

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



Thiago Tadeu Jadir

Impactos da operação do Airbus A-380 no Aeroporto
Internacional do Galeão

Trabalho de Graduação

2010

Civil - Aeronáutica

Thiago Tadeu Jadir

**Impactos da operação do Airbus A-380 no Aeroporto
Internacional do Galeão**

Orientador

Ronaldo Gonçalves de Carvalho, Cap. Eng. (ITA)

Coorientador

Frank Cabral de Freitas Amaral, Cap. Eng. (ITA)

Divisão de Engenharia Civil

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2010

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Divisão de Informação e Documentação

Jadir, Thiago Tadeu

Impactos da operação do Airbus A-380 no Aeroporto Internacional do Galeão/Thiago Tadeu Jadir
São José dos Campos, 2010.

65f.

Trabalho de Graduação – Divisão de Engenharia Civil –
Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2010. Orientador: Prof. Ronaldo Gonçalves de Carvalho
Coorientador: Frank Cabral de Freitas Amaral

1. Planejamento de aeroportos; 2. Aeronaves de transporte gigantes; 3. Pistas (de pouso e decolagem);
4. Coordenadas; 5. Infra-estrutura (transporte); 6. Administração de transportes. I. Instituto Tecnológico
de Aeronáutica. II. Título

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

JADIR, THIAGO TADEU. Impactos da operação do Airbus A-380 no Aeroporto Internacional do Galeão. 2010. 65f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Thiago Tadeu Jadir

TÍTULO DO TRABALHO: Impactos da operação do Airbus A-380 no Aeroporto Internacional do Galeão.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Graduação/2010

É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.

Thiago Tadeu Jadir

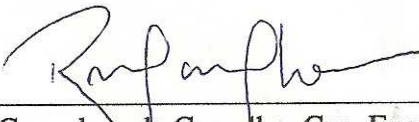
Rua Benedito Alves Vieira, 352 – São Dimas

Conselheiro Lafaiete – MG – Brasil. CEP: 36400-000


**IMPACTOS DA OPERAÇÃO DO AIRBUS A-380 NO AEROPORTO INTERNACIONAL
DO GALEÃO.**

Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação


Thiago Tadeu Jadir
Autor


Ronaldo Gonçalves de Carvalho, Cap. Eng. (ITA)
Orientador


Frank Cabral de Freitas Amaral, Cap. Eng. (ITA)
Coorientador


Prof. Dr. Eliseu Lucena Neto
Coordenador do Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

São José dos Campos, 18 de novembro de 2010

Dedico este trabalho a todos aqueles que estiveram comigo
ao longo de minha graduação.

Agradecimentos

Esses agradecimentos se referem não somente a este Trabalho de Graduação, mas também ao que o trabalho representa: a conclusão de 5 anos de curso no ITA. Essas palavras representam apenas uma tentativa de expressar toda minha gratidão.

Aos meus pais, que não mediram esforços para prover educação de alto nível aos seus filhos. Pelos valores passados, pela sabedoria e pelo amor incondicional.

Ao meu irmão, por ter compartilhado momentos importantes ao longo do curso e por ter me ajudado a ser uma pessoa melhor.

A minha namorada, pelas alegrias compartilhadas, companheirismo e apoio incondicional.

Aos meus amigos do ITA, por tantos momentos importantes e memoráveis compartilhados: alegrias, lágrimas, estudos, viagens, festas, desesperos e aprendizados.

Aos amigos de Belo Horizonte, Ouro Preto (República Arcádia) e Conselheiro Lafaiete, pela torcida, energia transmitida e comemorações nos momentos alegres.

Ao Orientador Ronaldo Gonçalves de Carvalho e ao Coorientador Frank Cabral de Freitas Amaral pelo papel de guiar o desenvolvimento deste Trabalho.

Para os professores do ITA que acreditam nos alunos e se dedicam a contribuir para seu desenvolvimento.

“Life is one big road with lots of signs. So when you riding through the ruts, don't complicate your mind. Flee from hate, mischief and jealousy. Don't bury your thoughts, put your vision to reality. Wake Up and Live!”

