

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO TECNOLÓGICO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

HUMBERTO ASSIS DE OLIVEIRA SOBRINHO

**ANÁLISE DA INFRAESTRUTURA DO LADO AÉREO DO AEROPORTO  
INTERNACIONAL DE NAVEGANTES**

Florianópolis

2016

HUMBERTO ASSIS DE OLIVEIRA SOBRINHO

**ANÁLISE DA INFRAESTRUTURA DO LADO AÉREO DO AEROPORTO  
INTERNACIONAL DE NAVEGANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. Amir Mattar Valente  
Coorientador: Dr. Edésio Elias Lopes

Florianópolis

2016

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

Oliveira Sobrinho, Humberto Assis de  
Análise da infraestrutura do lado aéreo do Aeroporto  
Internacional de Navegantes / Humberto Assis de Oliveira  
Sobrinho ; orientador, Amir Mattar Valente ; coorientador,  
Edésio Elias Lopes. - Florianópolis, SC, 2016.  
71 p.

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

Inclui referências

1. Engenharia Civil. 2. Infraestrutura aeroportuária.  
3. lado aéreo. 4. diagnóstico. 5. aeroporto de Navegantes.  
I. Valente, Amir Mattar. II. Lopes, Edésio Elias. III.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Engenharia Civil. IV. Título.

ANÁLISE DA INFRAESTRUTURA DO LADO AÉREO DO AEROPORTO  
INTERNACIONAL DE NAVEGANTES

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

Florianópolis, 30 de junho de 2016.

Prof. Luis Alberto Gómez, Dr.  
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

  
Prof. Dr. Amair Mattar Valente  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Dr. Edésio Elias Lopes  
Coorientador

Prof. Dr. Alexandre Hering Coelho  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Examinador externo

Eng. Felipe Zacchi Gómez  
Examinador externo

*Dedico este trabalho aos meus pais, Marta e Hugo, pois sem eles nada disto seria possível.*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Hugo e Marta, pelo apoio incondicional durante todos estes anos, por todo amor e oportunidades que me proporcionaram durante toda a jornada.

À toda minha família, pela união, apoio e incentivo sempre que precisei. Em especial a meus irmãos Hugo e Heron, pelo crescimento que tivemos juntos e todos os ensinamentos vindos da convivência.

Aos meus amigos, os que conheci antes da faculdade e ao longo dela, os que conheci em terras brasileiras e estrangeiras e os que moraram comigo ao longo deste tempo. As melhores memórias e a maioria do aprendizado sempre foram ao lado de um bom amigo.

À Marcela, pelas palavras de conforto e carinho, pelo companheirismo e paciência, que foram essenciais para a conclusão deste trabalho.

Ao Professor Amir Mattar Valente, por ter aceitado o desafio de ser meu orientador após minha mudança de tema de trabalho.

Ao Dr. Edésio Elias Lopes, coorientador deste trabalho, por ter assumido a responsabilidade e ter apoiado e guiado este estudo do início ao fim, apesar das adversidades. Pela disposição em passar seus conhecimentos, pela disponibilidade e, sobretudo, pela paciência.

À Engenheira Civil da Infraero Rubia Raquel Luvizão, pela disponibilidade no atendimento e pela atenção durante a visita técnica ao aeroporto. Aos funcionários da Infraero Edson Ritcher, Edson Luiz e Jailson Rafael pela colaboração no levantamento de dados, além do superintendente do aeroporto de Navegantes Edson Antunes Nogueira pela autorização do fornecimento das informações.

Por fim à UFSC, pela estrutura e oportunidades disponibilizadas, e por ter feito parte tanto do meu crescimento profissional como pessoal ao longo da graduação.

## RESUMO

Há mais de uma década o transporte aéreo no Brasil vem apresentando crescimento, mesmo com crises na economia. Contudo, a infraestrutura aeroportuária não acompanhou este crescimento, resultando em queda no nível de serviço. Portanto, a expansão da infraestrutura aeroportuária é necessária para o país, e estudos devem ser feitos para assegurar a sua eficácia visto os altos investimentos e a complexidade do processo. Sendo assim, este trabalho traz uma análise da infraestrutura do lado aéreo do Aeroporto Internacional de Navegantes – Ministro Victor Konder. A análise foi feita através da caracterização do aeroporto e em seguida do diagnóstico dos elementos do lado aéreo em relação às normas vigentes, nacionais e internacionais. Os resultados mostraram que a configuração de pista atual comporta a demanda de voos regulares, e sugestões foram dadas para outros resultados da análise. Além disso, é recomendado estender a análise da infraestrutura para outros subsistemas do aeroporto, realizando um diagnóstico completo. Assim é possível a avaliação do aeroporto e a realização de propostas de adequações que visem a evolução do aeroporto como um todo.

**Palavras-chave:** Infraestrutura aeroportuária; lado aéreo; diagnóstico; aeroporto de Navegantes.

## **ABSTRACT**

For over a decade air travelling in Brazil has been showing growth, even with crises in the economy. However, the airport infrastructure has not followed this growth, resulting in a service level drop. Therefore, the airport infrastructure expansion is necessary for the country, and studies should be done to ensure its effectiveness because the high investments and the complexity of the process. Thus, this paper presents an analysis of the airside infrastructure of the Aeroporto Internacional de Navegantes - Ministro Victor Konder. The analysis was done by characterizing the airport and then diagnosing the airside elements in relation to current national and international standards. The results showed that the existent runway and taxiway configuration can support the current demand for scheduled flights, and suggestions were given to the other results of the analysis. In addition, it is recommended to extend the analysis of the airport infrastructure to other subsystems, making a complete diagnosis. As a result, it is possible to evaluate the total airport infrastructure and to propose improvements aiming the airport evolution.

**Keywords:** Airport infrastructure; airside; diagnosis; Navegantes airport.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Subsistemas de um aeroporto.....	18
Figura 2 - Código de referência do aeródromo.....	21
Figura 3 - Método .....	35
Figura 4 - Muro patrimonial .....	41
Figura 5 – Área patrimonial atual do aeroporto de Navegantes .....	42
Figura 6 - Pista de pouso e decolagem.....	43
Figura 7 - Pistas de táxi.....	44
Figura 8 - Pátios de aeronaves .....	45
Figura 9 - Terminal de passageiros.....	46
Figura 10 - Seção contraincêndio do aeródromo (SCI) .....	48
Figura 11 - Ábaco do Boeing 737-800 para determinação do comprimento de pista a partir do peso de pouso .....	50
Figura 12 - Ábaco do Boeing 737-800 (STD+15°C) para determinação do comprimento de pista utilizando peso de decolagem. ....	52
Figura 13 - Faixa de pista de pouso e decolagem e área não-conforme .....	54
Figura 14 - Projeções das áreas das RESAs.....	55
Figura 15 - Distância entre eixo da pista de pouso e decolagem e eixo da <i>taxilane</i> .....	56
Figura 16 - Espaços de estacionamentos de aeronaves.....	58
Figura 17 – Verificação da capacidade horária da pista para voos regulares .....	61
Figura 18 - Novo sítio aeroportuário .....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das aeronaves.....	28
Tabela 2 - Capacidade horária para uma única pista de pouso e decolagem.....	29
Tabela 3 - Fator de correção da capacidade de pista em função do croqui do sistema de pistas..	29
Tabela 4 - Fator de correção da capacidade da pista em função das instalações de auxílio à navegação aérea .....	30
Tabela 5 - Distâncias declaradas.....	43
Tabela 6 - Número de operações por semana das aeronaves operantes no aeroporto de Navegantes. .....	59
Tabela 7 - Mix de aeronaves.....	59
Tabela 8 – Não-conformidades do lado aéreo do aeroporto.....	62

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil

INFRAERO – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária

ICAO – International Civil Aviation Organization

FAA – Federal Aviation Administration

DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo

RBAC – Regulamento Brasileiro de Aviação Civil

IAC – Instrução de Aviação Civil

IFR – Instrumental Flight Rules

VRF – Visual Flight Rules

HOTRAN – Horário de Transporte

AC – Advisory Circular

RESA – Runway End Safety Area

PDIR – Plano Diretor Aeroportuário

ACN – Aircraft Classification Number

PCN – Pavement Classification Number

# SUMÁRIO

1	Introdução .....	13
1.1	Histórico do Aeroporto Internacional de Navegantes – Ministro Victor Konder .....	14
1.2	Justificativa .....	15
1.3	Objetivos .....	15
1.3.1	Objetivo Geral .....	15
1.3.2	Objetivos Específicos .....	15
1.4	Estrutura do Trabalho .....	16
2	Revisão Bibliográfica .....	17
2.1	Aeroporto .....	17
2.1.1	Lado Aéreo de um Aeroporto .....	19
2.1.1.1	Sistema de Pista de Pouso e Decolagem .....	21
2.1.1.2	Sistema de Pista de Táxi .....	25
2.1.1.3	Pátio de Aeronaves .....	26
2.1.1.4	Capacidade da Pista de Pouso e Decolagem .....	27
2.1.2	Plano Diretor Aeroportuário (PDIR) .....	30
2.2	Agências Reguladoras e Normas .....	33
3	Método .....	35
3.1	Etapa 1 – Caracterização do Aeroporto .....	36
3.2	Etapa 2 – Diagnóstico da Infraestrutura do Lado Aéreo .....	36
3.3	Etapa 3 – Apresentação dos Resultados e Recomendações .....	37
3.4	Limitações .....	37
4	Caracterização do Aeroporto Internacional de Navegantes .....	39
4.1	Dados Básicos .....	39
4.2	Dados de Operação .....	39
4.3	Área Patrimonial .....	41

4.4	Sistema de Pista de Pouso e Decolagem.....	42
4.5	Sistema de Pistas de Táxi .....	44
4.6	Pátio de Aeronaves .....	45
4.7	Principais Edificações.....	46
4.7.1	Terminal de Passageiros.....	46
4.7.2	Terminal de Carga Aérea .....	47
4.7.3	Serviço de Prevenção, Salvamento e Combate a Incêndio (SESCINC) .....	47
4.7.4	Parque de Abastecimento de Aeronaves (PAA) .....	48
5	Diagnóstico do Aeroporto Internacional de Navegantes .....	49
5.1	Sistema de Pista de Pouso e Decolagem.....	49
5.1.1	Faixa de Pista de Pouso e Decolagem.....	53
5.1.2	Áreas de Segurança de Fim de Pista (RESA) .....	54
5.2	Sistema de Pista de Táxi .....	55
5.3	Pátio de Aeronaves .....	57
5.4	Capacidade da Pista de Pouso e Decolagem.....	58
6	Apresentação dos Resultados e Recomendações.....	62
7	Conclusões.....	65
	Referências Bibliográficas .....	66
	Anexo A – Tabela 1-1 da AC 150/5325-4B .....	69
	Anexo B – Dimensões do Boeing 737-800.....	70
	Anexo C – Valores de ACN da <i>Transport Canada</i> .....	71

## 1 Introdução

O transporte aéreo no Brasil cresceu exponencialmente nos últimos anos. O número de viagens cresceu a uma taxa de 10% ao ano entre 2003 e 2008, e no ano de 2010 foram realizadas mais de 50 milhões de viagens (MCKINSEY & COMPANY, 2010). Em 2014, o transporte aéreo registrou crescimento mesmo em um cenário de desaceleração econômica no Brasil. A quantidade de passageiros pagos transportados pelo modal aéreo para cada 100 habitantes passou de 26,8 em 2005 para 58,7 em 2014, o que mostra que o crescimento neste modal mais que dobrou em uma década (ANAC, 2015).

Entretanto, o nível de serviço não acompanhou esse crescimento da demanda, devido ao fato da oferta de infraestrutura não ter crescido na mesma proporção (MCKINSEY & COMPANY, 2010). Isto resulta em atrasos e problemas para os cidadãos. Além disso, acidentes aéreos causaram preocupação quanto as condições de segurança nos aeroportos (ALVES; FRAGA, 2012). Um exemplo é o acidente ocorrido no dia 17 de julho de 2007 do voo TAM 3054, em que mais de 190 pessoas morreram devido a saída da aeronave A320 da pista de pouso e decolagem em Congonhas.

Portanto, existe a necessidade de evolução na infraestrutura aeroportuária brasileira. Segundo Alves e Fraga (2012), essa evolução envolve um complexo processo, que demanda tempo e tem custos vultuosos, tanto financeiro como socioambiental. Por isso, as ampliações em um aeroporto devem acontecer a partir de uma visão sistêmica, garantido a eficiência das obras. O planejamento destas obras começa com uma análise detalhada da infraestrutura atual dos aeroportos brasileiros. Assim, são determinadas as obras mais eficazes para o futuro do sistema e aquelas que irão corrigir os problemas atuais de projeto, garantindo segurança e crescimento sustentável ao aeroporto.

Dentro deste contexto, este trabalho traz uma análise da infraestrutura do lado aéreo do aeroporto de Navegantes. Na análise, são feitas verificações de elementos do aeroporto em relação as normas de projeto de aeródromos e também um estudo de capacidade. É importante ressaltar o carácter exclusivamente acadêmico deste estudo, bem como de seus resultados, dado que se trata de um trabalho custeado pelo próprio aluno. Desta forma, quaisquer diagnósticos e conclusões mais precisas necessitariam investimentos de maior porte e de um estudo mais aprofundado.

Sendo assim, os resultados e conclusões apresentados aqui são unicamente acadêmicos. Estes não são apropriados e não devem ser usados para avaliação das operações do aeroporto.

### **1.1 Histórico do Aeroporto Internacional de Navegantes – Ministro Victor Konder**

O Aeroporto de Navegantes foi inaugurado no início dos anos 70, com sua infraestrutura composta por uma pista de pouso e decolagem de 1.500 metros e de um pátio de estacionamento para pequenas aeronaves de 11.025 metros quadrados. Em menos de uma década, a pista sofreu grande degradação por conta do uso intenso e houve a necessidade de aumentá-la para acomodação de aeronaves maiores (INFRAERO, 2016a).

Assim, em 1978 foi inaugurada a ampliação da pista de pouso e decolagem, com 1.701 metros de comprimento e 45 metros de largura, e a ampliação do pátio para 14.553 metros. Em 1980, o aeroporto passou a ser administrado pela Infraero, tanto operacional como tecnicamente. A partir de 2002, o aeroporto passou a ser chamado Aeroporto Internacional de Navegantes – Ministro Victor Konder por conta da Lei nº 10.634.

A internacionalização do aeroporto, promulgada em 2004, ocorreu devido ao aumento da demanda por voos internacionais, com destaque aos fretados para a região do Vale do Itajaí. A região abrange as cidades do litoral norte catarinense e região, como Blumenau, Gaspar e Rio do Sul, além das cidades com maior apelo turístico como Balneário Camboriú, Itajaí e Penha (INFRAERO, 2016a).

