a operação, estacionamento e saída, totaliza 22.640 m².

Figura 22: Área para movimentação das aeronaves saírem do pátio.



Fonte: Adaptado da Boing (2016).

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar a análise de conformidade dos dados do Aeroporto de Joinville com os elementos da Subparte C do RBAC 154 (Junho, 2012) que foram parametrizados.

Quanto aos resultados da análise, indica-se três tipos: a) em conformidade, b) fora de conformidade c) sem influência na conformidade.

6.1. CONFRONTO DE DADOS

Entre as 97 características físicas que fazem parte do processo de dimensionamento na Subparte C do RBAC 154 (Junho, 2012), 4 são definidas por critérios externos a esta norma. Para iniciar o processo de avaliação das características do Aeroporto de Joinville em relação aos parâmetros normativos é necessário equiparar todos os dados para posteriormente, organizá-los. Assim, a Tabela 18 apresenta os elementos analisados na Subparte C do RBAC 154 (Junho, 2012), as características físicas analisadas nestes elementos, seus parâmetros e os dados do Aeroporto de Joinville.

Tabela 18: Confronto entre características físicas do Aeroporto de Joinville e àquelas previstas em norma.

Subparte C do RBAC 154 (Junho, 2012)			Dados do Aeroporto de Joinville
Elementos	Características físicas	Parâmetros normativos	
1) Pista de pouso e decolagem	a) Orientação	Azimute verdadeiro 120°/ 99,96% de fator de utilização	Azimute verdadeiro 120°
	b) Localização da cabeceira	Extremidades da pista/	Extremidades da pista
	c) Comprimento real	2500 m	1540 m
	d) Largura	45 m	45 m
	e) Declividade longitudinal	Menor que 1%	0,06 %
	f) Declividade	Menor que 1,25%	x

	longitudinal por trecho		
	g) Mudanças de declividade longitudinal	Menor que 1,5%	x
	h) Raio mínimo de curvatura da superfície de transição que conecta dois trechos de declividades diferentes	Menor que 30.000m	x
	i) Distância visual quando mudanças de declividade não podem ser evitadas	Até 1250 m	x
	j) Distância mínima entre mudanças de declividade	Maior que 45 m	x
	k) Declividade transversal	Menor que 1,5%	x
	l) Resistência	PCN= 45/F/B/X/U	PCN= 33/F/B/X/U
	m) Superfície	Monitoramento	x
2) Acostamento	a) Existência	Não precisa	Não possui.
	b) Largura		
	c) Declividades		
	d) Resistência		
3) Área de giro	a) Existência	Não precisa.	Não possui.
	b) Recuos mínimos		
	c) Posicionamento		
	d) Acostamento		
	e) Resistência		
	f) Superfície		
4) Faixa de pista	a) Existência	Existe	Existe
	b) Comprimento	2620 m	1660 m
	c) Largura	150 m para cada lado do eixo da pista	300m
	d) Objetos na zona da faixa	Não devem existir	Pátio de aeronaves, pátios dos hangares, estrada pública, propriedades e rio
	e) Distância de faixa preparada a partir do eixo da pista (inclui a pista e área em torno)	75m para cada lado do eixo pista	x
	f) Declividade longitudinal para faixa preparada	Menor que 1,5%	x
	g) Mudanças de declividade na faixa preparada	Mais graduais possíveis	x
	h) Declividade	Menor que 2,5%	x

	transversal na faixa preparada			
	i) Declividade em toda faixa de pista	Menor que 5% ascendente		x
	j) Preparação da superfície	Monitoramento		x
	k) Resistência	Não especificado		x
5) Área de segurança de fim de pista (RESA)	a) Existência	Deve existir		Não possui*
	b) Comprimento	90m		
	c) Largura	90m		
	d) Objetos em RESA	Não devem existir		
	e) Limpeza e nivelamento	Área limpa, nivelada e pavimentada		
	f) Declividade longitudinal	Menor que 5% descendente		
	g) Declividade transversal	Menor que 5%		
	h) Resistência	Não especificado		
6) Zonas desimpedidas (clearways)	a) Existência	Recomendado		Não possui
	b) Localização	Fim da pista		
	c) Comprimento	Menor que 1250 m		
	d) Largura	75 m para cada lado do eixo da pista		
	e) Declividades	Menor que 1,25% ascendente		
	f) Mudanças de declividades	Em acordo com a pista		
	g) Existência de objetos	Não devem existir		
7) Zonas de parada (stopways)	a) Existência	Recomendado	Existe	Nas duas cabeceiras
	b) Largura	45m	45m	
	c) Comprimento	Não especificado	60 m	
	d) Declividade longitudinal	Menor que 1%		x
	e) Declividade longitudinal por trecho	Menor que 1,25%		x
	f) Mudanças de declividade long.	Menor que 1,5%		x
	g) Raio mínimo de curvatura da superfície de transição que conecta dois trechos de declividades diferentes	Menor que 30.000m		x
	h) Distância visual quando mudanças de declividade não	1250 m		x

* Dado foi obtido do Plano Diretor do Aeroporto de Joinville de 2010,mas atualmente já existe este elemento.