Bob Marley

Resumo

O presente trabalho compreende o projeto de avaliação dos impactos da operação da aeronave A-380 no Aeroporto Internacional do Galeão, viabilidade técnica e mudanças necessárias para que a aeronave possa operar sem restrições. Para tal, foram estudados diversos documentos de órgãos envolvidos no transporte aéreo além de consultas a profissionais envolvidos no setor. O estudo avaliou o lado aéreo do Aeroporto e mostrou alterações necessárias para que a aeronave, o maior jato de passageiros existente na atualidade, possa operar sem restrições. A aeronave possui dimensões muito superiores aos aviões existentes e utilizados para aviação comercial. As principais mudanças recomendadas pelo estudo são as larguras das pistas para pouso e decolagem, larguras de pistas para taxiamento e sobrelarguras nas curvas. Além disso, novos pontos de abastecimento no pátio deverão ser instalados para se permitir operação da aeronave sem prejudicar o abastecimento em outras posições e as pontes telescópicas deverão passar por adaptações ou novas pontes deverão ser adquiridas.

Abstract

This work comprises the design of impact assessment of the operation of the aircraft A-380 at the International Airport in Rio, technical feasibility, and necessary changes so that the aircraft can operate without restrictions. To this end, we studied various documents of organs involved in air transport as well as consultations with professionals in the industry. The study evaluated the airside of the airport and showed that changes needed to the aircraft, the largest passenger jet exists today, can operate without restrictions. The aircraft has dimensions much higher than existing aircraft and used for commercial aviation. The main changes recommended by the study are the widths of the runways for landing and takeoff, taxiing to runway widths and extra width in the curves. In addition, new supply points in the yard should be installed to allow operation of the aircraft without damaging the supply elsewhere and air-bridges must undergo changes or new bridges will be acquired.

Lista de tabelas

Tabela 1 - Comparação entre A380, B747 e A320.....	17
Tabela 2 - Dimensões das pistas.....	22
Tabela 3 - Temperatura do dia padrão.....	25
Tabela 4 - Fatores de correção de comprimento de pista.....	25
Tabela 5 - Comparação entre comprimentos existente e necessário.....	27
Tabela 6 - Larguras em metros recomendadas para pistas de pouso e decolagem.....	28
Tabela 7 - Larguras em metros recomendadas para pistas de taxiamento.....	28
Tabela 8 - Largura total(m) para pistas de pouso e decolagem.....	29
Tabela 9 - Largura total(m) para pistas de taxiamento.....	29
Tabela 10 - Resumo de larguras (m).....	30
Tabela 11 - Distância mínima(m) entre uma Pista de rolamento e uma Pista de pouso.....	30
Tabela 12 - Distância mínima(m) entre duas Pistas de rolamento.....	31
Tabela 13 - Distância mínima (m) entre uma Pista de rolamento e um obstáculo.....	31
Tabela 14 - Distância mínima(m) entre o bordo externo do trem de pouso da aeronave e o bordo do pavimento da pista de rolamento.....	34
Tabela 15 - Fillets das curvas do sistema de pista 10/28.....	38
Tabela 16 - Fillets das curvas do sistema de pista 15/33.....	38
Tabela 17 - Saídas Rápidas.....	50
Tabela 18 - Parâmetros para determinação do PCN.....	53
Tabela 19 - Informações de ACN e PCN.....	55
Tabela 20 - Comparação de parâmetros existentes com necessários.....	56

Lista de figuras

Figura 1 - Configuração padrão: (a)Andar principal , (b)Andar superior	18
Figura 2 - Seção transversal padrão: (a)Andar principal , (b)Andar superior	19
Figura 3 - Dimensões do A380.....	20
Figura 4 - Localização do Aeroporto do Galeão	22
Figura 5 - Carta ADC do Aeroporto do Galeão.....	23
Figura 6 - Comprimento necessário de pista para decolagem.....	26
Figura 7 - Comprimento necessário para pouso em função do peso.....	27
Figura 8 - Separação entre pistas de táxi do sistema 10/28.....	32
Figura 9 - Separação entre pistas de táxi do sistema 15/33.....	32
Figura 10 - A380 próximo ao pátio da Base Aérea	33
Figura 11 - Curva N-N	35
Figura 12 - Raio e Ângulo da Curva N-N (10/28).....	36
Figura 13 - Comprimento <i>datum</i>	36
Figura 14 - Ábaco para obtenção de $\lambda_{\text{máx}}$	37
Figura 15 - Operação de pouso na cabeceira 10.....	40
Figura 16 - Operação de pouso na cabeceira 28.....	41
Figura 17 - Operação de decolagem na cabeceira 10.....	42
Figura 18 - Operação de decolagem na cabeceira 28.....	43
Figura 19 - Método dos três segmentos.....	44
Figura 20 - Velocidade de aproximação em função do peso.....	46
Figura 21 - Saída rápida.....	47
Figura 22 - Saídas de pista sistema 10/28	48
Figura 23 - Saídas de pista sistema 15/33.....	49
Figura 24 - Ábaco para obtenção do ACN para pavimento rígido.....	54
Figura 25 - Ábaco para obtenção do ACN para pavimento flexível.....	55
Figura 26 - Utilização das pontes pelo A380	58