A infraestrutura do aeroporto ainda sofreu duas adequações importantes, a reforma do terminal de passageiros em 2004 com ampliação da área construída de 1.850 m<sup>2</sup> para 5.200 m<sup>2</sup> e implantação da área de embarque e desembarque internacional, e a construção da pista de táxi Bravo.

Segundo Anuário Estatístico Operacional 2015 da Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero), a movimentação no Aeroporto Internacional de Navegantes foi de 1.483.308 passageiros. Destes, 1.455.542 passageiros eram de voos regulares e 27.766 eram voos não-regulares. Este número de passageiros colocou o aeroporto na 18ª posição no ranking nacional de aeroportos da Infraero por movimentos de passageiros no ano de 2015.

## **1.2 Justificativa**

Segundos dados do Anuário Estatístico Operacional 2015 da Infraero, o aeroporto de Navegantes apresenta a segunda maior movimentação de passageiros e aeronaves no estado de Santa Catarina. Sua demanda vem crescendo anualmente, em 2015 o aeroporto apresentou aumento de 6,4% nos movimentos de aeronaves, o maior crescimento entre os 33 aeroportos com maior movimentação de aeronaves do país (PORTAL BRASIL, 2016).

Este crescimento se deve ao fato do aeroporto estar em posição estratégica, atendendo municípios turísticos, como Balneário Camboriú, Itapema e Bombinhas, municípios com forte presença industrial, como Blumenau e Rio do Sul, e aos portos de Itajaí e Navegantes. Devido a este crescimento e por ser um dos mais importantes aeroportos do estado, este trabalho visa uma análise da infraestrutura do lado aéreo do Aeroporto Internacional de Navegantes.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho é a realização de um diagnóstico da infraestrutura lado aéreo do aeroporto de Navegantes, analisando as suas características físicas em relação às normas nacionais e internacionais.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- A apresentação de conceitos relacionados ao planejamento de aeroportos e às normas vigentes;
- Caracterização da infraestrutura do aeroporto de Navegantes;
- Verificação dos elementos do lado aéreo do aeroporto de Navegantes em relação às normas vigentes;
- Estudo de capacidade da pista de pouso e decolagem do aeroporto; e
- Apresentação dos resultados e recomendações.



## **1.4 Estrutura do Trabalho**

O primeiro capítulo trata da introdução ao assunto, apresenta um histórico a respeito do aeroporto em estudo, a justificativa e os objetivos do trabalho.

O segundo capítulo trata da revisão bibliográfica, onde são apresentados os conceitos envolvidos no trabalho. Apresentam-se conceitos sobre aeroportos, o lado aéreo de um aeroporto e seus componentes, o plano diretor aeroportuário, as agências reguladoras e as normas utilizadas neste trabalho.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia utilizada no estudo, a descrição de suas etapas, e as limitações que foram encontradas na metodologia e no trabalho.

O quarto, o quinto e o sexto capítulos apresentam a parte de desenvolvimento do trabalho, separados desta forma por causa da metodologia utilizada. O capítulo quatro apresenta a caracterização do aeroporto de Navegantes. O quinto capítulo apresenta a etapa de diagnóstico do aeroporto, e o sexto capítulo contém uma apresentação dos resultados e recomendações.

Por fim, são apresentadas as conclusões provenientes da realização do estudo no último capítulo.

## 2 Revisão Bibliográfica

### 2.1 Aeroporto

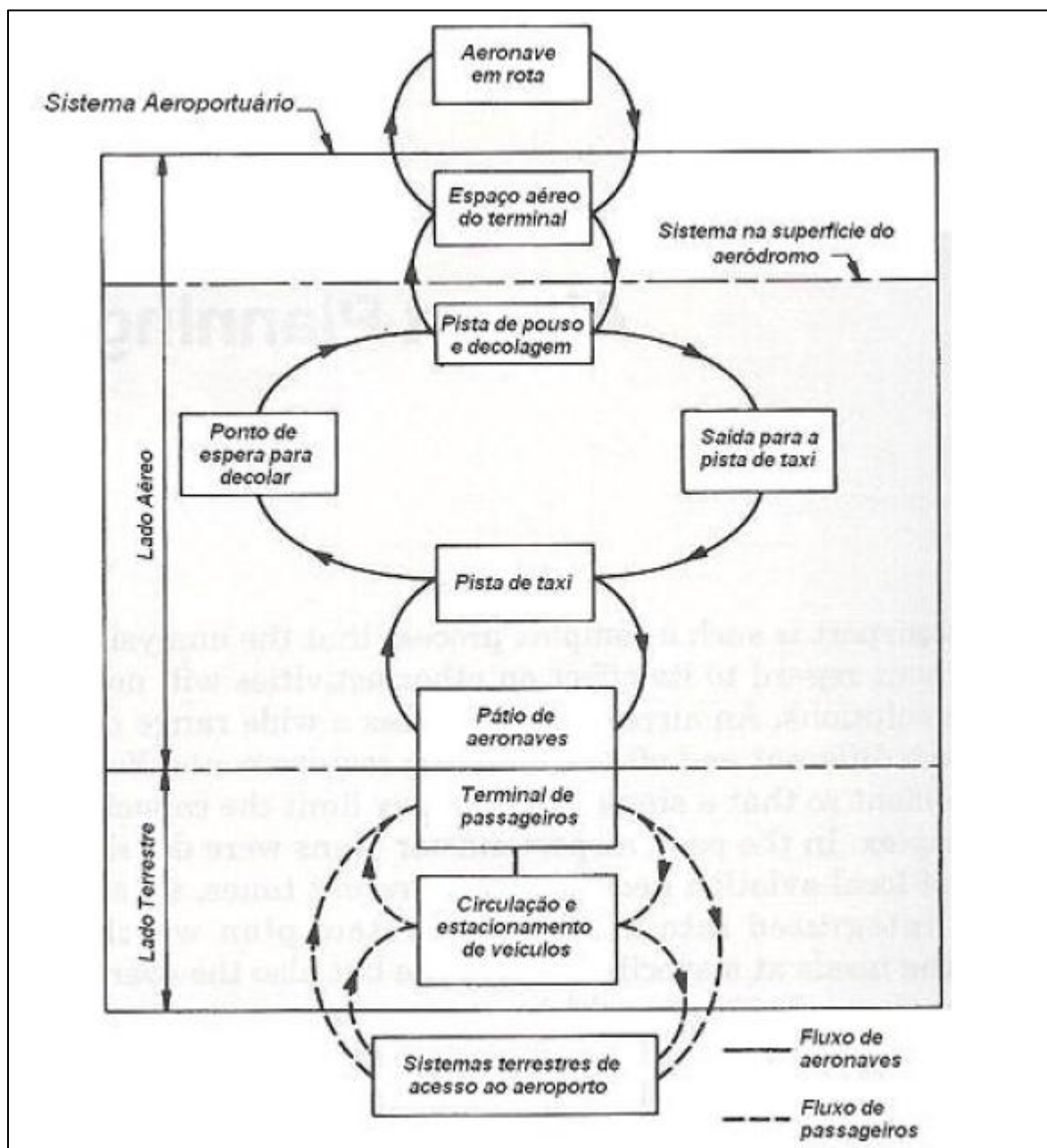
Aeroportos são complexos conjuntos de construções e instalações, que fazem parte do sistema de infraestrutura de transportes de uma nação. Um aeroporto movimenta significativamente a economia e a sociedade na área onde está situado. Estimativas mostram que para cada emprego criado no aeroporto, um emprego é gerado fora dele (EDWARDS, 2004).

Segundo Ashford, Stanton e Moore (1984), o aeroporto é um elemento crucial do sistema de transporte aeroviário, pois este é o sítio físico onde ocorre mudança entre modal aéreo e o aéreo e os modais terrestres. Sendo assim, é o ponto de encontro dos três maiores componentes do sistema de transporte aeroviário: o usuário, a companhia aérea e o aeroporto. Para que a operação e o planejamento dos aeroportos sejam eficientes, é necessário equilíbrio entre estes três componentes.

Como o aeroporto é o ponto inicial, intermediário ou terminal da viagem de uma aeronave, em termos funcionais pode-se dizer que um aeroporto é um local que possibilite o pouso e a decolagem de uma aeronave. Entre essas atividades pode haver, ou não, a descarga de mercadorias e pessoas e serviços executados na aeronave (ASHFORD; STANTON; MOORE, 1984). Portanto, as instalações de um aeroporto devem ser planejadas e projetadas para que, de maneira segura e eficiente, uma aeronave possa decolar e pousar, e fretes e pessoas possam embarcar e desembarcar.

Segundo Medau (2011), o aeroporto pode ser classificado como uma estrutura completa dividida em subestruturas, com o lado terrestre e o lado aéreo como principais. De acordo com Horonjeff et al. (2010), as portas do terminal que dão acesso as portas das aeronaves formam a divisão entre estes dois componentes principais. A figura 01 mostra como essa divisão acontece para um aeroporto de grandes dimensões.

Figura 1 - Subsistemas de um aeroporto



Fonte: Horonjeff, 1993 apud Carvalho, 2006.

Conforme Carvalho (2006), o lado aéreo, também conhecido como lado ar, é determinado para a operação das aeronaves e é composto pelos seguintes elementos: pista de pouso e decolagem, pistas de táxi, pátio de aeronaves, áreas de segurança e demais instalações de apoio às aeronaves. Por outro lado, o lado terrestre, também conhecido como lado terra, tem como propósito fornecer o acesso ao aeroporto, o processamento dos passageiros e cargas do início ao fim da

viagem e prover a transferência dos passageiros e cargas às aeronaves (HORONJEFF et al., 2010). Resumidamente, o lado terrestre detém as instalações para a conexão dos passageiros e cargas entre os modais de superfície e o modal aéreo, e é composto pelos terminais de passageiros, terminais de carga, sistemas de circulação e acesso e estacionamentos (FEITOSA, 2000).

De acordo com Ashford, Mumayiz e Wright (2011), como o aeroporto é um indivíduo do sistema aeroportuário, seu planejamento deve considerar cuidadosamente as suas funções e interações com todo o sistema. Segundo Horonjeff et al. (2010), o planejamento de um aeroporto é altamente complexo, onde as muitas atividades têm diferentes e muitas vezes conflitantes necessidades.

Diversos estudos podem ser realizados no planejamento de aeroportos. Planos financeiros, de tráfego e mercado, das instalações e ambientais são alguns exemplos. Entretanto, três níveis de planejamento são definidos como principais, abrangendo os estudos individuais envolvidos no planejamento de aeroportos. Estes níveis principais são: planejamento do sistema aeroportuário, plano diretor aeroportuário e plano de projeto do aeroporto (HORONJEFF et al., 2010).

Conforme mesmo autor, o planejamento do sistema aeroportuário define as instalações aeroportuárias necessárias para atender as necessidades atuais e futuras de uma região, estado ou país. O plano diretor aeroportuário, por sua vez, é um conceito que visa o desenvolvimento máximo de um aeroporto específico, incluindo a área total do aeroporto e uso dos terrenos a volta. Por último, o plano de projeto do aeroporto é a ênfase em um elemento específico do plano diretor aeroportuário a ser implementado a curto prazo e nos detalhes de sua instalação, incluindo as especificações físicas e técnicas. As atividades deste trabalho referentes a planejamento estão incluídas no plano diretor aeroportuário.

### 2.1.1 Lado Aéreo de um Aeroporto

Conforme mencionado anteriormente, o lado aéreo de um aeroporto é o subsistema designado para a operação de aeronaves composto pelas pistas de pouso e decolagem, pistas de táxi, pátio de aeronaves, áreas de segurança e demais instalações de apoio às aeronaves. Por causa das grandes variações das características físicas e de performance das aeronaves, o planejamento e projeto do lado aéreo do aeroporto, assim como outros subsistemas, é desafiador. Devido a essas

variações, guias foram desenvolvidos pelas autoridades nacionais e internacionais para dar uma uniformidade admissível e para ajudar os planejadores nos projetos de aeroportos. (HORONJEFF et al., 2010).

Para fins de projeto, os aeroportos são classificados de acordo com a aeronave, ou grupo de aeronaves, que demande as maiores condições em termos de configuração e infraestrutura, chamadas aeronaves críticas. A *Federal Aviation Administration* (FAA), determina que para ser considerada crítica a aeronave deve realizar no mínimo 500 operações anuais no aeroporto. A classificação segue códigos de letras e números adotados pelas autoridades definido como o código de referência do aeroporto, de acordo com as características físicas e operacionais das aeronaves (HORONJEFF et al., 2010).

O Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 154 (RBAC 154), de 12 de junho de 2012, define o código de referência do aeródromo como sendo composto por dois elementos, um número e uma letra, estes com base nas características de desempenho e dimensões da aeronave. O elemento 1, um número, é baseado no comprimento básico de pista da aeronave, e o elemento 2, uma letra, é baseada na distância entre as rodas externas do trem de pouso principal ou na envergadura da aeronave, o que for mais crítico. O RBAC 154 deixa claro que este código não deve influenciar a determinação do comprimento real da pista de pouso e decolagem. A figura 02, extraída do RBAC 154, determina os elementos do código de referência do aeródromo.

Figura 2 - Código de referência do aeródromo

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 <sup>a</sup>
(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.

<sup>a</sup>. Distância entre as bordas externas das rodas do trem de pouso principal.

Fonte: RBAC 154, 2012.

De acordo com Ashford, Mumayiz e Wright (2011), o lado aéreo deve conter pistas de pouso e decolagem suficientes para atender a demanda do aeroporto, respeitando o tamanho do sítio aeroportuário. Estas devem ser orientadas para tirar o melhor proveito do vento na região e estar direcionadas de modo a evitar riscos as aeronaves. A maioria dos sistemas de pistas são comumente agrupadas em 4 combinações de pistas de pouso e decolagem: pista única, pistas paralelas, pistas em “V” aberto e pistas interceptantes.

A seguir, serão explicados os elementos do lado aéreo e suas características relevantes a este estudo.

#### 2.1.1.1 Sistema de Pista de Pouso e Decolagem

A pista de pouso e decolagem é uma parte indispensável de qualquer aeroporto. Por definição, a pista de pouso e decolagem é uma área retangular sobre a superfície do aeroporto

destinada as operações de aeronaves. Estas devem ser projetadas para alcançarem seus objetivos de maneira segura e eficiente. Condições atmosféricas locais, topografia do aeroporto e especificações das aeronaves são alguns dos fatores que afetam o dimensionamento de pistas de pouso e decolagem (HORONJEFF et al., 2010).

Segundo Ashford, Mumayiz e Wright (2011), a orientação das pistas de pouso e decolagem está diretamente ligada a direção dos ventos na região. As pistas devem ser orientadas para que as aeronaves possam operar em sentido contrário ao vento na maior parte do tempo. Quando o vento atua a ângulos retos em relação a pista é dado o nome de vento de través, e este pode restringir o uso da pista. O RBAC 154 exige que a quantidade e orientação das pistas seja tal que o fator de utilização seja igual ou superior a 95 por cento. O fator de utilização é definido como a porcentagem de tempo que uma pista, ou sistema de pistas, opera sem limitações devido ao vento de través.