	puderem ser evitadas		
	i) Distância mínima entre mudanças de declividade	Maior que 45m	
	j) Declividade transversal	Menor que 1,5%	x
	k) Resistência	Não especificado	x
	l) Superfície	Monitoramento	x
8) Área de operação de rádio-altímetro	a) Existência	Deve existir	x
	b) Localização	Pré-cabeceira	x
	c) Comprimento	300m	x
	d) Distância para cada lado a partir do eixo da pista	60 m para cada lado do eixo da pista	x
	e) Mudanças de declividade	Menor que 2% a cada 30 m	x
9) Pista de táxi	a) Distância entre roda externa do trem de pouso principal e a borda da pista de táxi	Maior que 3 m	14,5 m
	b) Largura	Maior que 15 m	23 m
	c) Distância de borda livre em curvas	Maior que 3 m	15m
	d) Distâncias mínimas de separação para pistas de táxi	44 m	90m
	e) Junções e interseções	Maior que 3 m	x
	f) Declividade longitudinal	Menor que 1,5%	x
	g) Mudanças de declividade long.	Menor que 1% para cada 30 m	x
	h) Distância visual quando mudanças de declividades não podem ser evitadas	300 m	x
	i) Declividade transversal	Menor que 1,5%	x
	j) Resistência	Não especificado	x
	k) Superfície	Monitoramento	x
	l) Raio de curvatura para pistas de táxi de saída rápida	Maior que 550 m	200m
	m) Velocidade máxima na curva	Até 93 km/h	x
	n) Ângulo de interseção de uma pista de táxi de saída rápida com a pista de pouso	25° a 45°, de preferência 30°	x
	o) Existência de	Deve existir	x

	acostamentos		
	p) Largura (pista + acostamentos)	Maior que 25 m	x
10) Faixas de pista de táxi	a) Existência	Para todas, exceto aquelas que estão no pátio	Existe
	b) Largura	26m para cada lado do eixo da pista de táxi	26m
	c) Objetos na faixa	Não devem existir	50m
	d) Distância de trecho nivelado a partir do eixo da pista de taxi	12,5 m para cada lado do eixo da pista de táxi	x
	e) Declividade transversal ascendente do trecho nivelado	Menor que 2,5%	x
	f) Declividade transversal descendente do trecho nivelado	Menor que 5%	x
	g) Declividades transversais medidas a partir do eixo da pista de taxi	Menor que 5%	x
11) Baias de espera	a) Existência	Deve existir	Não possui
	b) Localização	Em interseções com pista de pouso	
	c) Distância mínima entre o eixo da pista de pouso até uma posição de espera	90 m com verificação de interferência em equipamentos	
12) Pátio de aeronaves	a) Tamanho	22.640 m ²	15.030 m ² m ²
	b) Resistência	52/F/B/X/U	33/F/B/X/U
	c) Declividades	Menor que 1%	x
	d) Afastamento entre posições de estacionamento de aeronaves	Maior que 4,5 m	x
	e) Posição isolada de estacionamento	Maior que 100 m	x
Legenda		Dados Fornecidos	
		Dados Estimados	
		Dados Desconhecidos	

Fonte: do Autor (2016).

A partir deste confronto, são feitas as análises por classificação de dados. Os dados analisados são: a) dados fornecidos e estimados e b) dados desconhecidos.

6.2. ANÁLISE DOS DADOS FORNECIDOS E ESTIMADOS DO AEROPORTO DE JOINVILLE

Os dados fornecidos e estimados do Aeroporto de Joinville totalizaram 53% de todas as características necessárias para verificar a sua conformidade com a Subparte C do RBAC 154 (Junho, 2012), normativa solicitada para os aeródromos que movimentam um milhão de passageiros.

A Tabela 19 apresenta o confronto entre as características do Aeroporto de Joinville, em relação aos dados fornecidos e estimados, com aquelas previstas na normativa analisada neste trabalho, incluindo a análise de conformidade das características.

Tabela 19: Confronto entre as características físicas do Aeroporto de Joinville e aquelas previstas em norma.

Elementos	Características físicas	Parâmetros do RBAC 154 (Junho, 2012)	Dados do Aeroporto de Joinville	Análise de conformidade
1) Pista de pouso e decolagem	Orientação	Azimute verdadeiro 120°/ 99,96% de fator de utilização	Azimute verdadeiro 120°	Ok
	Localização da cabeceira	Extremidades da pista	Extremidades da pista	Ok
	Comprimento real	2500 m	1640 m	Não conforme
	Largura	45 m	45 m	Ok
	Declividade longitudinal	Menor que 1%	0,06%	Ok
	Resistência	PCN= 45/F/B/X/U	PCN= 33/F/B/X/U	Não conforme.
2) Acostamento	Existência	Não precisa	Não possui.	Ok
	Largura			
	Declividades			
	Resistência			
3) Área de giro	Existência	Não precisa.	Não possui.	Ok
	Recuos mínimos			
	Posicionamento			
	Acostamento			
	Resistência			
	Superfície			
4) Faixa de pista	Existência	Existe	Existe	Ok
	Comprimento	2620 m	1880 m	Não conforme
	Largura	150 m para cada	300m	Ok