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
2	A-380.....	16
3	AIRJ	21
4	ANÁLISE GEOMÉTRICA.....	24
4.1	COMPRIMENTO DECOLAGEM/POUSO	24
4.2	LARGURA.....	28
4.2.1	PISTA	28
4.2.2	ACOSTAMENTOS	29
4.3	ESPAÇAMENTOS.....	30
4.4	<i>FILLETS</i>	33
4.5	SAÍDAS RÁPIDAS	44
5	ANÁLISE ESTRUTURAL.....	51
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	56
7	CONCLUSÃO	61
	REFERÊNCIAS	63

1 Introdução

O transporte aéreo é um setor que apresenta destacada contribuição para o desenvolvimento e o crescimento sustentado do País. (...) pode-se dizer que o setor promove uma maior inserção internacional do Brasil em termos de fluxos comerciais e culturais, bem como possui razoável influência sobre as contas externas, por meio de receitas auferidas e de despesas realizadas em moeda internacional. Atendo-se ao cenário nacional, a aviação regular provê um pilar fundamental para a promoção do turismo, a qualificação de mão-de-obra e a geração de investimentos em infra-estrutura de transportes. (OLIVEIRA, 2007, p. 24)

De fato, o transporte aéreo é um dos setores econômicos mais importantes, não só no Brasil, mas em todo o mundo. O fato de estabelecer uma abrangente rede de comunicação que cobre um grande número de localidades em todos os continentes faz com que sua utilização seja crescente como opção segura para rápidos deslocamentos. O público exige serviços eficientes, abrangentes, em permanente disponibilidade e de custos progressivamente mais baixos, com crescentes níveis de segurança, tanto no setor nacional como no internacional.

A indústria de aviação desenvolveu-se de forma rápida e ocupa hoje uma posição de destaque no contexto mundial de produtos e serviços de alto valor agregado. As empresas da aviação comercial enfrentam uma série de dificuldades, devido a fatores econômicos oscilantes como preço do petróleo, altos custos de manutenção, além do mercado de extrema concorrência. Isto faz com que sejam obrigadas a diminuir os preços de venda de bilhetes para se tornarem competitivas, o que acarreta diminuição nos lucros.

Esta evolução do transporte aéreo ao longo dos anos veio motivando os fabricantes de aeronaves a desenvolverem aviões capazes de permitir que as empresas aéreas reduzam custos operacionais e minimizem os efeitos sobre o meio ambiente em suas operações. Para se obter tais vantagens, o mercado foi caminhando para projetos de aeronaves de grande porte e com tecnologias menos agressivas ao ambiente.

Na década de 60, a Boeing lançou a primeira aeronave com dois corredores entre poltronas e capacidade de transportar mais de 500 pessoas na configuração com duas classes: o Boeing 747. Até o início do século XXI, tal aeronave era o maior jato de passageiros existente. A falta de atualização tecnológica nos exemplares, permitiu aos concorrentes inovar

e elaborar um produto com dimensões semelhantes ou até mesmo maiores e com uma tecnologia mais avançada.

Outro fator importante na falta de atualização tecnológica da aeronave foi o fato de que a velocidade de evolução da infraestrutura aeroportuária, na maioria dos aeroportos, não acompanhava o ritmo dos fabricantes de aeronaves. Aspectos como comprimento, largura e resistência de pistas não recebiam intervenções no intuito de receber aeronaves de porte superior às aquelas que operavam mais rotineiramente.

Em 2005, a Airbus lançou o A380 atendendo à evolução do mercado, materializando o conceito de VLA - *Very Large Aircraft*. A aeronave possui dimensões bem maiores que as existentes, afetando diretamente as características operacionais dos aeroportos e exigindo requisitos mínimos bastante rigorosos. Isso impede a operação comercial da aeronave em um grande número de aeroportos pelo mundo.

O A380 incorpora tecnologia de vanguarda em eletrônica, sistemas e materiais compostos possibilitando considerável redução do peso específico e elevada carga útil transportada.