De acordo com Ashford, Mumayiz e Wright (2011), a definição do comprimento de pista é uma das mais importantes decisões a serem tomadas no projeto de um aeroporto. A pista deve ser suficientemente comprida para dar segurança aos pousos e decolagens e para acomodar as aeronaves que irão utilizar o aeroporto no futuro. Os fatores que mais influenciam o dimensionamento do comprimento de pista, segundo mesmos autores, são:

- Características das aeronaves que utilizarão o aeroporto;
- Peso de decolagem e pouso das aeronaves;
- Elevação do aeroporto em relação ao nível médio dos mares;
- Máxima temperatura média do ar no aeroporto; e
- Declividade da pista.

A FAA publicou a *Advisory Circular 150/5325-4b* (AC 150/5325-4b) como um guia para a estimar do comprimento de pistas de pouso e decolagem. O método da AC 150/5325-4b baseia-se no peso máximo de decolagem das aeronaves, características de performance das aeronaves, e temperatura e elevação do aeroporto. Este método possui cinco passos e é utilizado em função da aeronave crítica do aeroporto. As seguintes hipóteses de projeto são empregadas: aproximações e decolagens sem obstáculos, ventos com velocidades nulas, superfície do pavimento seca e gradiente efetivo da pista nulo.

Os cinco passos previstos na AC 150/5325-4b são:

- Passo 1: identificação da lista de aeronaves, ou única aeronave, que demandem maior comprimento de pista recomendado e que irão utilizar a pista num período de no mínimo 5 anos;
- Passo 2: identificar as aeronaves que requerem os maiores comprimentos de pista quando estão com peso máximo de decolagem certificado. O método para estabelecer o comprimento de pista dependerá desta identificação. Para aeronaves com peso de decolagem de 27.200 kg ou menos, o comprimento da pista é determinado a partir de um grupo de aeronaves que possuem performances e pesos de operação similares. Para aeronaves com peso de decolagem maior do que 27.200 kg, o comprimento da pista seguirá as especificações de peso máximo de decolagem e peso máximo de pouso de uma única aeronave, a aeronave crítica. O comprimento dependerá das configurações de asa, elevação em relação ao nível médio dos mares e temperatura do aeroporto, condições da pista (úmida ou seca) e gradiente da pista, sendo que este procedimento assume que não há obstáculos que impossibilitariam o uso do comprimento total de pista necessário;
- Passo 3: Usar a tabela 1-1 da AC 150/5325-4B, presente no Anexo A, e as aeronaves identificadas anteriormente para determinar o método que será usado para definir o comprimento de pista de pouso e decolagem. Na tabela estão separadas as potenciais aeronaves críticas de acordo com peso máximo de decolagem, e há separação dos pesos em 3 categorias. A primeira categoria, para pequenas aeronaves com peso máximo de decolagem de 5.670 kg ou menos, tem subdivisões de acordo com a velocidade de aproximação e número de passageiros, enquanto as outras duas não possuem subdivisão. Na segunda coluna ocorre a definição do método para estabelecer comprimento de pista, se por grupo de aeronaves ou aeronave individual, como mencionado no passo 2. A terceira coluna direciona onde encontrar os requisitos do comprimento de pista, seja em um capítulo dentro da AC ou nos manuais das aeronaves providas pelos fabricantes. Nos manuais de aeronaves são disponibilizados comprimentos para decolagens e comprimentos para pousos, os quais o planejador deve utilizar para definir o comprimento de pista;
- Passo 4: Selecionar o comprimento de pista mais adequado dentre os vários gerados pelo passo 3; e
- Passo 5: Aplicar qualquer ajuste necessário para obter o comprimento de pista. A AC 150/5325-4b possui fatores a serem aplicados para definição do comprimento de pista. Um exemplo de ajuste está descrito no capítulo 5 da AC 150/5325-4b, que mostra o ajuste a ser aplicado quando a pista tem um gradiente diferente de zero.



No Brasil, o RBAC 154 determina os procedimentos para dimensionamento de pistas de pouso e decolagem. A norma brasileira não dita passos a serem seguidos, afirma apenas que o comprimento real de pista deve satisfazer os requisitos das aeronaves que utilizarão a pista. Este comprimento real não deve ser menor que o comprimento após aplicação das correções necessárias. De acordo com o Anexo 14 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional da *International Civil Aviation Organization* (ICAO), os fatores de correção a serem aplicados são em relação a altitude do aeroporto em relação ao nível médio dos mares, a temperatura do aeroporto e a declividade longitudinal da pista. Ao contrário do comprimento, a largura é determinada de maneira mais simples, de modo que a norma brasileira define a largura da pista de pouso e decolagem apenas em função do código de referência do aeroporto.

Segundo Horonjeff et al. (2010), o sistema de pista de pouso e decolagem é composto por pavimento estrutural, acostamentos, faixa de pista, variadas zonas livres e área de proteção de pista. A seguir são descritos, dentre destes itens, os relevantes a este trabalho.

O pavimento estrutural da pista é o componente que suporta os esforços causados pelo peso da aeronave, suas manobras, e outros critérios operacionais e de dimensão. O acostamento da pista é uma área adjacente as bordas do pavimento estrutural, suas funções são evitar a ingestão, pelas turbinas da aeronave, de partículas sólidas que causem danos e acomodar os equipamentos para manutenção, como os veículos de apoio. A faixa de pista é uma área que circunda a pista com objetivo de diminuir o risco de danos à aeronave caso esta saia dos limites da pista (HORONJEFF et al., 2010).

Além da faixa de pista, o RBAC 154 determina a disponibilização de uma Área de Segurança de Fim de Pista (*Runway End Safety Area - RESA*). Esta área é simétrica ao longo do prolongamento do eixo da pista e adjacente ao fim da faixa de pista, com o objetivo de reduzir danos às aeronaves caso elas acidentalmente realizem o toque antes de alcançar a cabeceira ou ultrapassem o fim da pista de pouso e decolagem. Segundo Ashford, Mumayiz e Wright (2011), é nesta região do aeroporto que ocorrem a maioria dos mais sérios e fatais acidentes, portanto o cuidado com esta área é essencial.

### 2.1.1.2 Sistema de Pista de Táxi

Segundo Horonjeff et al. (2010), as pistas de táxi, ou *taxiways*, são definidas como caminhos sobre a superfície do aeroporto destinadas ao taxiamento das aeronaves e com função de ligar as diferentes partes do aeródromo. Elas devem ser distribuídas em número suficiente para agilizar a movimentação das aeronaves de forma segura.

O sistema de pistas de táxi é determinado pelo volume de tráfego aéreo, configuração da pista de pouso e decolagem, e localização do terminal de passageiros e demais facilidades. As pistas de táxi devem ser diretas, retas e simples. Onde uma curva seja inevitável, os raios devem ser grandes o suficiente para que a velocidade de táxi seja entre 32 km/h e 48 km/h (ASHFORD; MUMAYIZ; WRIGHT, 2011).

Segundo mesmos autores, o pavimento das pistas de táxi deve ser alargado nas curvas e interseções para diminuir a possibilidade de as rodas das aeronaves saírem do pavimento. De acordo com Horonjeff et al. (2010), as pistas de táxi devem estar separadas suficientemente uma das outras e de obstáculos, para garantir a segurança na área de operações do aeroporto. O RBAC 154 determina, a partir do código de referência do aeroporto, as distâncias mínimas entre eixos de pistas de táxi, entre eixo de pista de táxi e pista de pouso e decolagem e entre eixo de pista de táxi e um objeto.

As pistas de táxi-saída têm, preferencialmente, função de minimizar a ocupação da pista de pouso e decolagem pelas aeronaves que estão pousando. Estas pistas de táxi-saída podem estar posicionadas com ângulos retos ou outro ângulo em relação a pista de pouso e decolagem. Quando o ângulo é de 30° ela é definida como pista de saída rápida, ou de alta velocidade, pois a velocidade da aeronave é mais alta que nas demais configurações. A localização das pistas de táxi-saída depende de alguns fatores como do mix de aeronaves, das velocidades de aproximação e toque e da velocidade de saída (HORONJEFF et al., 2010).

De acordo com o RBAC 154, o projeto de uma pista de táxi obedece a condição de quando a cabine de comando da aeronave crítica estiver no mesmo eixo que o eixo do centro da pista de táxi, o afastamento entre a roda externa do trem de pouso principal e a borda da pista de táxi deve respeitar distâncias mínimas, estas de acordo com o código de referência do aeroporto. Os demais

elementos das pistas de táxi como largura, faixa de pista de táxi e acostamento são definidos a partir do código de referência.

### 2.1.1.3 Pátio de Aeronaves

Segundo Ashford, Mumayiz e Wright (2011), projetos de aeroportos devem prever áreas pavimentadas, os pátios de aeronaves, onde a aeronave possa ficar estacionada durante o embarque e desembarque de passageiros, abastecimento, manutenção, carregamento e descarregamento de cargas, e outras operações similares. Horonjeff et al. (2010) afirma que o pátio de aeronave é o elemento que faz a conexão entre os terminais e o lado aéreo do aeroporto.

De acordo com Ashford, Mumayiz e Wright (2011), o projeto de um pátio de aeronaves depende de quatro fatores:

- A configuração do terminal de passageiros (linear, satélite, etc.), as distâncias de segurança entre aeronaves e as proteções necessárias para os passageiros;
- Os movimentos característicos das aeronaves que irão utilizar o aeroporto, se o movimento para dentro ou fora do pátio é pela própria aeronave e o ângulo que a aeronave estacionará em relação ao terminal;
- As características físicas da aeronave que utilizará o aeroporto, como dimensões e pontos de serviço; e
- O tipo e tamanho dos equipamentos de serviços terrestres e de manobra, e práticas operacionais utilizadas.

As posições de estacionamento das aeronaves no pátio são projetadas para as características de uma aeronave, a aeronave crítica. As características levadas em consideração englobam envergadura das asas, o comprimento da fuselagem e os requisitos de acesso da aeronave aos veículos de serviço. (HORONJEFF et al., 2010). Diante disto, cada posição de estacionamento de aeronave deve possuir dimensões que possibilitem a parada da aeronave crítica respeitando os afastamentos previstos por norma.

O RBAC 154 determina os afastamentos necessários entre uma aeronave utilizando uma posição de estacionamento e qualquer construção adjacente, aeronave em outra posição de estacionamento e outros objetos. O regulamento brasileiro também determina que a área total de

um pátio de aeronaves deve ser tal que permita o processamento rápido do tráfego do aeródromo em sua densidade máxima prevista.

#### 2.1.1.4 Capacidade da Pista de Pouso e Decolagem

De acordo com Ashford, Mumayiz e Wright (2011), a capacidade de pista de pouso e decolagem é definida como o número máximo de operações de aeronaves, ambos pousos e decolagens, que podem ser executados durante um intervalo determinado de tempo em um dado aeroporto com uma configuração específica de pistas, sob determinada condição atmosférica, e a um nível de atraso aceitável. A capacidade da pista é o elemento de controle da capacidade do lado aéreo.

Órgãos internacionais e nacionais possuem diferentes metodologias para avaliar a capacidade de pista. Como exemplo, podem ser citadas uma metodologia da FAA, proposta através da *Advisory Circular 150/5060-5* (AC 150/5060-5), uma metodologia desenvolvida pela Infraero, baseada na metodologia da FAA, e uma metodologia desenvolvida pelo Comando da Aeronáutica brasileiro. Este trabalho foca na metodologia proposta pela Infraero.

A metodologia da Infraero baseia-se na metodologia da FAA, porém, diferentemente do método americano, não possui premissas quanto as pistas de táxi, dos acessos a pista de pouso e decolagem e da instrumentação de auxílio à navegação existente no aeródromo (YUGUE, 2013).

Segundo Infraero (2002 apud YUGUE, 2013), o método leva em consideração as seguintes proposições:

- Porcentagem iguais de pouso e decolagem; e
- Ausência de limitação do espaço aéreo.

Para o cálculo da capacidade, são necessários os parâmetros descritos abaixo:

- Mix de aeronaves;
- Número de pistas e posição relativa das mesmas;
- Presença de pistas de táxi;
- Número e posição dos acessos à pista; e
- Instrumentação de auxílios à navegação existentes.

De acordo com Infraero (2002 apud YUGUE, 2013), “a capacidade horária da pista pode ser calculada pelo produto da capacidade encontrada na circular da FAA de acordo com o índice-MIX por dois fatores de correção.”

O procedimento descrito na AC 150/5060-5 da FAA envolve o *mix* de aeronaves, o tipo de operação do aeroporto (*Visual Flight Rules – VFR* ou *Instrumental Flight Rules – IFR*), o número de pistas de pouso e decolagem e a posição relativa entre elas. O *mix* de aeronaves é a porcentagem relativa de operações de cada uma das quatro classes de aeronaves, identificadas na tabela 01.

Tabela 1 - Classificação das aeronaves

<b>Classe de Aeronaves</b>	<b>Peso Máximo de decolagem certificado</b>	<b>Número de motores</b>	<b>Classificação da turbulência</b>
A	5.670 kg ou menos	um	pequena
B		mais de um	
C	5670 - 136.078 kg	mais de um	grande
D	superior a 136.078 kg	mais de um	enorme

Fonte: Adaptado de FAA – AC 150/5060-5, 1983.

A partir do *mix* de aeronaves, calcula-se o índice-mix através da expressão:

$$\text{Índice-mix} = \%C + 3*(\%D) \quad (1)$$

Depois do cálculo do índice-mix, a capacidade pode ser determinada através da figura 2-1 do AC 150/5060-5, que disponibiliza a capacidade para diferentes tipos de configuração de pistas de pouso e decolagem e pelo tipo de operação do aeroporto (VFR ou IFR). Visto que o presente trabalho trata do Aeroporto Internacional de Navegantes, a configuração de pista compatível com o aeroporto em questão é uma pista única de pouso e decolagem, cujo valores de capacidade horária estão apresentados na tabela 02.

Tabela 2 - Capacidade horária para uma única pista de pouso e decolagem

Índice-mix %(C + 3D)	Capacidade horária (operações/hora)		Volume de serviço anual (operações/ano)
	VFR	IFR	
0-20	98	59	230.000
21-50	74	57	195.000
51-80	63	56	205.000
81-120	55	53	210.000
121-130	51	50	240.000

Fonte: Adaptado de FAA - AC 150/5060-5, 1983.

Após cálculo da capacidade horária seguindo o procedimento da FAA, aplica-se os dois fatores de correção propostos pela Infraero. O primeiro deles diz respeito ao fator de correção da pista, adicionando ao cálculo a presença e número de pistas de táxi e posição de acessos à pista (YUGUE, 2013). A tabela 03 apresenta o fator de correção em relação à configuração do sistema de pistas.