		lado do eixo da pista			
	Objetos na zona da faixa	Não devem existir	Pátio de aeronaves, pátios dos hangares, estrada pública, propriedades e rio		Não conforme
5) Área de segurança de fim de pista (RESA)	Existência	Deve existir	Não possui.		Não conforme
	Comprimento	90m			
	Largura	90m			
	Objetos em RESA	Não devem existir			
	Limpeza e nivelamento	Área limpa, nivelada e pavimentada			
	Declividade longitudinal	Menor que 5% descendente			
	Declividade transversal	Menor que 5%			
	Resistência	Não especificado			
6) Zonas desimpedidas (clearways)	Existência	Recomendado	Não possui		Não conforme
	Localização	Fim da pista			
	Comprimento	Menor que 1250 m			
	Largura	75 m para cada lado do eixo da pista			
	Declividades	Menor que 1,25% ascendente			
	Mudanças de declividades	Em acordo com a pista			
	Existência de objetos	Não devem existir			
7) Zonas de parada (stopways)	Existência	Recomendado	Existe	Nas duas cabeceiras	Ok
	Largura	45m	45m		Ok
	Comprimento	Não especificado	60 m		Sem influência
8) Pista de táxi	Distância entre roda externa do trem de pouso principal e a borda da pista de táxi	Maior que 3 m	14,5 m		Ok
	Largura	Maior que 15 m	23 m		Ok
	Distância de borda livre em curvas	Maior que 3 m	15m		Ok
	Distâncias	44 m	90m		Ok

	mínimas de separação para pistas de táxi			
	Raio de curvatura para pistas de táxi de saída rápida	Maior que 550 m	200m	Não conforme
9) Faixas de pista de táxi	Existência	Para todas, exceto aquelas que estão no pátio	Existe	Ok
	Largura	26m para cada lado do eixo da pista de táxi	26m	Ok
	Objetos na faixa	Não devem existir	50m	Ok
10) Baias de espera	Existência	Deve existir	Não possui	Não conforme
	Localização	Em interseções com pista de pouso		
	Distância mínima entre o eixo da pista de pouso até uma posição de espera	90 m com verificação de interferência em equipamentos		
11) Pátio de aeronaves	Tamanho	22.640 m ²	15.030 m ²	Não conforme
	Resistência	52/F/B/X/U	33/F/B/X/U	
Legenda		Dados Fornecidos		
		Dados Estimados		

Fonte: do Autor (2016).

Como é possível verificar, 25 dados, entre os 51 levantados, estão em conformidade enquanto que 26 não estão em concordância com os parâmetros definidos no RBAC 154 (Junho, 2012). A seguir, cada um dos elementos da Subparte C do RBAC 154 (Junho, 2012) são analisados individualmente.

6.2.1. Pista de pouso e decolagem

Para a pista de pouso decolagem foi possível identificar 66% de conformidade o que resultou em apenas duas divergências que estão em torno do seu comprimento da pista e da sua resistência de pavimento.

Conforme comprovado no Capítulo 5, a restrição operacional do peso da aeronave está em torno de 80% de sua carga máxima na avaliação da resistência do pavimento. No entanto, devido a diferença de 860 metros de comprimento de pista atual do aeroporto com o parâmetro normativo, a restrição operacional de peso da aeronave deve ser um valor maior para compensar a diferença da disponibilidade de distância para aeronave correr no solo até atingir seu ponto de subida, pois a velocidade de decisão que a aeronave atinge é função de dois fatores, nos quais um deles é o peso da aeronave. Outra forma de compensar a distância que não está disponível adequadamente para decolagem, é o aproveitamento Flaps, que são abas articuladas que permitem aumentar a sustentação e o arrasto, permitindo atingir melhores condições para efetuar a decolagem. Assim, para este elemento está declarado fora de conformidade.

6.2.2. Faixa de pista

Para o Aeroporto de Joinville a INFRAERO já sabia que a faixa de pista é uma problemática que afasta o aeroporto da conformidade com a RBAC 154 (Junho, 2012). E de fato, este elemento está ligado com muitas áreas que não deveria. Por exemplo, o próprio pátio de aeronaves está dentro desta zona de segurança. Mas o potencial problema está com a proximidade de áreas públicas, como estradas e residências, que aumentam o risco de danos a pessoas, equipamentos e edificações.

A conformidade para este elemento, atingiu-se uma identificação de 50% de conformidade, onde existência de objetos na faixa de pista acusa fora de conformidade.

6.2.3. Área de segurança de fim de pista

Este elemento físico, perante a norma, tem um caráter parcial de exigência, quanto a sua implantação. O texto da norma relata que deve ser implantado caso o aeroporto tenha disponibilidade territorial, mas não afirma como isto deve ser avaliado. Conforme comentado anteriormente sobre o acidente em Congonhas (2007), a RESA ganhou seu destaque neste acidente quando a ANAC exigiu a implantação de medidas corretivas imediatamente na época, o que resultou, com este susto, em uma minuta que orientou os operadores da infraestrutura aeroportuária no Brasil para tomar medidas rapidamente a fim de evitar grandes acidentes como o que acontecera (BRASIL, 2016a).

No caso do Aeroporto de Joinville, é inviável implantar uma RESA na cabeceira 15, pois os limites da própria stopway já estão bem próximos do limite territorial do aeroporto e se fosse implantando a única solução seria diminuir o comprimento da pista para implantação deste elemento*, o que restringiria mais ainda a operação de aeronaves. Mas, em contra partida, na direção da cabeceira 33 há espaço suficiente para implantá-la. Portanto o fato de haver espaço físico suficiente e que o aeroporto tem o código 4 do CRA, a falta deste elemento na cabeceira 33 é uma não-conformidade. Portanto este elemento não está em conformidade.