Para se tornarem habilitados a receber o A-380, os aeroportos iniciaram estudos sobre a viabilidade de operação da aeronave e ajustes necessários para recebê-lo. Em maio de 2010, 17 grandes aeroportos já possuíam permissão para recebê-lo sem impor restrições à sua operação (AERONAUTAS, 2010). Devido às dimensões bastante superiores às demais aeronaves, a *International Civil Aviation Organization* (ICAO) inseriu uma nova categoria de classificação em seus manuais de projetos de aeródromos. Entretanto, com as recomendações contidas no Anexo 14 (ICAO, 2009) para esta nova categoria, seria inviável para muitos aeroportos se submeterem a reformas para adaptar-se a tais requisitos.

Além dos aeroportos, as agências de aviação civil, fabricantes de aeronaves, empresas de infraestrutura aeroportuária e operadoras de aeroportos se uniram para definir condições mínimas para a operação do A-380 e foi gerado o *Common Agreement Document of the A380 Airport Compatibility Group* (AACG, 2002). Trata-se de um documento que define condições mínimas para os aeródromos, menos restritivas que aquelas recomendadas pela ICAO, para operação comercial da aeronave.

O presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos de operação do A380 no Aeroporto Internacional do Galeão, viabilidade técnica e mudanças necessárias para que a aeronave possa operar sem restrições. Tal aeroporto é um dos mais movimentados do país e porta de entrada para diversos vôos internacionais. Buscou-se analisar quais requisitos e elementos apontam viabilidade da operação comercial de passageiros desta aeronave em rotas

intercontinentais, com grande dimensão, capacidade de transporte e evolução tecnológica incorporada, na infraestrutura aeroportuária brasileira, em particular no Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro / Galeão – Antônio Carlos Jobim

Para o desenvolvimento do trabalho, foi feita uma revisão bibliográfica de documentos existentes como o RBAC 154 (ANAC, 2009), que fornece parâmetros para projetos para aeródromos em escala nacional assim como o Anexo 14 (ICAO, 2009) o faz para o cenário internacional. Nestes documentos constam referências de características físicas como comprimento e largura de pistas além de dados para dimensionamento de pátios e estacionamento de aeronaves. Contemplam também informações sobre sinalização necessária para o auxílio à operação.

Outro documento que serviu de base para o estudo é a Carta ADC/SBGL (DECEA, 2009). Este documento fornece as principais informações do lado aéreo do aeroporto do Galeão. Além disso, foram consultados profissionais envolvidos no setor, sites de fabricantes de aeronaves, da Empresa Brasileira de Infra-estrutura Aeroportuária (INFRAERO), bem como o manual técnico do Airbus A-380. Basicamente, foram consultados os requisitos construtivos mínimos exigidos por tais órgãos e analisada a situação do Aeroporto Internacional do Galeão quanto à operação comercial do A-380.

Espera-se que tal trabalho possa servir como ferramenta para balizar reformas e modificações necessárias no aeroporto, bem como seja base para estudos semelhantes em outros aeroportos. Ainda é esperado que poderá ser utilizado por órgãos administradores na verificação das condições de seus aeroportos e auxiliar na determinação de fatores de planejamento e estruturas requeridas para a confecção do Manual de operações de aeroportos. O trabalho não mostra detalhes construtivos das alterações, apenas estuda e discute as implementações necessárias.

2 A-380

De acordo com Gomes e Noutel (2005) durante o processo de desenvolvimento da família de aeronaves A3XX (A319, A320, A300/A310, A330/A340 e A350), a Airbus contabilizou grandes avanços tecnológicos nas áreas de materiais estruturais e controle das superfícies aerodinâmicas para manobrabilidade em vôo, através do sistema “*fly by wire*”. Este sistema consiste na substituição por fiação elétrica das tradicionais tubulações hidráulicas e/ou cabos de aço utilizados para acionamento das superfícies aerodinâmicas e equipamentos. Com a implantação desta nova tecnologia de controle permitiu-se reduzir o peso final das aeronaves. Tais aeronaves tinham capacidade variando entre 100 a 419 passageiros.

Utilizando os conhecimentos adquiridos no desenvolvimento de tais aeronaves e dando continuidade a sua evolução, a Airbus começou a desenvolver a idéia de uma aeronave que tivesse capacidade acima de 500 passageiros com uso de tecnologia de ponta, que pudesse oferecer alta capacidade de transporte e menor peso. O projeto levou à primeira aeronave A380 completamente fabricada em janeiro de 2005. Segundo Gomes e Noutel (2005), cerca de 25% do peso da estrutura do A380 corresponde a materiais de tecnologia avançada, o que proporcionou uma redução de peso de pelo menos quinze toneladas em comparação a um projeto convencional. A estrutura é composta por 61% de alumínio, 22% de materiais compostos, 10% de titânio e aço, 3% de “*clare*” (combinado de fibra de vidro com alumínio), 2% de superfície de proteção e 2% de miscelâneas.