Tabela 3 - Fator de correção da capacidade de pista em função do croqui do sistema de pistas

Sistema de Pista de Pouso e Decolagem	Fator de correção
Apenas uma saída localizada em qualquer posição ao longo da pista	0,30
Apenas uma saída e uma pista de taxi de acesso a uma das cabeceiras	0,50
Pista de taxi paralela com acesso a ambas as cabeceiras	0,70
Pista de Taxi paralela com acesso a ambas as cabeceiras e uma saída intermediária	0,88
Pista de Taxi paralela com acesso a ambas as cabeceiras e duas ou três saídas intermediárias	0,94
Pista de Taxi paralela com acesso a ambas as cabeceiras e quatro ou mais saídas intermediárias	1,00

Fonte: Adaptado de Yugue, 2013.

Segundo Yugue (2013), o segundo fator corresponde à instrumentação de auxílios à navegação aérea. Os valores deste fator de correção, em função das instalações do aeroporto, são apresentados na tabela 04.

Tabela 4 - Fator de correção da capacidade da pista em função das instalações de auxílio à navegação aérea

<b>Instalações do aeroporto</b>	<b>Fator de correção</b>
Radar, ILS, ALS, VOR, DME, NDB(facultativo), PAPI ou VASIS	1,00
ILS, ALS (facultativo) ou Radar, VOR, DME, NDB (facultativo), PAPI ou VASIS	0,96
VOR, DME (facultativo) ou Radar, NDB, PAPI ou VASIS	0,90
VOR ou NDB, PAPI ou VASIS (facultativo)	0,87

Fonte: Adaptado de Yugue, 2013.

Estes dois fatores foram criados para promover uma adaptação do método da FAA à realidade dos aeroportos brasileiros. Isto ocorre porque algumas preposições do método da FAA não condizem com infraestrutura aeroportuária brasileira, podendo ser citada como exemplo a premissa de que pelo menos uma das pistas é equipada com *Instrument Landing System (ILS)* (YUGUE, 2013).

### 2.1.2 Plano Diretor Aeroportuário (PDIR)

De acordo com a Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC (2016b), o Plano Diretor Aeroportuário (PDIR) é “o documento elaborado pelo operador de aeródromo, que estabelece o planejamento para a expansão da infraestrutura aeroportuária em consonância com a regulamentação de segurança operacional expedida pela ANAC. ”

O PDIR contém idealizado o plano de projeto com o máximo aproveitamento do aeroporto, em forma e estrutura. Além das instalações físicas totais, o plano possui a descrição das etapas de desenvolvimento do aeroporto junto com a estratégias fiscais envolvidas e as implicações financeiras. Estes planos se aplicam tanto para aeroportos existentes como para novos aeroportos (ASHFORD; MUMAYIZ; WRIGHT, 2011).

Segundo Horonjeff et al. (2010), o propósito do PDIR é fornecer um guia economicamente sustentável para o desenvolvimento do aeroporto, levando em consideração a demanda, o meio ambiente, o desenvolvimento da comunidade e os outros modais de transporte. O mesmo autor lista os objetivos do PDIR em:

- Desenvolver as instalações físicas do aeroporto
- Desenvolver o uso do terreno do aeroporto e terrenos adjacentes
- Determinar os efeitos causados ao meio ambiente pela construção do aeroporto e sua operação
- Desenvolver os acessos necessários ao aeroporto
- Estabelecer a viabilidade econômica, financeira e econômica das propostas através de investigação completa de conceitos alternativos
- Estabelecer um cronograma de prioridades e fases das melhorias propostas pelo plano
- Estabelecer um plano financeiro viável que apoie o cronograma de implantação das melhorias
- Estabelecer um processo de planejamento contínuo para monitorar as condições e ajustar as propostas do plano caso necessário

Segundo Ashford, Mumayiz e Wright (2011), o PDIR deve ser elaborado de acordo com o manual da *International Civil Aviation Organization* (ICAO) ou seguindo as normas nacionais onde o aeroporto está situado. No Brasil, a ANAC, através da Portaria nº 1183/SIA, de 22 de julho de 2010, alterada pela Portaria nº 1598/SIA, de 25 de agosto de 2011, é o órgão responsável pela aprovação da relação de informações que o PDIR deve conter.

De acordo com Horonjeff et al. (2010) um PDIR geralmente é organizado da seguinte maneira:

- Visão, metas e objetivos do PDIR: determinação da visão e as metas do PDIR assim como os objetivos, que serão os guias do planejamento e ajudarão a alcançar os dois primeiros;
- Caracterização das condições existentes: fornecimento de um breve histórico do aeroporto, como papel na região e crescimento ao longo de sua história, a descrição das características físicas do aeroporto, e principais tendências da indústria;



- Previsão da demanda da aviação: quantidade operações de aeronaves, números de passageiros, e volume de carga são previstos para cenários de curto, médio e longo prazo. Geralmente as previsões são para 5, 10 e 20 anos, para as horas dos dias mais movimentados dos anos;
- Análise de capacidade/demanda e necessidades nas instalações: comparação entre capacidade atual com a demanda futura para cada componente do aeroporto e identificação das necessidades dos componentes do aeroporto para suprir a demanda futura;
- Propostas alternativas: criação de diferentes alternativas para acomodar as necessidades dos componentes. Se o sítio aeroportuário não tiver condições de se adaptar a demanda futura, pode ser necessário a escolha de outro sítio;
- Plano preferido de desenvolvimento: identificação, descrição, e definição da proposta que melhor satisfaz as metas e objetivos do PDIR;
- Plano de implantação: proposta de plano para implementação do plano preferido de desenvolvimento, incluindo a definição dos projetos, sequência de construção, estimativa de custos e plano financeiro;
- Visão geral do ambiente: fornecimento de um estudo inicial dos impactos ao meio ambiente associados ao plano preferido de desenvolvimento, como forma de antecipar as medidas necessárias na fase de projeto específico;
- Pacote de planos do aeroporto: documentação que mostre as condições existentes e as propostas das modificações, sendo destaque deste item o plano de *layout* do aeroporto; e
- Partes interessadas e envolvimento público: documentação dos esforços das partes interessadas durante o estudo.

Segundo Ashford, Mumayiz e Wright (2011), o desenvolvimento do PDIR é realizado pelos operadores do aeroporto com a colaboração de consultores externos, devido à complexidade do estudo. O enfoque deste trabalho será um estudo de diagnóstico da infraestrutura do lado aéreo, relacionado, dos itens listados, com a caracterização das condições existentes e a análise da capacidade/demanda e necessidades nas instalações.

## 2.2 Agências Reguladoras e Normas

Os aeroportos devem seguir normas e regulamentações para que possam operar de maneira segura e eficiente. Com este intuito, organizações de âmbito nacional e internacional foram criadas para ditarem regras que regem os projetos de aeroportos, além de controlarem todo o setor de aviação civil dentro de suas jurisdições.

A *International Civil Aviation Organization* (ICAO) é a organização mundial que tem como objetivo promover regras e recomendações padrões para garantir a segurança, a eficiência e a responsabilidade ambiental e econômica do setor de aviação civil mundial. Esta organização é uma agência especializada das Nações Unidas, estabelecida em 1944 para gerenciar a administração e governança da Convenção sobre Aviação Civil Internacional, também conhecida como Convenção de Chicago (ICAO, 2016).

A ICAO possui 191 países membros, sendo o Brasil um deles e também participante do conselho da organização. Dentre as várias recomendações previstas, a ICAO disponibiliza o chamado Anexo 14 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional, que possui os padrões e práticas recomendáveis para o projeto de aeródromos.

No Brasil, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) é a agência federal que regula e fiscaliza as atividades da aviação civil e infraestrutura aeroportuária e aeronáutica brasileira. Ela foi instituída em 2005, em substituição ao Departamento de Aviação Civil (DAC). É função da ANAC estabelecer as regras para o funcionamento da aviação civil brasileira, revisando e atualizando os regulamentos técnicos. As normas técnicas da ANAC obedecem a Convenção de Chicago, do qual o país é signatário (ANAC, 2016a). Outros órgãos nacionais ligados a aviação civil são a Secretaria de Aviação Civil, a Infraero, o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA).

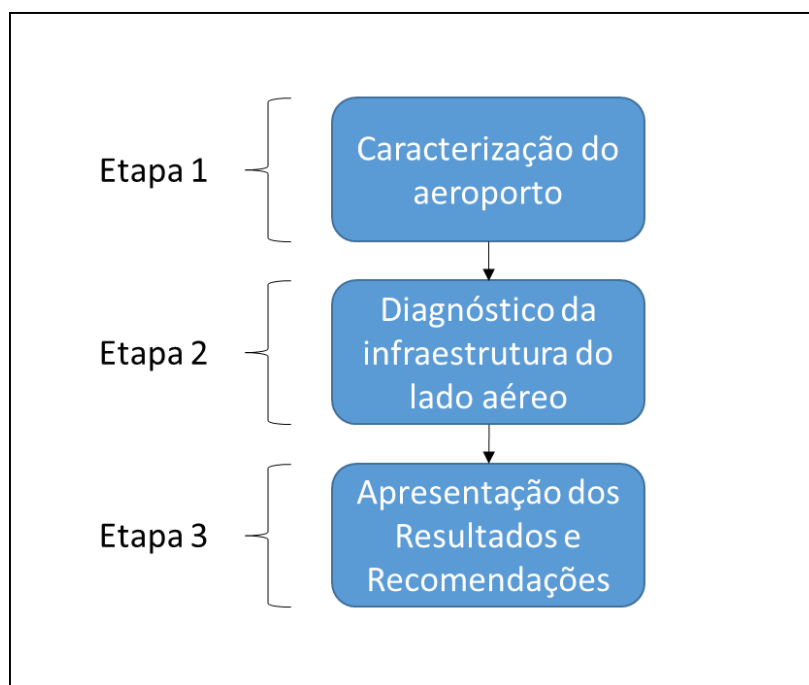
A ANAC possui diversos mecanismos para regular a aviação civil brasileira, como os Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil (RBACs), Regulamentos Brasileiros de Homologação Aeronáutica (RBHAs) e Instruções de Aviação Civil (IACs). A agência disponibiliza o RBAC 154, com título de Projeto de Aeródromos, que estabelece as regras a serem seguidas para projetos de aeródromos públicos.

É importante mencionar as normas norte-americanas, preparadas pela *Federal Aviation Administration* (FAA). Este é o órgão dos Estados Unidos responsável por todos os programas relacionados com segurança, fiscalização e regras no projeto, construção e operação dos aeroportos do país. A FAA regula a aviação civil através da publicação de *Advisory Circulars* (ACs). Para a engenharia, projeto e construção de aeroportos a FAA disponibiliza a série de número 150 de ACs, como a AC 150/5325-4B, que trata do comprimento de pista, e a AC 150/5060-5, que trata de capacidade e atrasos nos aeroportos (FAA, 2016).

### 3 Método

Este capítulo tem como objetivo descrever o método utilizado neste trabalho para a realização do diagnóstico do lado aéreo do Aeroporto Internacional de Navegantes. O fluxograma, apresentado na figura 03, apresenta as três etapas de atividades. As três etapas serão explicadas no decorrer deste capítulo.

Figura 3 - Método



Fonte: Própria.

A finalidade do estudo é a verificação das condições atuais da infraestrutura do aeroporto, uma das atividades contidas no PDIR conforme mencionado anteriormente. Isto é feito através da conferência das características físicas atuais do aeroporto com as exigências e recomendações normativas. Tanto normas nacionais quanto internacionais são utilizadas para a conferência, visto que o aeroporto precisa atendê-las simultaneamente.

### **3.1 Etapa 1 – Caracterização do Aeroporto**

Primeiramente é definido o aeroporto no qual deseja-se realizar o estudo. A partir desta definição, é necessário a caracterização do aeroporto, alcançada através do levantamento e apresentação das informações do aeroporto. A Portaria da ANAC nº 1183/SAI define as informações que devem ser levantados na fase de caracterização de um aeroporto para aprovação de um PDIR, e deve ser usada como guia para o levantamento dos dados necessários para o estudo.

Os dados devem ser atuais, provenientes de órgãos oficiais, como a Infraero, ANAC ou órgãos responsáveis pelo aeroporto. Preferencialmente, devem ser fornecidos pela própria administração do aeroporto. A realização de uma visita técnica é importante, se possível ser efetuada. Assim ocorre a familiarização com as instalações e características físicas do aeroporto e a apresentação do estudo para a sua administração.

### **3.2 Etapa 2 – Diagnóstico da Infraestrutura do Lado Aéreo**

Esta etapa visa a conferência das características físicas do lado aéreo do aeroporto com as recomendações das normas brasileiras e internacionais.

Para verificação das características físicas é recomendado a utilização do RBAC 154, da ANAC, do Anexo 14 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional, da ICAO, e outras normas que se façam necessárias. É possível analisar se as dimensões dos elementos e distâncias entre eles estão seguindo estas normas. Para verificação do comprimento de pista, utiliza-se o método proposto pela FAA através do AC 150/5325-4B. Isto ocorre devido ao fato do RBAC 154 não disponibilizar nenhum método, mas possuir em suas exigências procedimentos que são cumpridos pelo método da FAA.

A resistência dos pavimentos pode ser analisada através do método ACN-PCN (Número de classificação da aeronave - Número de classificação do pavimento), conforme indica o RBAC 154, para a aeronave crítica de projeto. Esta classificação é baseada no número de classificação de pavimento, o tipo de pavimento, a categoria de resistência do subleito, a pressão máxima permitida nos pneus e o método de avaliação. Uma aeronave deve ter um ACN menor ou igual ao PCN indicado para poder operar sobre o pavimento, sujeito a possíveis limitações na pressão dos pneus

ou no peso total da aeronave para alguns tipos de aeronaves. A Instrução de Aviação Civil 157-1001, da ANAC, apresenta este método e mostra exemplos de sua aplicação.

A capacidade da pista de pouso e decolagem é calculada pelo método proposto pela Infraero, que é baseado no método da FAA descrito na AC 150/5060-5. A escolha por este método se deve ao fato de que o método proposto pela FAA possui considerações que representam a configuração de típicos aeroportos americanos, enquanto o método da Infraero possui fatores para adaptar estas considerações à realidade brasileira. Como exemplo, a FAA assume que os aeroportos possuem uma pista de táxi acompanhando paralelamente todo o comprimento da pista de pouso e decolagem, o que não acontece no aeroporto de Navegantes. É possível calcular a movimentação de aeronaves no aeroporto da planilha da ANAC de voos autorizados vigentes em HOTRAN (Horário de Transporte), com dados de quantidade e horário dos voos no aeroporto estudado.

### **3.3 Etapa 3 – Apresentação dos Resultados e Recomendações**

A última etapa do método consiste na apresentação dos resultados encontrados na etapa de diagnóstico e nas recomendações sugeridas. O estudo realizado na etapa anterior apresenta suas análises elemento por elemento, na medida que o trabalho avança. Nesta etapa final, os resultados são apresentados resumidamente e de forma direta, junto às sugestões para o aeroporto.