6.2.4. Zonas desimpedidas

Embora o Autor tenha colocado a existência deste elemento com existência recomendada, não quer dizer que, como o Aeroporto de Joinville não o possui, esteja fora de conformidade. A definição de existência desse elemento está ligada diretamente com a necessidade de garantir distâncias para as aeronaves atingirem suas velocidades de decisão e sua implantação também depende do que for optado pelo responsável do aeródromo. No caso da determinação do Autor, foi definida uma zona desimpedida dentro do limite máximo permitido, visando unicamente aumentar a segurança de operações de pouso e decolagem. Então, avaliando-se pela perspectiva da norma, a inexistência deste elemento no Aeroporto de Joinville não imprime influência sobre a conformidade, salvo o fato de que não houve dados suficientes para comprovar, por cálculo de distâncias X velocidades de decisão, a necessidade de existência deste elemento. Assim, este item está declarado em conformidade.

6.2.5. Zonas de parada

As stopway possuem a mesma particularidade das clearway, seus comprimentos são função de uma análise de necessidade para aeronaves que precisem de comprimentos maiores que o comprimento declarado da pista. E a sua existência também tem um caráter parcial onde depende do espaço físico disponível para implantação.

No entanto, para o caso do Aeroporto de Joinville, visto que a aeronave de projeto demandou uma distância de 2500 metros para decolagem, a existência da stopway beneficia aumetando a distância disponível para corrida da aeronave no solo.

* Segundo informado após a conclusão deste trabalho, atualmente o Aeroporto de Joinville possui RESA.

Mas fazendo uma análise simplificada através do objetivo de uma stopway, o comprimento realmente necessário para ela neste caso do Aeroporto de Joinville deveria ser o suficiente para completar a distância necessária de 2500 metros, pelo menos, o que já permitiria caracterizar como fora de conformidade. Entretanto, as restrições operacionais de peso máximo permitido das aeronaves muda completamente a análise do comprimento necessário para uma stopway, pois as velocidades de decisão estão também em função do peso da aeronave, deixando a avaliação de conformidade duvidosa. Portanto não há declaração sobre este elemento estar em conformidade ou não.

6.2.6. Pistas de táxi

As pistas de táxi apresentam um índice de conformidade das características físicas em torno de 80 %, das quais apenas o raio de curvatura apresenta valor inferior ao parâmetro normativo. Assim, este elemento está declarado fora de conformidade.

6.2.7. Faixas de pista de táxi

As faixas as pistas de táxi em si estão com 100% de conformidade. Os dados foram analisados considerando um trecho da pista de táxi ligada a cabeceira 15, resultando em uma perspectiva positiva para a atual configuração, pois o objeto estimado mais próximo está a 50 metros que representa quase o dobro do afastamento mínimo.

6.2.8. Baias de espera

Como atualmente não se tem nenhuma baia de espera, e para o tráfego de 1 milhão de passageiros, considerado com densidade alta de tráfego, está recomendado que tenha, este elemento está 100% fora de conformidade para o caso do aeroporto atingir tal situação proposta.

As baias de espera são de longe, para o condicionamento proposto neste trabalho, o maior desafio para infraestrutura aeroportuária se adaptar, pois envolvem dúvidas como: onde implantar? Quantas implantar? De que forma implantar? Características estas que não são relacionadas na referida norma. Além disto, o aeroporto ainda deve construir uma nova estrutura de sinalização para servir como semáforo para controlar o tráfego de aeronaves.

6.2.9. Pátio de aeronaves

O pátio esteve julgado impróprio desde o princípio de verificação da condição do aeroporto ao atingir 1 milhão de passageiros, na qual suas condições físicas atuais já não comportavam movimentar tal volume de passageiros. E conforme os resultados está declarado fora de conformidade.

O cálculo de área do pátio foi feito sobre a área necessária de operações como estacionamento e movimentações de saída das aeronaves, e já indica uma defasagem na área necessária para 4 posições. Ainda há áreas adjacentes de circulação de funcionários, equipamentos e entre outros que não foram consideradas, e podem aumentar esta defasagem ainda mais.

6.2.10. Resistências

O próprio texto da norma trata que as áreas devem oferecer uma resistência suficientemente adequada para suportar a aeronave sem causar danos estruturais a ela. O que não se entende é porque, falando das áreas adjacentes as pistas que geralmente são de vegetação gramínea em aeroportos, mantém-se este padrão de superfície, sendo que, se uma aeronave de fato atingir estas áreas, elas provavelmente penetrarão no solo, fazendo assim com que a aeronave sai de seu ponto de equilíbrio em termos de distribuição de carregamento, ocasionando excentricidades na forma com que o peso da aeronave se distribui no trem de pouso, potencializando ou dando possibilidade para que ela sofra danos estruturalmente, prejudicando a prestação dos serviços de transporte aéreo no dia em que ocorrer o fato.

Nesse sentido, o Autor deste trabalho cria a situação a favor da segurança, estabelecendo que áreas como as faixas preparadas necessitem de algum tratamento de rigidez ou até a pavimentação, mesmo que semelhante a estrutura aplicada para stopways, que geralmente é projetada para ciclos menores de movimentação de aeronaves e que possui um custo menor que o da pista de pouso e decolagem, evidenciando que seja declarada a resistência desta superfície para facilitar a verificação de ocorrência ou não de danos estruturais nas aeronaves, caso elas acessem estas áreas.