O primeiro vôo experimental da aeronave foi realizado em abril de 2005 e o primeiro vôo comercial foi em outubro de 2007 entre Singapura e Sidney. A proposta do avião foi aumentar a densidade de passageiros por vôo, diminuindo custos operacionais, para evitar prejuízos para as companhias aéreas.

Junto a essa proposta, o A380 diminui a emissão de poluentes. De acordo com Mário Sampaio (UOL, 2007), consultor da Airbus no Brasil, a aeronave é 50% mais silenciosa e a emissão de gases das turbinas é 40% menor que a dos concorrentes. Além disso, os motores permitem uma economia anual que pode passar de 500.000 L de combustível por aeronave (EMIRATES, 2010). Segundo Aviação Brasil (2008), a aeronave consome menos de 3 L de querosene por passageiro para cada 100 km voados.

Essa economia se destaca principalmente pelo fato de as dimensões do A380 serem bem superiores as aeronaves comerciais convencionais. A Tabela 1 mostra uma comparação entre o A380 com configuração padrão, o B747-400 que é a aeronave que mais se aproxima

do A380 e um A320, aeronave presente em várias empresas brasileiras como a TAM, que possui 82 exemplares deste modelo (TAM, 2010).

Tabela 1 - Comparação entre A380, B747 e A320

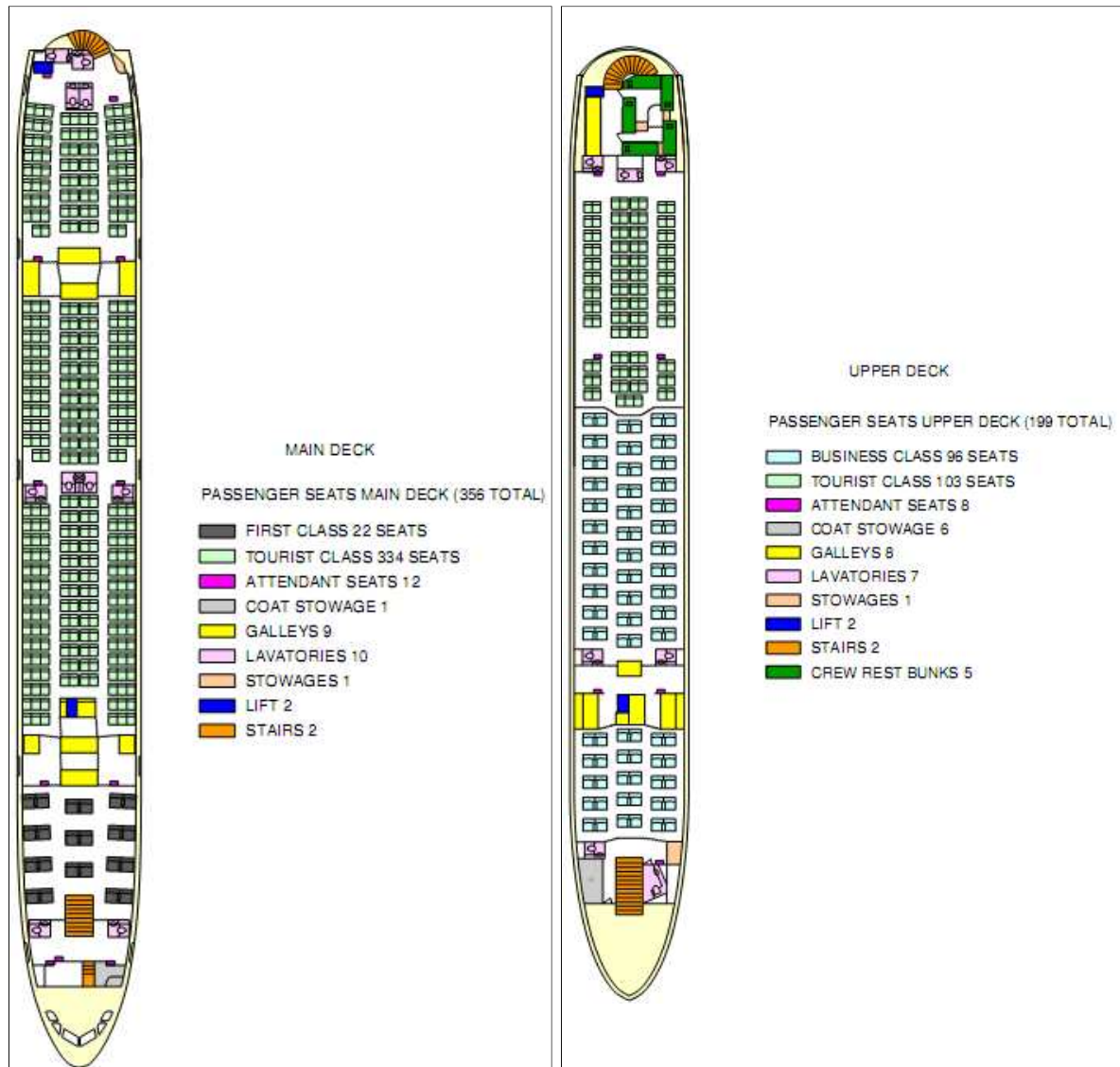
Característica	A380	B747	A320
Comprimento	72,7 m	70,6 m	37,57 m
Altura	24,1 m	19,3 m	11,76 m
Diâmetro da fuselagem	7,14 m	6,1 m	3,95 m
Envergadura	79,8 m	59,6 m	34,10 m
Peso máximo rampa	562 ton	398,25 ton	73,9 (77,4) ton
Peso máximo decolagem	560 ton	396,89 ton	73,5 (77) ton
Peso máximo de pouso	386 ton	295,74 ton	64,5 (66) ton
Peso zero combustível máximo	361 ton	242,68 ton	61 (62,5) ton
Capacidade máxima de combustível	320.000 L	216.840 L	23.860 (29.840) L