É recomendado a apresentação do resumo dos resultados em forma de tabela de duas colunas, a primeira indicando o elemento em questão e a segunda o resultado da análise encontrada. As recomendações e sugestões de ações a serem tomadas podem ser apresentadas em forma de tabela ou descritas no decorrer do texto.

### **3.4 Limitações**

Esta metodologia está limitada a quantidade de informações que possam ser levantadas e ao foco do estudo. Os resultados dependem da quantidade de elementos a serem avaliados, e da disponibilidade de dados do aeroporto.

Neste trabalho, buscou-se avaliar as dimensões e distâncias dos elementos do lado aéreo (sistema de pista de pouso e decolagem, sistema de pista de táxi e pátio de aeronaves) e a

capacidade horária da pista de pouso e decolagem. Não foram levantados dados suficientes para análise das declividades dos elementos do lado aéreo, e também não foi possível a realização do diagnóstico das instalações de apoio às aeronaves, como SESCINC e PAA, por falta de dados. Também não estão sendo analisados as superfícies de proteção e a sinalização horizontal.

Os dados de HOTRAN, usados para calcular a capacidade de pista de pouso e decolagem, apresentam apenas voos regulares, voos estes caracterizados por um número, de acordo com horário, linha, equipamento e frequência. Estes voos são de aviação comercial. Qualquer outro tipo de voo é considerado não-regular, como voos de aviação geral e militares.

## 4 Caracterização do Aeroporto Internacional de Navegantes

A maior parte dos dados apresentados foram fornecidos pela após visita técnica realizada no dia 09 de março de 2016. Outros dados complementares foram obtidos de *sites* e documentos oficiais, provenientes da Infraero e ANAC. Quando houve diferenças nas informações, foram utilizadas as mais recentes.

### 4.1 Dados Básicos

O Aeroporto Internacional de Navegantes - Ministro Victor Konder está situado na cidade de Navegantes, no litoral do estado de Santa Catarina, Brasil. O aeroporto encontra-se cerca de 3 quilômetros do centro de Navegantes, e aproximadamente 112 quilômetros de Florianópolis, capital do estado. A classificação internacional se deve ao fato do aeroporto possuir instalações que possibilitam o tráfego de voos internacionais, como alfândega. Ademais, é utilizado como aeroporto público e está sob responsabilidade da Infraero. Os dados básicos do aeroporto, fornecidos após visita técnica pela Infraero, estão dispostos em seguida:

- Nome oficial: Aeroporto Internacional de Navegantes - Ministro Victor Konder;
- Endereço: Rua Osmar Gaya, 1.297 - Bairro Meia Praia - Navegantes /SC, CEP: 88372-900;
- Código ICAO: SBNF;
- Código IATA: NVT;
- Geoposicionamento: 26°52'43"S 48°39'03"W;
- Elevação do aeroporto: 5 metros;
- Temperatura de referência (média das temperaturas máximas diárias do mês mais quente do ano): 29°C; e
- Declividade magnética: 19° W.

### 4.2 Dados de Operação

Segundo dados fornecidos após visita técnica da Infraero, as operações utilizadas no aeroporto são as seguintes:



- Operações: VFR (*Visual Flight Rules*) diurno/noturno e IFR (*Instrument Flight Rules*) não-precisão diurno/noturno

O horário de funcionamento do aeroporto é de seis horas da manhã até a meia noite, todos os dias. As companhias aéreas estabelecidas no local são TAM, GOL e Azul. Segundo Infraero (2013), o Controle de Aproximação de Navegantes (APP-NV), e o Centro de Controle de Área de Curitiba (ACC-CW), são responsáveis pelo gerenciamento do espaço aéreo. Além disso, o aeroporto possui Torre de Controle de Aeródromo (TWR-NF). Os serviços e órgãos de navegação aérea e procedimentos locais de controle de tráfego aéreo presentes no Aeroporto de Navegantes são:

- APP – Controle de Aproximação;
- TWR – Torre de Controle;
- AIS – Serviços de Informações Aeronáuticas;
- ECM – Estação de Comunicações;
- ESM2/CMA-2 – Estação Meteorológica de Superfície 2 / Centro Meteorológico de Aeródromo – classe 2.

O aeroporto opera atendendo passageiros e cargas. Os segmentos para cada tipo de tráfego são:

- Tipo de Tráfego para passageiros:
  - Doméstico regular;
  - Doméstico não regular;
  - Aviação geral; e
  - Internacional não regular.
- Tipo de Tráfego para cargas:
  - Mercado doméstico e mercado internacional.

Segundo Infraero (2016a), a capacidade anual de movimentação de passageiros no aeroporto de Navegantes é de 1.400.000 passageiros. De acordo com o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), a capacidade de pista é de 12 operações/hora.

### 4.3 Área Patrimonial

Segundo o Manual de Implantação de Aeroportos do Instituto de Aviação Civil, o sítio aeroportuário é toda a área patrimonial do aeroporto, ou seja, toda área pertencente ao aeroporto.

O atual sítio aeroportuário do Aeroporto Internacional de Navegantes possui 680.633,30 metros quadrados (INFRAERO, 2016a). Este é delimitado por um muro patrimonial, a figura 04 mostra duas partes do muro como exemplo.

Figura 4 - Muro patrimonial



Fonte: Própria.

A figura 05, obtida do programa Google Earth Pro, destaca o sítio aeroportuário atual. É possível verificar que o Aeroporto Internacional de Navegantes está localizado entre o rio Itajaí-Açu e o oceano Atlântico, o que torna inviável qualquer expansão no seu sentido longitudinal.

Figura 5 – Área patrimonial atual do aeroporto de Navegantes



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro, 2016.

#### 4.4 Sistema de Pista de Pouso e Decolagem

O aeroporto possui apenas uma pista de pouso e decolagem, como mostra a figura 06, com dimensões de 1701x45 metros, sem acostamento nos lados e sem área de giro nas cabeceiras. As cabeceiras da pista de pouso e decolagem tem orientação 07/25. As coordenadas e elevações das cabeceiras são:

- Cabeceira 07:
  - Coordenadas: Latitude 26°53'01" e Longitude 048°39'29"; e
  - Elevação: 5 metros.
- Cabeceira 25:
  - Coordenadas: Latitude 26°52'30" e Longitude 048°38'38"; e
  - Elevação: 5 metros.

Figura 6 - Pista de pouso e decolagem



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro, 2016.

As distâncias declaradas da pista de pouso para as duas cabeceiras estão dispostas na tabela 05.

Tabela 5 - Distâncias declaradas

<b>Cabeceira</b>	<b>TORA (m)</b>	<b>ASDA (m)</b>	<b>TODA (m)</b>	<b>LDA (m)</b>
07	1701	1701	1701	1701
25	1701	1701	1701	1701

Fonte: Adaptado de Infraero, 2016b.

De acordo com o RBAC 154, as distâncias declaradas são definidas como:

- Pista Disponível para Corrida de Decolagem (TORA - *Take-off Run Available*) - comprimento declarado da pista, disponível para corrida no solo de uma aeronave que decola;
- Distância Disponível para Decolagem (TODA - *Take-Off Distance Available*) - comprimento da pista disponível para corrida de decolagem, mais a extensão da zona desimpedida (*Clearway*), se existente;
- Distância Disponível para Aceleração e Parada (ASDA - *Accelerate-Stop Distance Available*) - comprimento da pista disponível para corrida de decolagem, somado ao comprimento da Zona de Parada (Stopway), se existente; e
- Distância Disponível para Pouso (LDA - *Landing Distance Available*) - comprimento declarado de pista disponível para a corrida no solo de uma aeronave que pouso.

A faixa de pista possui dimensões de 1821x300 metros, com superfície de grama e boas condições. O aeroporto não possui Área de Segurança de Fim de Pista (RESA - *Runway End Safety Area*). O pavimento da pista de pouso e decolagem é de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), e a classificação *Pavement Classification Number* (PCN) do pavimento é 33/F/A/X/T. Isto significa que a pista tem PCN 33 e é de pavimento flexível (código F), possui alta resistência de subleito (código A), a pressão máxima permitida dos pneus das aeronaves é de 1,50 MPa (código X) e o método de avaliação foi técnica (código T).

Segundo dados fornecidos após visita técnica pela Infraero, a aeronave crítica para projeto do aeroporto é o Boeing 737-800. Devido as características de desempenho e dimensões dessa aeronave, disponibilizadas no guia *737 Airplane Characteristics for Airport Planning* da empresa Boeing, o código de referência do aeródromo é 4C. As dimensões do Boeing 737-800 são mostradas na figura do Anexo B, obtida do manual do Boeing.

#### 4.5 Sistema de Pistas de Táxi

Para circulação das aeronaves da pista de pouso e decolagem para o pátio de aeronaves, e vice-versa, o aeroporto conta com duas pistas de táxi, Alfa e Bravo. As duas são do tipo ortogonal e estão localizadas perto do centro da pista, como mostra a figura 07.

Figura 7 - Pistas de táxi



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro, 2016.

A pista de táxi Alfa tem 18 metros de largura, seu revestimento é de CBUQ e sua classificação *Pavement Classification Number (PCN)* é 33/F/A/X/T. A pista de táxi Bravo também tem 18 metros de largura, revestimento de CBUQ e sua classificação *Pavement Classification Number (PCN)* é 38/F/B/X/T.

#### 4.6 Pátio de Aeronaves

Segundo dados da Infraero (2016a), o Aeroporto Internacional de Navegantes possui um pátio de aeronaves para aviação comercial com 20.276 metros quadrados, localizado adjacente ao terminal de passageiros. Este pátio tem 6 posições para aeronaves de aviação comercial. A figura 08 destaca este pátio principal. O pavimento do pátio é rígido com classificação PCN 33/R/A/X/T.

Além deste pátio principal, o aeroporto dispõe de mais dois pátios secundários de aeronaves. Um deles é o pátio para aeronaves de asa rotativa com 4 posições e o outro é o pátio para aeronaves de aviação geral, com 6 a 15 posições dependendo a composição (INFRAERO, 2016a).

Figura 8 - Pátios de aeronaves



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro, 2016.

## 4.7 Principais Edificações

As principais edificações de um aeroporto, segundo a Portaria ANAC nº 1183/SAI, são: Terminal de Passageiros, Terminal de Carga, Torre de Controle, Parque de Abastecimento de Aeronaves e Serviço de Prevenção e Combate a Incêndios (SESCINC). Neste tópico serão descritas as informações levantadas sobre estes elementos do Aeroporto Internacional de Navegantes, com exceção da Torre de Controle pois não foram obtidos dados sobre esta facilidade.

### 4.7.1 Terminal de Passageiros

Segundo a Infraero (2016a), o terminal de passageiros possui 5.200 m<sup>2</sup>. O terminal é do tipo linear e está 16 metros distante do pátio de aeronaves. A edificação possui 2 pavimentos, e somente o térreo é operacional. É no térreo que ocorrem as operações de embarque e desembarque de passageiros tanto da aviação doméstica regular e internacional não regular, quanto da aviação executiva e geral, através do saguão e salas de embarque e desembarque. Não há pontes de embarque no aeroporto. A figura 09 destaca o terminal de passageiros.

Figura 9 - Terminal de passageiros



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro, 2016.

O terminal de passageiros possui elementos para processamento de passageiros, check-in, áreas de manuseio de bagagem, salas de embarque e desembarque, escritórios de empresas aéreas, entre outros. Além dos elementos essenciais para o transporte aéreo, consta com restaurantes, lojas, locadora de veículos, e escritórios operacionais da Infraero, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Receita Federal e Secretaria de Aviação Civil (SAC).

#### 4.7.2 Terminal de Carga Aérea

O aeroporto internacional de Navegantes possui um terminal de cargas internacionais com 1.500 m<sup>2</sup>, pertencente a Infraero. No entanto, o movimento deste tipo de carga é irrelevante. Em 2.001, a Infraero registrou movimento anual de apenas 691 kg. Este terminal também é utilizado para operação de cargas domésticas das empresas aéreas. Não foram obtidas mais informações sobre este elemento.

#### 4.7.3 Serviço de Prevenção, Salvamento e Combate a Incêndio (SESCINC)

Segundo a Resolução nº 279, de 10 de julho de 2013, da ANAC:

O SESCINC é identificado como um conjunto de atividades administrativas e operacionais desenvolvidas em proveito da segurança contraincêndio do aeródromo, cuja principal finalidade é prover o aeródromo de recursos materiais e humanos, objetivando, prioritariamente, o salvamento de vidas.

De acordo com a mesma resolução, as instalações e dependências designadas para administração e operação do SECINC são nomeadas de Seção contraincêndio do aeródromo (SCI). No aeroporto de Navegantes, a SCI possui 644 m<sup>2</sup> e está localizado em posição intermediária em relação a pista de pouso e decolagem com acesso exclusivo e dedicado à pista. A localização da SCI é mostrada na figura 10. O Nível de Proteção Contra Incêndio Requerido (NPCR) do aeroporto é 7, segundo dados fornecidos após visita técnica pela Infraero. Não foram obtidas mais informações sobre este elemento.



Figura 10 - Seção contraincêndio do aeródromo (SCI)



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro, 2016.

#### 4.7.4 Parque de Abastecimento de Aeronaves (PAA)

O aeroporto de Navegantes possui PAA com área de 3.450 m<sup>2</sup>. As empresas operantes no aeroporto são a Petrobras e a Shell. As atividades de abastecimento das aeronaves no pátio de aeronaves principal é feito através de caminhões. Não foram obtidas mais informações sobre este elemento.

## 5 Diagnóstico do Aeroporto Internacional de Navegantes

Como mencionado anteriormente, os elementos analisados foram o sistema de pista de pouso e decolagem, o sistema de pistas de táxi, o pátio de aeronaves e a capacidade da pista de pouso e decolagem. É importante ressaltar que o código de referência deste aeroporto é 4C devido as características da aeronave crítica, o Boeing 737-800. Este código é definido a partir da figura 02, presente no RBAC 154, para fins de planejamento do aeródromo e é utilizado para realização do diagnóstico em diferentes situações.

### 5.1 Sistema de Pista de Pouso e Decolagem

Primeiramente, foram verificadas as dimensões da pista de pouso e decolagem. Para verificação do comprimento de pista de 1.701 metros, foi utilizado a metodologia da FAA para cálculo do comprimento de pista. O primeiro passo está definido, a aeronave crítica do aeroporto é o Boeing 737-800. Segundo a companhia Boeing (2016), a aeronave tem peso máximo de decolagem de 79.016 kg, portanto o comprimento da pista seguirá as especificações de peso máximo de decolagem e peso máximo de pouso desta aeronave.