6.3. CONFRONTO DE DADOS DESCONHECIDOS DO AEROPORTO DE JOINVILLE COM OS PARÂMETROS NORMATIVOS

Os dados desconhecidos foram contabilizados em 47% de todos os dados da Subparte C. Suas principais características não conhecidas são as resistências dos pavimentos e das áreas não pavimentadas, as declividades e sobre o controle de irregularidades da superfície. Assim a Tabela 20 alinha os dados desconhecidos com os parâmetros normativos.

Tabela 20: Confronto de dados desconhecidos com parâmetros normativos.

Elementos	Características físicas	Parâmetros normativos	Dados do Aeroporto de Joinville
Pista de pouso e decolagem	Declividade longitudinal por trecho	Menor que 1,25%	x
	Mudanças de declividade longitudinal	Menor que 1,5%	x
	Raio mínimo de curvatura da superfície de transição que conecta dois trechos de declividades diferentes	Menor que 30.000m	x
	Distância visual quando mudanças de declividade não podem ser evitadas	Até 1250 m	x
	Distância mínima entre mudanças de declividade	Maior que 45 m	x
	Declividade transversal	Menor que 1,5%	x
	Superfície	Monitoramento	x
Faixa de pista	Distância de faixa preparada a partir do eixo da pista (inclui a pista e área em torno)	75m para cada lado do eixo pista	x
	Declividade longitudinal para faixa preparada	Menor que 1,5%	x
	Mudanças de declividade na faixa preparada	Mais graduais possíveis	x
	Declividade transversal na faixa preparada	Menor que 2,5%	x
	Declividade em toda faixa de pista	Menor que 5% ascendente	x
	Preparação da superfície	Monitoramento	x
	Resistência	Não especificado	x
Zonas de parada (Stopway)	Declividade longitudinal	Menor que 1%	x
	Declividade longitudinal por trecho	Menor que 1,25%	x
	Mudanças de declividade long.	Menor que 1,5%	x
	Raio mínimo de curvatura da superfície de transição que	Menor que 30.000m	x

	conecta dois trechos de declividades diferentes		
	Distância visual quando mudanças de declividade não puderem ser evitadas	1250 m	x
	Distância mínima entre mudanças de declividade	Maior que 45m	
	Declividade transversal	Menor que 1,5%	x
	Resistência	Não especificado	x
	Superfície	Monitoramento	x
Área de operação de rádio-altímetro	Existência	Deve existir	x
	Localização	Pré-cabeceira	x
	Comprimento	300m	x
	Distância para cada lado a partir do eixo da pista	60 m para cada lado do eixo da pista	x
	Mudanças de declividade	Menor que 2% a cada 30 m	x
Pista de táxi	Junções e interseções	Maior que 3 m	x
	Declividade longitudinal	Menor que 1,5%	x
	Mudanças de declividade long.	Menor que 1% para cada 30 m	x
	Distância visual quando mudanças de declividades não podem ser evitadas	300 m	x
	Declividade transversal	Menor que 1,5%	x
	Resistência	Não especificado	x
	Superfície	Monitoramento	x
	Velocidade máxima na curva	Até 93 km/h	x
	Ângulo de interseção de uma pista de táxi de saída rápida com a pista de pouso	25° a 45°, de preferência 30°	x
	Existência de acostamentos	Deve existir	x
Largura (pista + acostamentos)	Maior que 25 m	x	
Faixas de pista de táxi	Distância de trecho nivelado a partir do eixo da pista de taxi	12,5 m para cada lado do eixo da pista de táxi	x
	Declividade transversal ascendente do trecho nivelado	Menor que 2,5%	x
	Declividade transversal descendente do trecho nivelado	Menor que 5%	x
	Declividades transversais medidas a partir do eixo da pista de taxi	Menor que 5%	x
Pátio de aeronaves	Declividades	Menor que 1%	x
	Afastamento entre posições de estacionamento de aeronaves	Maior que 4,5 m	x
	Posição isolada de estacionamento	Maior que 100 m	x
Legenda		Dados Desconhecidos	

Fonte: do Autor (2016).

A estruturação da Tabela 20 com relação aos dados desconhecidos tem um propósito de apresentar claramente as características que não foram verificadas, contribuindo com agilidade para a INFRAERO verificar tais características posteriormente.

Conforme a Tabela 20, há 46 dados desconhecidos dos 97 dados necessários para completar a análise de conformidade, o que resultou em uma verificação de apenas 53% de todas as características identificadas na Subparte C do RBAC 154 (Junho, 2012).

Portanto, a análise geral sobre o Aeroporto de Joinville é construída com base no cenário dos resultados obtidos.

6.4. AVALIAÇÃO GERAL SOBRE A CONFORMIDADE DO AEROPORTO DE JOINVILLE

Utilizando o levantamento da classificação dos dados, obtém-se que 33% das verificações foram feitas sobre dados fornecidos, 20% sobre dados estimados e 47% sobre dados desconhecidos. O índice de verificação de todos os dados obtidos ficou na faixa de 53%.

Em termos de conformidade de todos os elementos considerados pelo RBAC para o lado ar da infraestrutura aeroportuária, apresentou-se que 47% de características físicas estão em conformidade, onde apenas 4, dos 11 elementos que continham dados, estão com 100% de conformidade.

Embora este resultado pareça negativo, não significa que o Aeroporto de Joinville deve fechar suas portas hoje por não ter uma infraestrutura adequada, pois há diversos instrumentos que o permitem operar como um Estudo Aeronáutico, por exemplo, que representa um documento onde o operador do aeródromo pode comprovar que as operações estão com níveis de segurança adequados. Além deste documento, o aeroporto ainda pode implantar diversas restrições operacionais como a limitação de carga em uma aeronave, por exemplo, para garantir a segurança das operações.