Fonte: Dados extraídos dos sites das empresas Airbus(2010) e Boing (2010)

Pode-se perceber que a maior aeronave de passageiros existente até então possui dimensões consideravelmente inferiores à nova aeronave da Airbus. A Figura 1 mostra a configuração padrão da aeronave, distribuição de assentos, banheiros, escadas entre outros.

A Figura 2 apresenta a seção transversal característica, com larguras dos assentos e dos corredores. São apresentadas seções de dois andares da aeronave: com 10 assentos e com 6 assentos, sendo consideradas classe turística e primeira classe, respectivamente.

Por fim, a Figura 3 fornece um resumo das dimensões externas do A380.

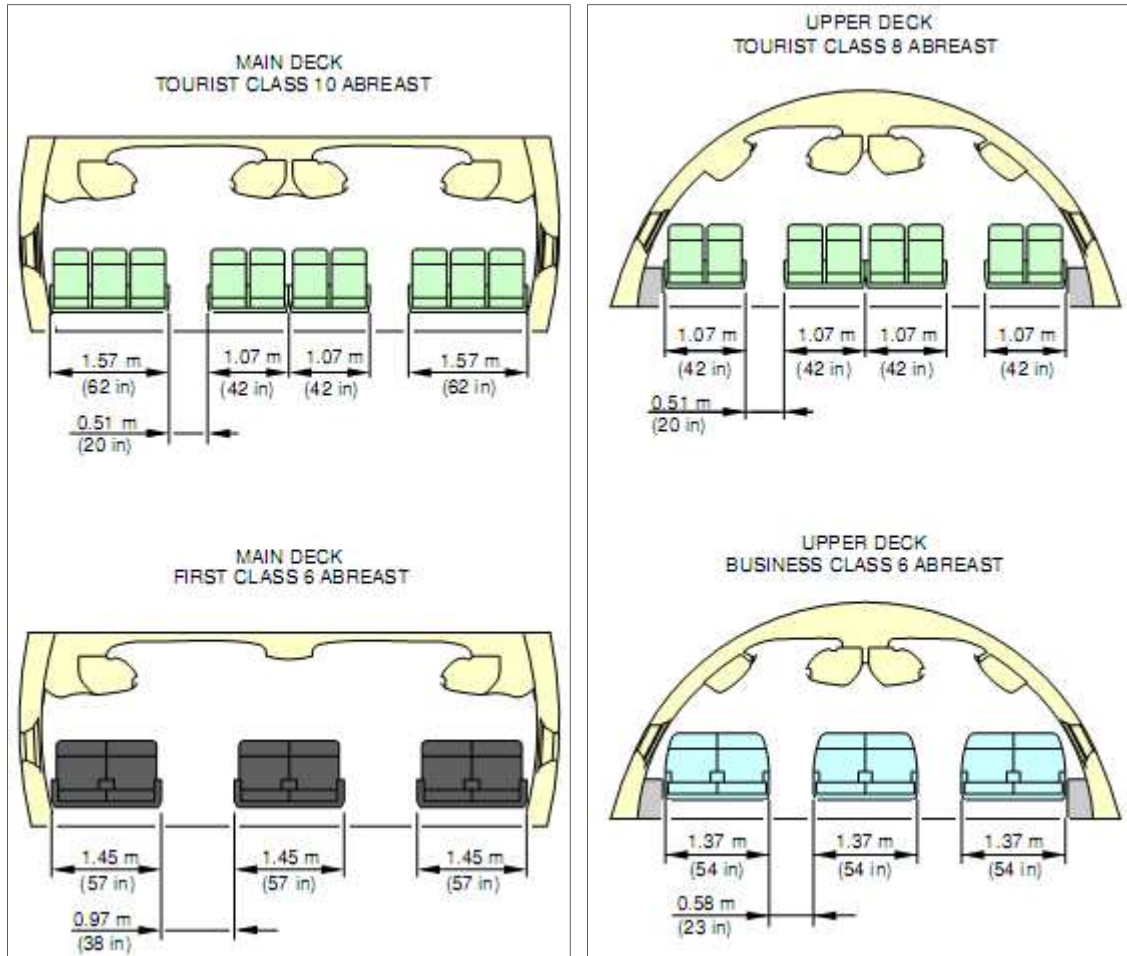


(a)

(b)

Figura 1 - Configuração padrão: (a)Andar principal , (b)Andar superior

Fonte: Airbus (2009)



(a)

(b)

Figura 2 - Seção transversal padrão: (a)Andar principal , (b)Andar superior

Fonte: Airbus (2009)