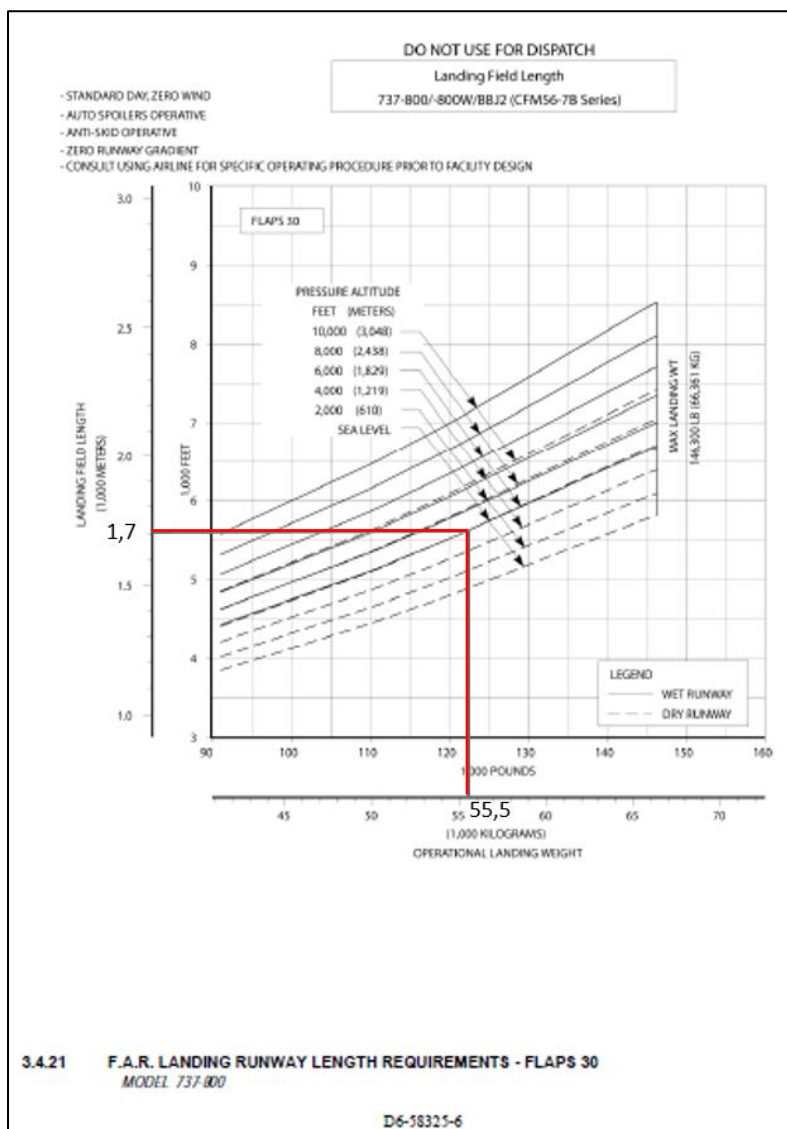
No terceiro passo, fica definido que o comprimento de pista de pouso e decolagem será definido a partir do guia *737 Airplane Characteristics for Airport Planning*, disponibilizado pela companhia Boeing. No guia são encontrados ábacos para o cálculo do comprimento de pista recomendado para o Boeing 737-800, tanto para peso de decolagem como para peso de pouso.

Primeiro foram definidas as informações necessárias para utilização dos ábacos:

- Aeronave: Boeing 737-800
- Média das temperaturas máximas diárias do mês mais quente do ano (temperatura de referência): 29°C
- Elevação do aeroporto: 5 metros
- Peso máximo de pouso da aeronave: 66.361 kg
- Peso máximo de decolagem da aeronave: 79.016 kg
- Gradiente efetivo da pista: zero

O gradiente efetivo da pista é definido como a diferença entre a cota mais alta e mais baixa da pista divididas pelo seu comprimento. A figura 11 mostra o ábaco disponibilizado pelo guia da Boeing, para o Boeing 737-800, para cálculo do comprimento de pista utilizando o peso de pouso da aeronave.

Figura 11 - Ábaco do Boeing 737-800 para determinação do comprimento de pista a partir do peso de pouso



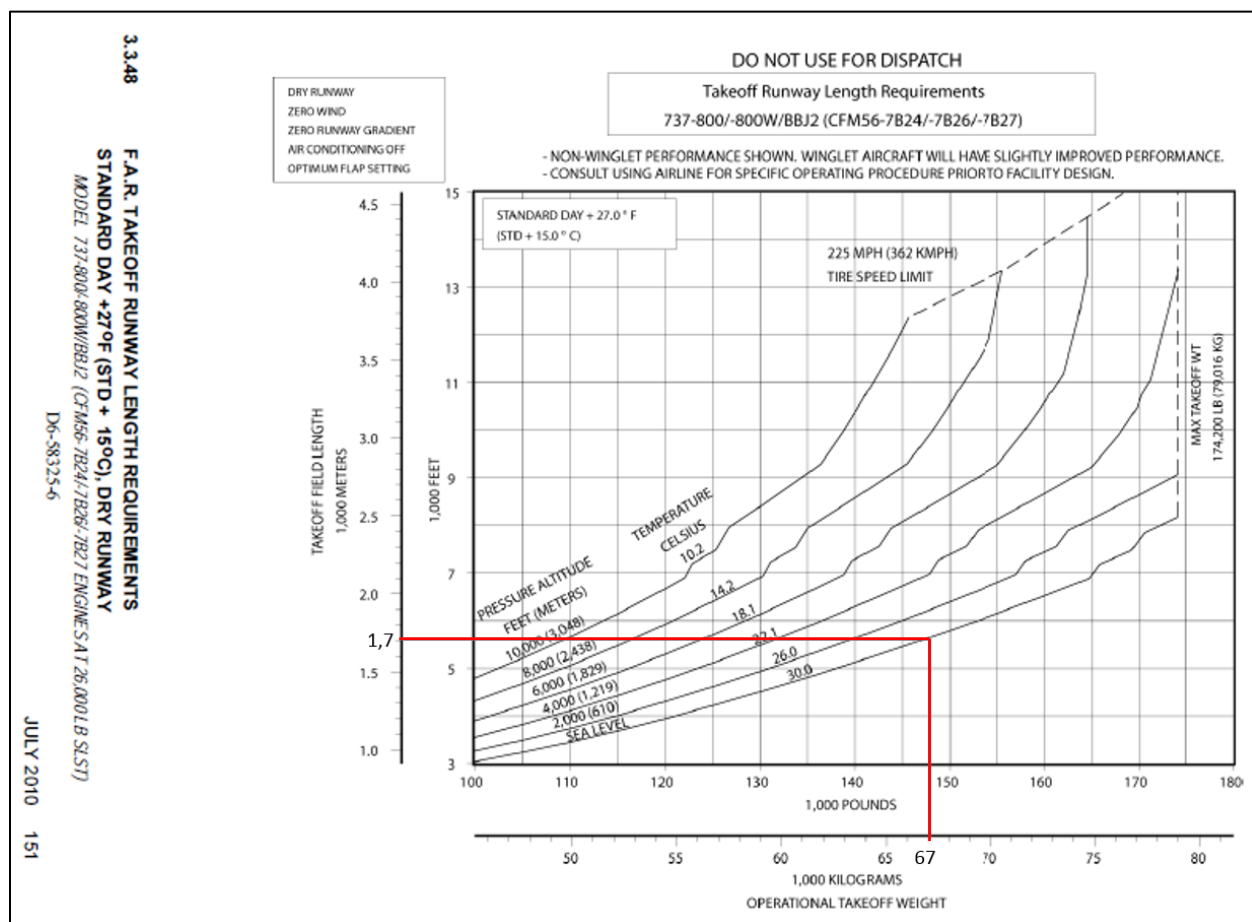
Fonte: Adaptado de Boeing, 2013.

Através do ábaco pode-se verificar que na pior situação, a pista molhada, não é recomendado que o Boeing 737-800 opere com seu peso máximo de pouso, de acordo com o guia da FAA. A figura 09 mostra que utilizando o comprimento de 1.701 metros, o peso máximo de pouso recomendado para a aeronave crítica deste aeroporto é aproximadamente 55.500 quilogramas, o que equivale a 83,63% do seu peso máximo de pouso. Esta recomendação é comum, visto que na maioria das vezes não é necessário que as aeronaves operem com seu peso máximo. Além disso, as companhias aéreas naturalmente operam com aeronaves abaixo de seus pesos máximos.

O guia *737 Airplane Characteristics for Airport Planning* apresenta, para o Boeing 737-800, quatro ábacos para o cálculo do comprimento de pista utilizando o peso de decolagem: o primeiro para temperatura padrão (STD – *Standard Day Temperature*), o segundo para STD+15°C, o terceiro para STD+25°C e o quarto para STD+35°C. Segundo o guia, a temperatura padrão é definida de acordo com a elevação do aeroporto em relação ao nível médio dos mares e a pressão devido a esta elevação, e seu valor pode ser determinado no próprio guia.

Para aeroportos no nível do mar ou muito próximo dele, como é o caso do Aeroporto de Navegantes, a STD é de 15°C. Portanto, o ábaco utilizado neste estudo é o de STD+15°C ( $15^{\circ}\text{C} + 15^{\circ}\text{C} = 30^{\circ}\text{C}$ ) pois a temperatura de referência do aeroporto é 29°C. A temperatura de referência do aeroporto deve estar abaixo ou ser igual a temperatura do ábaco a ser utilizado. A figura 12 mostra o ábaco do guia da Boeing.

Figura 12 - Ábaco do Boeing 737-800 (STD+15°C) para determinação do comprimento de pista utilizando peso de decolagem.



Fonte: Adaptado de Boeing, 2013.

Do mesmo modo que para o pouso, o comprimento de pista atual não é indicado para a operação de decolagem do Boeing 737-800 com seu peso máximo de decolagem. Através do ábaco, foi recomendado que o maior peso de decolagem para o Boeing 737-800 seja aproximadamente 67.000 kg, o que corresponde a 84,79% do seu peso máximo de decolagem. Assim como para pouso, é normal que as aeronaves não operem com o máximo do seu peso e as companhias aéreas naturalmente operam com estas restrições.

A largura da pista é definida através do RBAC 154 pelo código de referência do aeródromo. Para o Aeroporto Internacional de Navegantes, com código 4C, a largura mínima deve ser de 45 metros. Assim, foi concluído que a pista atual de 1701x45 metros está adequada em relação as

exigências de norma, com as considerações sobre os pesos de decolagem e pouso citadas anteriormente.

A pista de pousos e decolagem do Aeroporto Internacional de Navegantes não possui acostamentos e não possui áreas de giro nas duas cabeceiras. O RBAC 154 determina que não são necessários acostamentos e também áreas de giro para aeródromos com código C, portanto a inexistência destes elementos está de acordo com a norma brasileira.

Como mencionado anteriormente, a resistência da pista de pouso e decolagem pelo código PCN é 33/F/A/X/T. As aeronaves que operam no aeroporto têm que apresentar um ACN, para estas características de pista, menor que o PCN 33.

Segundo o *Aircraft Classification Numbers (ACN's)*, da *Transport Canada*, o Boeing 737-800 tem pressão de pneus de 1,47 MPA e ACN entre 44 e 21, dependendo do seu peso. Utilizando os valores ACN e pesos do mesmo manual, presente no Anexo C, foi feita uma interpolação linear para estimar um peso que corresponderia ao ACN 33, classificação máxima para uso desta pista. O peso encontrado foi de 59.955 kg, que seria maior peso em que um Boeing 737-800 pode operar na pista de pouso e decolagem. A seguir, seguem os elementos do sistema de pista de pouso e decolagem.

#### 5.1.1 Faixa de Pista de Pouso e Decolagem

O RBAC 154 pede que pistas de pouso e decolagem e suas zonas de parada estejam incluídas em uma faixa de pista. O tamanho da faixa de pista depende do código de referência do aeródromo e do tipo de operação utilizado no aeroporto. Tendo em vista que o aeroporto de Navegantes utiliza dois sistemas, VFR e IFR de não-precisão, a análise da faixa de pista irá considerar o sistema IFR de não-precisão pois ele exige as maiores dimensões.

As dimensões da faixa de pista de pouso e decolagem do aeroporto de Navegantes são 1821x300 metros. O RBAC 154 pede que a faixa de pista se estenda 60 metros antes da cabeceira e após o fim da pista para aeródromos com número de código 4 e que se estenda lateralmente para cada lado do eixo da pista de pouso e decolagem por todo o comprimento da faixa de pista a uma distância mínima de 150 metros para aeroportos com operação IFR não-precisão.

No aeroporto, a largura de 300 metros da faixa de pista não é atendida em todo seu comprimento. A figura 13 mostra os limites da faixa de pista e a área que está dentro dos limites.

Figura 13 - Faixa de pista de pouso e decolagem e área não-conforme



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro, 2016.

Os 150 metros exigidos por norma não são atendidos na área do pátio de aeronaves e sua *taxilane*, porção da área de estacionamento das aeronaves usada para acesso entre a pista de táxi e a posição de estacionamento.

A faixa preparada, porção da faixa de pista de pouso e decolagem construída com capacidade de suporte apropriada para minimizar riscos a aeronaves que saiam da pista, está adequada. Os 75 metros exigidos pelo RBAC 154 para aeródromos com número de código 4 estão de acordo com o regulamento.

### 5.1.2 Áreas de Segurança de Fim de Pista (RESA)

O aeroporto de Navegantes não possui Áreas de Segurança de Fim de Pista declaradas em nenhuma das extremidades de sua faixa de pista. O regulamento pede que pistas de pouso e decolagem construídas anteriormente à publicação do próprio regulamento, em 2012, possuam uma RESA nas extremidades da faixa de pista, quando características do terreno permitam e haja disponibilidade de área para tal fim.

Para o aeroporto de Navegantes, a RESA deveria se estender 90 metros a partir do final da faixa de pista, onde seja possível, e ter uma largura de no mínimo o dobro da largura da pista de pouso e decolagem.

A figura 14 mostra a projeção da RESA com suas dimensões e o espaço disponível em cada extremidade das faixas de pista. A extremidade da faixa de pista na cabeceira 25 tem espaço disponível para uma RESA e o terreno aparenta permitir sua construção.

Figura 14 - Projeções das áreas das RESAs



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro, 2016.

## 5.2 Sistema de Pista de Táxi

As análises aqui feitas foram a respeito da largura das pistas de táxi, distância de separação entre pista de pouso e decolagem e pistas de táxi e distância de separação entre pistas de táxi, resistência do pavimento das pistas de táxi, acostamento das pistas de táxi e faixas de pista de táxi.

Não foi possível fazer uma análise para o afastamento externo do trem de pouso principal e a borda da pista de táxi neste trabalho. Isto ocorre devido ao desconhecimento dos valores do raio das curvas entre as pistas de táxi e pista de pouso e decolagem e entre as pistas de táxi e pátio de aeronaves.