O Aeroporto de Joinville já confirmou um pouco mais que 500 mil passageiros movimentados anualmente em 2015 e as mudanças propostas neste trabalho devem ocorrer até o momento em que o Aeroporto atingir a movimentação de 1 milhão de passageiros. Portanto, ainda há tempo para que as adaptações sejam concluídas até atingir esta condição.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A infraestrutura aeroportuária um importante fator que influencia na segurança das operações realizadas no transporte aéreo. O atendimento às normas estabelecidas garantem as condições mínimas de segurança para que as atividades ocorram de modo esperado. Nesse sentido, o RBAC 154 (Junho, 2012) estabelece as características que um aeródromo que está preste a movimentar um milhão de passageiros deve apresentar para que essas condições possam ser respeitadas.

O RBAC 154 é uma normativa de caráter parcial, ou seja, dependendo da condição em que o aeroporto estiver, ele deve ou não se sujeitar a ela. No entanto, pode-se assumir que sua obrigatoriedade surge quando aeroportos estão prestes atingir a movimentação anual de 1 milhão de passageiros*, pois a referida norma é um requisito que já deve estar homologado obrigatoriamente devido a Certificação Operacional de Aeródromos.

A mídia reporta que os administradores do Aeroporto de Joinville consideram há alguns anos que o volume de um milhão de passageiros será atingido nos próximos anos, devendo estar preparado para enfrentar os novos desafios alavancados pelo novo volume.

Assim, o objetivo geral deste trabalho foi averiguar sobre as prováveis mudanças que devem ocorrer na infraestrutura aeroportuária no caso do Aeroporto de Joinville atingir em um curto prazo a movimentação de um milhão de passageiros.

Para tanto, o trabalho foi desenvolvido através seis etapas: 1) leitura e entendimento do contexto do RBAC 154 (Junho, 2012), 2) classificação dos dados, 3) construção do cenário, 4) coleta de dados, 5) geração dos parâmetros normativos e, por fim, 6) a comparação entre dados do Aeroporto de Joinville e os parâmetros estabelecidos pela Subparte C do RBAC 154 (Junho, 2012).

A estruturação proposta permitiu alcançar os objetivos, mostrando que:

- A leitura e o entendimento do RBAC 154 (Junho, 2012) guiou os rumos deste trabalho, permitindo organizar o que se precisava para seguir adiante até

* Após a conclusão deste trabalho, soube-se que ao final de 2015 (nov.) houve uma revisão da RBAC 139 que gerou novas condições de aplicabilidade, alterando também a aplicabilidade do RBAC 154 por estar interligado ao RBAC 139.

atingir o objetivo. Já a classificação dos dados, possibilitou verificar os níveis de veracidade ao fim da análise a fim de constatar as dificuldades.

- A construção do cenário foi a raiz para gerar toda a situação da análise. No entanto, mesmo que durante este trabalho foram levantadas várias justificativas e notificações, o fato de que a verificação foi feita em cima de dados de previsão, o resultado perde um pouco de coesão pois não está embasado de fato nos dados de 2016. Os próprios métodos de capacidade utilizados já possuem diversas críticas quanto a sua integridade, o que levou ao desenvolvimento atual, fazer análises por softwares. A análise eletrônica é extremamente rica porque permite avaliar diversas composições de incógnitas, avaliando de forma reversa, extrapolando, enfim, a variedade de dados e suas precisões são de grande estima. Assim, uma das falhas deste trabalho foi não aplicar modelagens por softwares.
- A geração de parâmetros normativos é quase como dimensionar todas as referidas características relevantes para a infraestrutura aeroportuária, entretanto destaca-se que o terminal de passageiros não é avaliado através desta normativa. As determinações dos parâmetros dependem diretamente da aeronave de projeto e esta, depende diretamente das condições consideradas na problemática de movimentar 1 milhão de passageiros, o que remete novamente a importância da qualidade em se aplicar modelagens para definir cenários de estudo. Nesta etapa, houve uma grande dificuldade em tentar dimensionar o pavimento. Pois não havia conexão alguma que relacionasse o volume de 1 milhão de passageiros, mix de aeronaves estimado para o ano de 2016 com o PAMA, a fim de se tentar estimar a movimentação anual por modelo de aeronave. Depois de tanto pesquisar e pensar, este parâmetro não foi gerado com êxito total, afinal apenas verificou-se que o ACN-PCN* acusava a limitação operacional de aeronaves.

A comparação dos dados com os parâmetros resultou em apenas 4 elementos em conformidade dos 11 elementos avaliados. Por esta razão, a adequação do aeroporto demandará grandes vultos de investimento, pois a pista de pouso e decolagem e o pátio de aeronaves exigem grandes mudanças físicas, tanto de deslocamento como ampliação. Outros fatores que podem encarecer são áreas urbanizadas e a presença de um curso da água em

* Após a conclusão do trabalho, a reavaliação do ACN-PCN indicou um resultado satisfatório para este trabalho.

torno do Aeroporto de Joinville, que estão exatamente na projeção da ampliação da pista carecendo de obras caras como construção de túnel e deslocamento de curso de água.