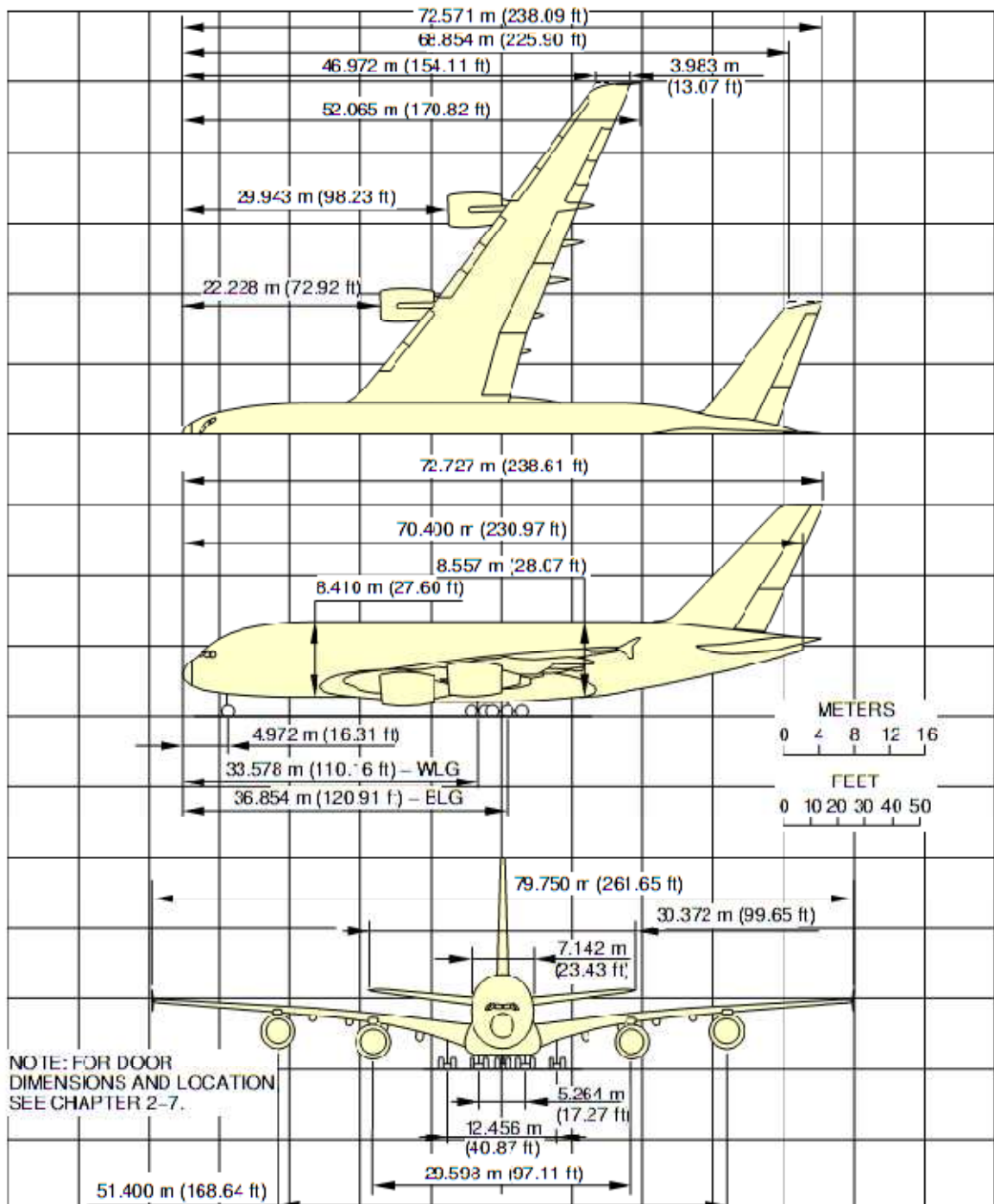


Figura 3 - Dimensões do A380

Fonte: Airbus (2009)

Embora em dezembro de 2007 o Aeroporto de Guarulhos tenha recebido o Airbus A380 (GLOBO, 2007), não se opera a aeronave de forma irrestrita em nenhum aeroporto brasileiro na atualidade. Para que os aeroportos possam recebê-lo dessa forma, deve haver condições para funcionamento com carregamentos críticos, situação que não ocorre em vôos de exibição ou divulgação.

3 AIRJ

Segundo a INFRAERO (2010), o Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro/Galeão – Antônio Carlos Jobim, localizado na Ilha do Governador, começou sua história em 1924, funcionando como base da aviação naval e instalação da Escola de Aviação. A partir daí, começaram a surgir hangares, oficinas, quartéis, alojamentos de oficiais e praças, além da primeira Fábrica Nacional de Aviões. Outras indústrias aeronáuticas produziam aviões para aviação civil e militar, sob contrato com entidades estrangeiras como a Fokker (holandesa) e a Wulf (alemã).

Em 1935, saíram os primeiros Correios Aéreos Navais. Com a evolução dos antigos hidroaviões de empresas como Condor e Pan American para aviões que necessitavam de pista em terra para pouso, o aeroporto passou a ser internacional. Mesmo com o novo título, o acesso era precário, sendo feito por lancha até a ilha e os passageiros levados de ônibus até as aeronaves devido a inexistência de um terminal de passageiros.

Ainda de acordo com INFRAERO (2010) em janeiro de 1977 foi inaugurado o Terminal 1. Na década de 90 as instalações do terminal foram reformadas e ampliadas, permitindo uma capacidade anual de 7 milhões de passageiros. Paralelamente, se iniciaram as obras de construção do Terminal 2, inaugurado em julho de 1999, com condições de receber uma demanda anual de 8 milhões de passageiros.