Quanto a largura das pistas de táxi, o RBAC pede no mínimo 15 metros para aeródromos com letra de código C e distância entre eixos da aeronave menor que 18 metros. Esta distância para o Boeing 737-800 é 15,60 metros, conforme mostra o Anexo B. Tanto a pista Alfa como a pista Bravo tem 18 metros de largura, dentro da norma brasileira.

A distância entre os eixos de pistas de táxi e da pista de pouso e decolagem deveria ser no mínimo 168 metros para aeródromos com código 4C. A figura 15 mostra que a distância entre o eixo da pista de pouso e decolagem e o eixo da *taxilane* no aeroporto de Navegantes é menor, sendo de aproximadamente 111 metros.

Figura 15 - Distância entre eixo da pista de pouso e decolagem e eixo da *taxilane*



Fonte: Google Earth Pro, 2016.

A distância entre eixos das pistas de táxi está de acordo com o RBAC 154. A norma pede no mínimo 44 metros de distância, e no aeroporto está distância é de 145 metros. As distâncias entre eixos de pista de táxi e objetos, assim como entre o eixo da *taxilane* e um objeto, também são atendidas.

O RBAC 154 pede que pistas de táxi tenham resistência no mínimo igual à pista de pouso e decolagem. Esta exigência é atendida, visto que a pista Alfa tem resistência 33/F/A/X/T e a pista Bravo tem resistência 38/F/B/X/T, na classificação PCN. O peso máximo aproximado para a

aeronave crítica operando na pista Alfa é de 59.955 kg, mesmo da pista de pouso e decolagem. Este valor muda para a pista Bravo, visto que o subleito apresenta resistência menor (código B) e número PCN maior. Utilizando interpolação linear para os valores do *ACN's*, o peso limite para esta pista é 65.828 kg.

Os acostamentos das pistas de táxi estão de acordo com o RBAC 154. A norma pede largura total das pistas de táxi com seus acostamentos de 25 metros onde a letra do código for C, e estes 25 metros são atendidas para as duas pistas de táxi. Por último, as faixas de pista de táxi também estão de acordo com a norma brasileira. Para as duas pistas de táxi, a largura de 52 metros para a faixa de pista, 26 metros para cada lado do eixo da pista de táxi ao longo de seu comprimento onde a letra do código é C, é atendida.

### **5.3 Pátio de Aeronaves**

De acordo com o RBAC 154, o pátio de aeronaves deve ter área adequada para permitir o processamento rápido do tráfego do aeródromo em sua densidade máxima.

As seis posições do pátio do aeroporto têm tamanho suficiente para acomodar aeronaves do tipo Boeing 737-800, respeitando o afastamento mínimo de 4,5 metros para outros elementos requerido pela norma. A figura 16 ilustra a situação do pátio e suas posições de estacionamento.

Figura 16 - Espaços de estacionamentos de aeronaves



Fonte: Google Earth Pro, 2016.

O número PCN do pavimento 33/R/A/X/T, indicando que o pavimento é rígido e a resistência do subleito é a mesma que da pista de pouso e decolagem e da pista de táxi Alfa. Para este pavimento, utilizando interpolação linear entre os valores apresentados na *Aircraft Classification Numbers*, foi encontrado um peso limite para operação do Boeing 737-800 de 52.967 kg.

#### 5.4 Capacidade da Pista de Pouso e Decolagem

A capacidade horária da pista de pouso e decolagem foi calculada pelo método da Infraero, método este baseado na metodologia da FAA. Para o cálculo, foram utilizados os dados da planilha da ANAC para voos autorizados vigentes (Horário de Transporte - HOTRAN). Esta planilha apresenta todos os voos regulares autorizados nos aeroportos brasileiros.

Para calcular a capacidade de pista, primeiramente foram contabilizadas as quantidades de operações por aeronaves operantes no aeroporto de Navegantes para cada dia da semana. A tabela 06 mostra o resultado desta contagem:

Tabela 6 - Número de operações por semana das aeronaves operantes no aeroporto de Navegantes.

Aeronaves	Número de operações						
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
E190	18	18	18	18	18	10	13
AT72	2	0	0	0	2	0	1
B737-800	16	16	16	16	16	12	12
A319	9	9	9	9	9	4	9
A320	3	3	1	3	3	1	2

Fonte: Própria.

Para cálculo do índice-mix de aeronaves, as aeronaves foram classificadas de acordo com seu peso máximo de decolagem certificado em uma das quatro classes do método da FAA: A, B, C e D. A tabela 07 mostra o mix de aeronaves para o aeroporto de Navegantes:

Tabela 7 - Mix de aeronaves

Código	Segunda		Terça		Quarta		Quinta		Sexta		Sábado		Domingo	
<b>A</b>	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
<b>B</b>	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
<b>C</b>	48	100%	46	100%	44	100%	46	100%	48	100%	27	100%	37	100%
<b>D</b>	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>	<b>100%</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>	<b>44</b>	<b>100%</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>	<b>48</b>	<b>100%</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>	<b>37</b>	<b>100%</b>

Fonte: Própria.

Deve-se utilizar o dia com maior número de operações, neste caso sexta-feira. Aplicando-se a fórmula do índice-mix para o dia com maior movimento chegou-se ao seguinte resultado:

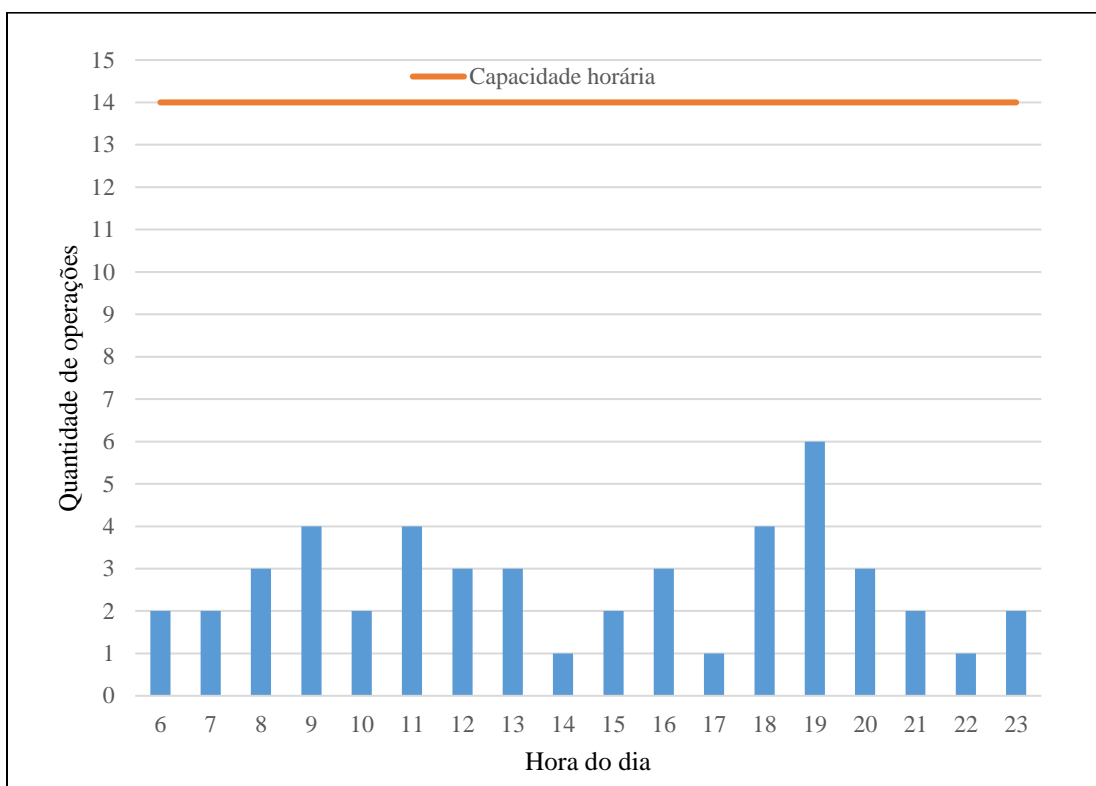
$$\text{Índice-mix} = \%C + 3*\%D = 100\% + 3*0\% = 100\% \quad (2)$$

Com este valor do índice-mix, sabendo que o aeroporto de Navegantes possui uma pista de pouso e decolagem e que o tipo de operação é IFR, têm-se as informações necessárias para determinação da capacidade horária da pista pelo método da FAA. Consultando a tabela 02, adaptada da figura 2-1 da AC 150/5060-5, o valor da capacidade horária é de 53 operações/hora.

Então foram aplicados os dois fatores de correção propostos pela Infraero. O primeiro faz referência ao croqui do sistema de pistas. O aeroporto de navegantes possui duas pistas de táxi, porém ambas estão posicionadas no meio da pista e próximas uma da outra. Em consequência disso, foi considerado o fator de 0,3 que representa apenas uma saída da pista de pouso e decolagem, obtido da tabela 03. O segundo diz respeito as instalações de auxílio a navegação aérea. Foi utilizado, obtido da tabela 04, o valor de 0,90 devido as instalações do aeroporto de Navegantes, que possui torre de controle (TWR) e controle de aproximação (APP) mas não possui o sistema *Instrument Landing System* (ILS).

Assim, pelo produto da capacidade encontrada pelo método da FAA com os dois fatores de correção da Infraero, foi encontrado o valor de capacidade horária de 14 operações/hora para a pista de pouso e decolagem. Para verificar se esta capacidade está atendendo a demanda, foi determinada a quantidade de operações por hora do dia mais movimentado a partir da planilha de voos vigentes de HOTRAN. A hora com maior movimento é as 19 horas, quando ocorrem 6 operações de voos regulares no aeroporto, entre pousos e decolagens, portanto a pista de pouso e decolagem comporta a demanda do aeroporto de voos regulares. A figura 17 mostra a quantidade destes voos por hora em comparação com a capacidade da pista:

Figura 17 – Verificação da capacidade horária da pista para voos regulares



Fonte: Própria.

## 6 Apresentação dos Resultados e Recomendações

O presente capítulo tem como objetivo a apresentação dos resultados encontrados na etapa de diagnóstico e as recomendações a partir do estudo realizado. A grande maioria dos elementos do lado aéreo do aeroporto atende as recomendações normativas, com exceção de três. A tabela 08 apresenta as não-conformidades encontradas no lado aéreo do aeroporto de Navegantes em relação as normas vigentes.

Tabela 8 – Não-conformidades do lado aéreo do aeroporto

<b>Elemento</b>	<b>Não-conformidades</b>
Faixa de pista de pouso e decolagem	A faixa de pista não atende aos 150 metros de largura mínima em toda sua extensão
RESA	Instalação de RESA ao final da faixa de pista da cabeceira 25
Distância entre os eixos da pista de táxi e da pista de pouso e decolagem	A distância mínima de 168 metros entre o eixo da pista de pouso e decolagem e o eixo da <i>taxilane</i> não é atendida

Fonte: Própria.

Uma ação possível de ser tomada é a respeito da RESA. Uma RESA pode ser construída ao fim da faixa de pista da cabeceira 25, com as dimensões exigidas por norma. No caso da cabeceira 07, a RESA não pode ser construída com seu comprimento mínimo de 90 metros, o comprimento disponível para tal é apenas 65 metros.

As ações a respeito da largura da faixa de pista e da distância entre os eixos da pista de pouso e decolagem e da *taxilane* são mais complexas. A correção exige a mudança do pátio de aeronaves e conseqüente mudança do terminal de passageiros, o que acarreta num novo projeto para o aeroporto. A área patrimonial atual do aeroporto, de 680.633,30 m<sup>2</sup> como mostra a figura 06, não possui espaço suficiente para estas mudanças. Entretanto, segundo informações obtidas após visita técnica, a Infraero já possui um plano de expansão para o aeroporto que inclui

a adição de uma área ao sítio aeroportuário, o que possibilitaria um novo projeto. A figura 18 mostra o sítio aeroportuário futuro.

Figura 18 - Novo sítio aeroportuário



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro, 2016.

O diagnóstico mostra também que não é aconselhável que a aeronave crítica opere com seu peso máximo de decolagem, segundo o guia da FAA. O estudo mostrou que o valor de 52.967 kg seria o peso máximo que um Boeing 737-800 pode operar, levando em consideração todos os elementos do lado aéreo do aeroporto. Estudos podem ser realizados para as demais aeronaves operantes, sendo que todas que operam voos regulares são de categoria C, a fim de determinar seus pesos limites para movimentação no Aeroporto Internacional de Navegantes.

Além disso, foi possível verificar que a pista de pouso e decolagem consegue comportar a demanda de voos regulares, estes que são prioridade nas operações em aeroportos. São realizadas 6 operações as 19 horas, número máximo também de posições de estacionamento, o que provaria que o lado aéreo tem infraestrutura para suportar a demanda atual.



Porém, seria interessante um estudo complementar para avaliar a capacidade da pista de pouso e decolagem do aeroporto. Segundo o Anuário Estatístico de Tráfego Aéreo 2015, do DECEA, 56% da movimentação de aeronaves no ano de 2015 foi da aviação geral, incluindo uma pequena parcela de aviação militar, sendo que os dados de HOTRAN abrangem somente a aviação comercial. O anuário mostra que ocorreram em média 110 movimentos de aeronaves nas sexta-feira de 2015. Esse dado indica que ocorrem aproximadamente 62 movimentos de aviação geral na sexta-feira, que deveriam ser somados aos 48 movimentos de aviação comercial utilizados neste trabalho para a verificação da capacidade da pista de pouso e decolagem.

A relevância deste estudo se deve ao fato que, ao analisar a figura 14, é possível a indicação dos horários mais propícios a realização dos voos não-regulares. Por exemplo, o aeroporto apresenta 6 movimentos as 19 horas, porém apenas 1 movimento as 14 horas e as 17 horas, consequentemente estes dois horários podem ser melhor utilizados para os voos não-regulares.

## 7 Conclusões

O presente trabalho apresentou uma análise da infraestrutura do lado aéreo do aeroporto de Navegantes. Os resultados, mostrados resumidamente no capítulo anterior junto a algumas sugestões, mostram que a maior parte das recomendações normativas são atendidas pelos elementos do aeroporto. Mais uma vez é importante ressaltar o carácter exclusivamente acadêmico deste trabalho, portanto estes resultados não devem ser usados para avaliação do aeroporto pois não possuem aprofundamento necessário para tal fim.

A capacidade da pista de pouso e decolagem, como mencionado anteriormente, foi calculada em relação aos voos regulares. A sugestão é um estudo considerando também os voos não-regulares, devido ao fato de estes serem a maioria no aeroporto de Navegantes. Para isto, seriam necessários dados provenientes da administração do aeroporto a respeito destes voos. Além disso, sugere-se um estudo de capacidade que envolva a pista de pouso e decolagem e o pátio de aeronaves para horizontes atuais e futuros, fazendo assim a verificação da capacidade do lado aéreo do aeroporto como um todo.