Portanto, surge uma questão financeira que deve ser analisada sobre o que vale a pena investir se, seria uma adequação ou a construção de um novo aeroporto em outro local, visto que para atingir apenas um milhão de passageiros muitos elementos da infraestrutura do lado ar já não estão em conformidade.

Quanto às contribuições propostas, de contextualizar a importância da infraestrutura do lado ar para o desenvolvimento de um aeroporto assim como sintetizar o contexto normativo do RBAC 154 foram alcançadas com sucesso também. No entanto, a contribuição com os estudos do Plano Diretor do Aeroporto de Joinville indicando possíveis mudanças ainda não previstas, não foi totalmente cumprido, pois a falta de dados não permitiu uma avaliação completa. Mesmo assim, o estudo ainda contribui com a verificação de parte dos dados, deixando evidentes os que ainda faltam verificar.

REFERÊNCIAS

ADELSON, Luis. **How to Improve Air Safety?**. Disponível em: <http://crm4pilot.blogspot.com.br/2013_07_01_archive.html>. Acesso em: 01.mai.2016.

AIR MAIL PIONEERS. **A brief history of the air mail service of the U.S. post office department**. Disponível em: <<http://www.airmailpioneers.org/content/Sagahistory.htm>>. Acesso: 15.nov.2015.

ALBUQUERQUE, Rafael M. **Um Estudo da Malha Aeroportuária Brasileira**. 2005. 52 p. Dissertação (Graduação) – Programa de Graduação em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, São Paulo, 2005.

ALVES, Claudio Jorge Pinto; CARVALHO, Luciana Ferreira. O desafio da infraestrutura aeroportuária para a copa do mundo de 2014. In: XV Encontro de Iniciação Científica e Pós Graduação, **Anais...** Instituto Tecnológico de Aeronáutica de São José dos Campos: 19 a 22 de outubro de 2009.

ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE TRANSPORTE AÉREO – IATA. **Airpot Operations: Course Textbook**. Montreal, Geneva: IATA, 2011.

AVIAÇÃO MARTE. **Apostila de sistemas de comunicação e navegação**. Disponível em: <<http://aviacaomarte.com.br/wp-content/uploads/2015/04/13Sist-Comunicacao-e-Navegacao1.pdf>>. Acesso em: 25.jun.2016.

AZEREDO, Gabriel Q. Fatores que condicionam a construção de pistas em aeródromos. **Revista Eletrônica da Graduação: Publicação de TCC**. Porto Alegre, n. 1, 32. 2011.

BARBOSA, Fábio Nobre. **Estudo do acréscimo da capacidade aeroportuária através da ampliação e modernização do terminal de passageiros – análise baseada no projeto de ampliação do terminal norte do aeroporto internacional de Miami**. 2011. 108p. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, São Paulo, 2011.

BOING. **Airplane Characteristics for Airport Planning**. Disponível em: <<http://www.boeing.com/assets/pdf/commercial/airports/acaps/737.pdf>>. Acesso em: 11/06/2016.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **A ANAC**. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/Area.aspx?ttCD_CHAVE=7>. Acesso: 15.nov.2015a.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 154**. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbac/RBAC154EMD01.pdf>>. Acesso: 08.out.2015b.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 139**. Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/transparencia/audiencia/aud01_2013/1%20-%20Regulamento%20-%20RBAC%20139%20-%20Emenda%202%20-%20AP.pdf>. Acesso: 15.set.2015c.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **PORTARIA ANAC Nº 1618/SIA, DE 24 DE JUNHO DE 2013**. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/portarias/2013/PA2013-1618.pdf>>. Acesso: 15.set.2015d.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Consulta pública vai regulamentar áreas de escape para os aeroportos**. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/imprensa/nota051007.asp>>. Acesso: 17.jun.2016a.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Instrução de Aviação Civil 157-1001**. Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/biblioteca/iac/IAC157_1001.pdf>. Acesso: 16.jun.2016b.

BRASIL. Departamento de Controle do Espaço Aéreo – DECEA. **Curso de capacidade de pistas ASMU 2011**. Disponível em: <<http://www.icao.int/sam/documents/2011/airportcap2/apresenta%C3%87%C3%83o%20capacidade%20de%20pista.pdf>>. Acesso em: 29.jun.2016c.

BRASIL. Comando da Aeronáutica e Departamento de Aviação Civil – DAC. Instituto de Aviação Civil – IAC. **Manual de Implementação de Aeroportos**. Rio de Janeiro, 2004.

INFRAERO. **Sobre a Operação nos Aeroportos**. Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/index.php/perguntas-frequentes/sobre-a-operacao-dos-aeroportos.html#51>>. Acesso em: 22.jun.2016.

BRILL, David R. **Flexible Pavement Design: FAARFIELD 1.305 Hands-On training**. Disponível em: <<http://www.icao.int/nacc/documents/meetings/2013/alacpa10/alacpa10-p17.pdf>>. Acesso em: 15.jun.2016.

EDWARDS, Brian. **The modern airport terminal**. London: Spon Press, 2005.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Airport Pavement Design and Evaluations: AC/150/6320-6E**. Disponível em: <http://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150_5320_6e.pdf>. Acesso em: 15.jun.2016.

GROTTI, Dinorá A. M. As agências reguladoras. **Revista eletrônica de Direito Administrativo Econômico**. Salvador, n. 6, 30, maio/jul. 2006.

HORONJEFF, Robert et al. **Planning & Design of Airports**. Nova York: McGraw-Hill, 2013.