O aeroporto registrou movimentação de 1.483.308 passageiros em 2015, enquanto a sua capacidade é de 1.400.000 passageiros por ano. Isto mostra que o terminal de passageiros operou acima da sua capacidade. Também é possível notar que o aeroporto está inserido numa zona urbana. Por conta disso, sugere-se que a análise do aeroporto seja estendida para o lado terrestre, para o seu Plano de Zoneamento de Ruído e para o seu Plano de Zona de Proteção.

Pelo fato de um aeroporto ser altamente complexo, cada setor citado merece um estudo próprio, garantindo a qualidade da pesquisa e dos resultados. A análise apresentada neste trabalho mostra que algumas adequações na infraestrutura do lado aéreo Aeroporto Internacional de Navegantes – Ministro Victor Konder seriam interessantes no seu crescimento. Ademais, seria interessante um estudo adicional de capacidade da pista de pouso e decolagem, visto que os dados de voos não-regulares não estavam disponíveis. Este trabalho, aliado aos estudos aqui sugeridos, podem ajudar no desenvolvimento do aeroporto, colaborando assim com a prosperidade da região.

## Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Anuário do Transporte Aéreo 2014**. 2015. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/estatistica/anuarios.asp>>. Acesso em: 08 maio 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **HOTRAN**. 2016c. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/hotran/>>. Acesso em: 10 Maio 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Institucional**. 2016a. Disponível em: <[http://www.anac.gov.br/A\\_Anac/institucional](http://www.anac.gov.br/A_Anac/institucional)>. Acesso em: 28 maio 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Instrução de Aviação Civil 157-1001**. 2008. Disponível em: <[http://www2.anac.gov.br/biblioteca/iac/IAC157\\_1001.pdf](http://www2.anac.gov.br/biblioteca/iac/IAC157_1001.pdf)>. Acesso em: 13 maio 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Plano Diretor Aeroportuário - PDIR**. 2016b. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aerodromos/planejamento-aeroportuario/plano-diretor-aeroportuario-2013-pdir>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Portaria ANAC nº 1183/SIA**. 2010. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/portarias/2010/PA2010-1183.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Portaria ANAC nº 1598/SIA**. 2011. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/portarias/2011/PA2011-1598.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **RBAC 154: Projeto de Aeródromos**. 2012. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbac/RBAC154EMD01.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Resolução nº 279**. 2013. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/resolucao/2013/RA2013-0279.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

ALVES, Cláudio Jorge Pinto; FRAGA, Rafael. Capacidade do lado aéreo dos aeroportos brasileiros. **Journal Of Transport Literature**. [s.l], p. 178-189. 26 jan. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jtl/v6n4/v6n4a10.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

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

ASHFORD, Norman; STANTON, H.p. Martin; MOORE, Clifton A. **Airport Operations**. [S. l.]: John Wiley & Sons, 1984.

BOEING. **737 Airplane Characteristics for Airport Planning**. 2013. Disponível em: <<http://www.boeing.com/assets/pdf/commercial/airports/acaps/737.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2016.

CARVALHO, Betânia Gonçalves de. **Uma metodologia para obtenção de um diagnóstico dos Principais Aeroportos no Brasil através da avaliação da relação demanda e capacidade.** 2006.161f. Tese de Mestrado - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2006.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. **Anuário Estatístico de Tráfego Aéreo 2015.** 2015. Disponível em: <[http://www.cgna.gov.br/wp-content/themes/cgna/documentos/do/anuarios/anuario\\_2015.pdf](http://www.cgna.gov.br/wp-content/themes/cgna/documentos/do/anuarios/anuario_2015.pdf)>. Acesso em: 08 jun. 2016.

EDWARDS, Brian. **Modern Airport Terminal: New Approach to Airport Architecture.** New York: Taylor & Francis, 2004.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **AC 150/5060-5 Airport Capacity and Delay.** 1983. Disponível em: <[http://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory\\_Circular/150\\_5060\\_5.pdf](http://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150_5060_5.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2016.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **AC 150/5325-4B Runway Length Requirements for Airport Design.** 2005. Disponível em: <[http://www.faa.gov/documentlibrary/media/advisory\\_circular/150-5325-4b/150\\_5325\\_4b.pdf](http://www.faa.gov/documentlibrary/media/advisory_circular/150-5325-4b/150_5325_4b.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2016.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Airport Design and Engineering Standards: Airports.** 2016. Disponível em: <[http://www.faa.gov/airports/engineering/design\\_standards/](http://www.faa.gov/airports/engineering/design_standards/)>. Acesso em: 28 maio 2016.

FEITOSA, Milton Valdir de Matos. **Um modelo de simulação para terminais de passageiros em aeroportos regionais brasileiros.** 2000. 181 f. Tese (Mestrado) - Curso de Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica de Transporte Aéreo e Aeroportos, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2000.

HORONJEFF, Robert et al. **Planning and Design of Airports.** 5. ed. [S. l.]: McGraw-Hill Companies, 2010.

INFRAERO. **Aeroporto Internacional de Navegantes - Ministro Victor Konder.** 2016a. Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/index.php/br/aeroportos/santa-catarina/aeroporto-de-navegantes.html>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

INFRAERO. **Anuário Estatístico Operacional 2015.** 2016b. Disponível em: <<http://www.infraero.com.br/index.php/br/estatistica-dos-aeroportos.html>>. Acesso em: 29 maio 2016.

INSTITUTO DE AVIAÇÃO CIVIL. **Manual de Implementação de Aeroportos.** Disponível em: <[http://www.ceama.mp.ba.gov.br/2012-11-21-00-12-02/doc\\_view/3090-manual-implementacao-geral.html](http://www.ceama.mp.ba.gov.br/2012-11-21-00-12-02/doc_view/3090-manual-implementacao-geral.html)>. Acesso em: 14 abr. 2016.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation: Aerodromes.** 6 ed. [s. L.]. 2013.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Internacional Civil Aviation Organization.** 2016. Disponível em: <<http://www.icao.int/about-icao/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 28 maio 2016.

MCKINSEY&COMPANY. **Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil**. Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/empresa/pesquisa/chamada3/relatorio\\_consolidado.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/empresa/pesquisa/chamada3/relatorio_consolidado.pdf)>. Acesso em: 12 maio 2016.

MEDAU, João Carlos. **Análise de Capacidade do lado aéreo de aeroportos baseada em simulação computacional: aplicação ao aeroporto de São Paulo - Congonhas**. 2011. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

PORTAL BRASIL. **Movimentação no aeroporto catarinense de Navegantes cresceu 6,4% em 2015**. 2016. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/04/aeroporto-de-navegantes-sc-registra-maior-crescimento-de-trafego-aereo-do-brasil>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

TRANSPORT CANADA. **Aircraft Classification Number (ACN's)**. Disponível em: <[https://www.grad.unizg.hr/\\_download/repository/2\\_acn-tablica.pdf](https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/2_acn-tablica.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2016.

YUGUE, Priscilla. **Avaliação de Capacidade Atual de Sítio Aeroportuário Destinado à Aviação Regional**. 2013. 75f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos. 2013.

## Anexo A – Tabela 1-1 da AC 150/5325-4B

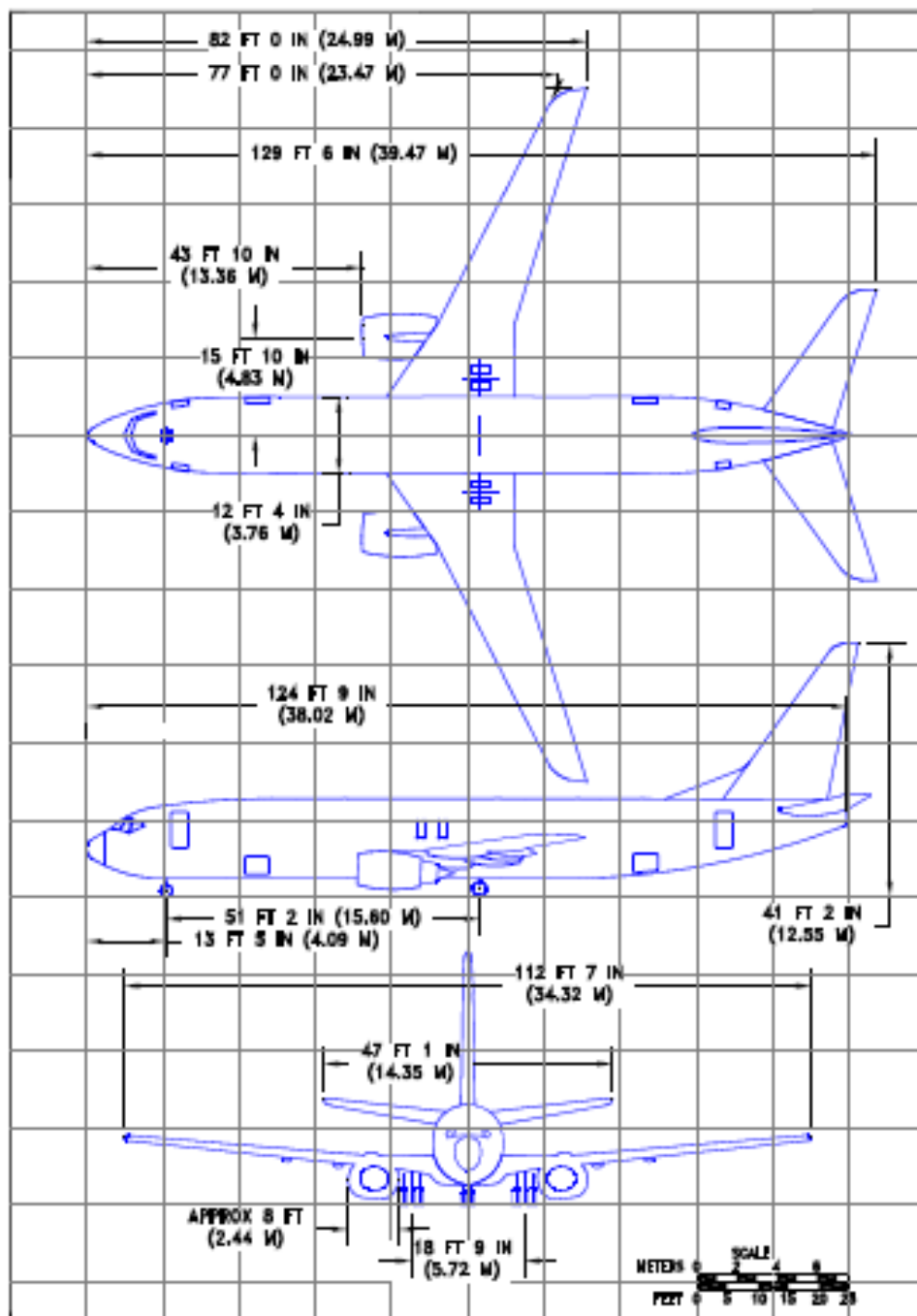
Table 1-1. Airplane Weight Categorization for Runway Length Requirements

Airplane Weight Category		Design Approach	Location of Design Guidelines
Maximum Certified Takeoff Weight (MTOW)			
12,500 pounds (5,670 kg) or less	Approach Speeds less than 30 knots	Family grouping of small airplanes	Chapter 2; Paragraph 203
	Approach Speeds of at least 30 knots but less than 50 knots	Family grouping of small airplanes	Chapter 2; Paragraph 204
	Approach Speeds of 50 knots or more	Family grouping of small airplanes	Chapter 2; Paragraph 205 Figure 2-1
Over 12,500 pounds (5,670 kg) but less than 60,000 pounds (27,200 kg)	With Less than 10 Passengers	Family grouping of small airplanes	Chapter 2; Paragraph 205 Figure 2-2
	With 10 or more Passengers	Family grouping of large airplanes	Chapter 3; Figures 3-1 or 3-2 <sup>1</sup> and Tables 3-1 or 3-2
60,000 pounds (27,200 kg) or more or Regional Jets <sup>2</sup>		Individual large airplane	Chapter 4; Airplane Manufacturer Websites (Appendix 1)

**Note<sup>1</sup>:** When the design airplane's APM shows a longer runway length than what is shown in figure 3-2, use the airplane manufacturer's APM. However, users of an APM are to adhere to the design guidelines found in Chapter 4.

**Note<sup>2</sup>:** All regional jets regardless of their MTOW are assigned to the 60,000 pounds (27,200 kg) or more weight category.

## Anexo B – Dimensões do Boeing 737-800



2.2.11 GENERAL DIMENSIONS  
MODEL 737-800

## Anexo C – Valores de ACN da *Transport Canada*

Aircraft	Weight Max/Min [kN]	Load on one main gear [%]	Tire Pressure [MPa]	Flexible Pavement Subgrades: CBR [%]				Rigid Pavement Subgrades: k [MPa.m]				$\frac{S_T}{S_H}$ [cm]
				High	Medium	Low	V.Low	High	Medium	Low	V.Low	
				A	B	C	D	A	B	C	D	
				15	10	6	3	150	80	40	20	
B727-200	770 450	46.2	1.15	42 23	44 23	50 25	55 30	47 25	50 26	52 28	54 29	
B727-200 (Advanced)	934 450	46.7	1.19	53 23	57 23	64 26	69 30	60 25	63 26	66 28	69 30	
B727-200F (Advanced)	907 450		1.15	52 23	54 23	61 25	66 30	57 25	60 26	63 28	66 29	
B737-100	445 260	46.2	1.02	23 12	23 12	26 14	30 16	25 13	26 14	28 15	29 16	77 -
B737-200, 200C, Advanced	572 300	46.4	1.26	31 15	32 15	37 16	41 19	35 17	37 18	39 19	41 20	77 -
B737-300	623 325	45.9	1.40	35 16	37 17	41 18	45 21	40 19	42 20	44 21	46 22	
B737-400	670 350		1.28	38 18	40 18	45 20	49 23	43 20	45 21	47 22	49 23	
B737-500	596 320		1.34	33 16	35 16	39 18	43 21	38 18	40 19	42 20	43 21	
B737-600	645 357		1.30	35 18	36 18	40 19	45 22	39 20	41 21	44 22	45 23	
B737-700	690 370		1.39	38 18	40 19	44 20	49 23	43 21	46 22	48 23	50 24	
B737-800	777 406		1.47	44 21	46 21	51 23	56 26	51 24	53 25	56 26	57 27	
B737-900	777 420		1.47	44 21	46 22	51 24	56 28	51 24	53 26	56 27	57 28	
B747-100, 100B, 100SF	3350 1700	23.4	1.55	49 21	54 22	65 25	86 32	46 20	54 22	64 25	73 29	112 147
B747-100SR	2690 1600	24.1	1.04	36 19	38 20	46 22	64 29	29 16	35 18	43 21	50 25	
B747-200B, 200C 200F, 200M	3720 1750	23.1	1.38	55 22	62 23	76 26	98 34	51 20	61 22	72 26	82 30	112 147