INFRAERO. **Plano Diretor do Aeroporto Lauro Carneiro de Loyola – SC – PDIR – SBJV: relatório de síntese**. 2012. Joinville, rev. 1, abr. 2013.

INFRAERO. **Aeroporto de Joinville – Lauro Carneiro de Loyola: O aeroporto**. Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/index.php/br/aeroportos/santa-catarina/aeroporto-de-joinville.html>>. Acesso em: 05.jun.2016.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION - ICAO. **Airport planning Manual**. 2 ed; 1987.

INTERTACIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Who we are**. Disponível em: <<http://www.icao.int/secretariat/TechnicalCooperation/Pages/Whoweare.aspx>>. Acesso: 15.nov.2015.

JUNIOR, Adival A. M. **Indicadores de qualidade de terminais de passageiros de Aeroportos**. 2003. 130 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Especialização em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, São Paulo, 2003.

KEOGH, Edward A. **A brief history of the air mail service of the u. S. Post office department**. Disponível em: <<http://www.airmailpioneers.org/content/Sagahistory.htm>>. Acesso: 14.nov.2015.

KERDINA. **Evolução dos transportes**. Disponível em: <<http://meios-de-transporte.info/evolucao-dos-transportes.html>>. Acesso em: 27.maio.2016.

MATUCK, Ana R. et al. **Aeroportos: de “não-lugares” a pequenas cidades**. 1999. Disponível em: <<http://cobogo.sites.uol.com.br/ensaio04.htm>>. Acesso em 09/10/2010.

MCKINSEY&COMPANY. **Estudo do Setor de Transporte Aéreo no Brasil: Relatório Consolidado**. Disponível em < http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/empresa/pesquisa/chamada3/sumario_executivo.pdf>. Acesso em: 08.jun.2016.

MEDAU, João C. **Análise de Capacidade do Lado Aéreo de Aeroportos Baseada em Simulação Computacional: Aplicação ao Aeroporto de São Paulo – Congonhas**. 2011. 123 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Especialização em Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

MEDEIROS, Francisco Cesar de. **As não-conformidades construtivas dos sistemas de pistas dos aeroportos brasileiros no que diz respeito às regras de segurança operacional**. 2009. 80 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Especialização em Gestão da Aviação Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

MORAIS, Ludmila Rodrigues de; PEREIRA, Pedro Henrique. Os aeroportos em debate: contexto e críticas sobre o caso do Brasil. In: IX Seminário de Iniciação Científica, VI Jornada de Pesquisa e Pós-Graduação e Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, **Anais...** Universidade Estadual de Goiás: 19 a 21 de outubro de 2011.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Anexo XIV- Norma de Aeródromos: projeto de aeródromos e operações**. Disponível em: < <http://www.icao.int/safety/implementation/library/manual%20aerodrome%20stds.pdf>>. Acesso em: 10.jun.2016.

ROPERO, Caroline. **Quem foi Albert Santos Dumont?**. Disponível em: <<http://www.dgabc.com.br/Noticia/467937/quem-foi-alberto-santos-dumont>>. Acesso em: 27.maio.2016.

SÁ, Teresa. **Lugares e não lugares em Marc Augé**. Agosto de 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-20702014000200012&script=sci_arttext>. Acesso: 14.nov.2015.

SILVEIRA, Renan Dias. **Aeroporto de Joinville celebra a marca de 500 mil passageiros em 2015**. Disponível em: < <http://ndonline.com.br/joinville/noticias/295873-aeroporto-de-joinville-chega-a-500-mil-passageiros-no-ano.html> >. Acesso em: 07.abr.2016.

SÓRIA, Manoel H. A. **Comprimento de pistas**. Disponível em: < <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwix7f3IkqTNAhXDG5AKHQuSCy8QFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.stt.eesc.usp.br%2Findex.php%2Fmaterial-didatico%2Fcategory%2F34-stt0618-transporte-aereo%3Fdownload%3D131%3Aprofsoria-comprimento-de-> >

pista&usg=AFQjCNGvJ6OHfHg2ShkqjvB7PwhII2H2hQ&sig2=629MEOT-0ih_K55pisI-DA&bvm=bv.124272578,d.Y2I>. Acesso em: 11.jun.2016.

TEIXEIRA, Marília A. **A Influência da iluminação natural no desenho ambiental de edificações aeroportuárias**. 2007. 282 p. Dissertação (mestrado) - Programa de especialização em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

THESE, Guilherme. **Origens do motor a jato (turbina)**. Disponível em: <<https://paginamundodaciencia.wordpress.com/2013/08/10/motor-a-jato-turbina-2/>>. Acesso em: 27.mai.2016.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Dimensionamento e Projeto Básico de um Terminal de Passageiros de Aeroporto**. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:d1WSMudU5JMJ:www.fau.usp.br/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aut0133/Tps_Exercicio.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 16.jun.2016.

VENTURI, L.A.B. **Bases Teóricas, Metodológicas e Conceituais da Pesquisa em Geografia Física**. Material Didático (slides) – Programa de Pós Graduação em Geografia Física, Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, 2º semestre de 2011.
WELLS, Alexander T. YOUNG, Seth. **Airport, Planning & Management**. New York: McGraw-Hill, 2004.

YUGUE, Priscilla. **Avaliação de Capacidade Atual de Sítio Aeroportuário Destinado à Aviação Regional**. 2013. 77 p. Dissertação (Graduação) – Programa de Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, São Paulo, 2013.