Hoje, o aeroporto possui um papel importante no turismo nacional visto que é uma das principais entradas no país pelo modal aéreo. Trata-se de um elemento fundamental da infraestrutura brasileira para que o país possa receber eventos como os Jogos Panamericanos, Copa do Mundo de Futebol de 2014 e os Jogos Olímpicos de 2016.

O aeroporto possui acesso pela Linha Vermelha e fica a 20 km do centro da cidade. Sua localização é apresentada na Figura 4. Possui duas pistas com operações simultâneas de pousos e decolagens 10/28 e 15/33, na maior parte do tempo. Além disso, conta com 167 balcões de *check-in*, 35 esteiras de bagagens, 23 pontes de embarque e 23 posições remotas. Atende cerca de 32 localidades nacionais e 19 destinos internacionais, com 20 empresas aéreas que prestam serviços nos dois terminais e recebe um movimento diário de cerca de 30 mil passageiros (INFRAERO, 2010).



Figura 4 - Localização do Aeroporto do Galeão

Fonte: Google Maps

A Tabela 2 mostra as principais características das pistas do aeroporto. Dados de comprimento e largura das pistas de pouso e decolagem de ambos os sistemas de pistas foram obtidos da Carta ADC - SBGL (DECEA, 2009) mostrada na Figura 5. As outras informações que são apresentadas foram obtidas com auxílio do Google Earth.

Tabela 2 - Dimensões das pistas

Dimensões(m)	10/28	15/33
Comprimento	4000	3180
Largura	45	47
Largura pista + acostamento	60	63
Largura taxiway	23	25/23
Largura taxiway + acostamento	45	42/44
Distância entre pista e taxiway paralelo	256	163,5
Distância entre taxiways paralelo	120	212
Raio padrão dos centros de curvatura	60	45 ou 60

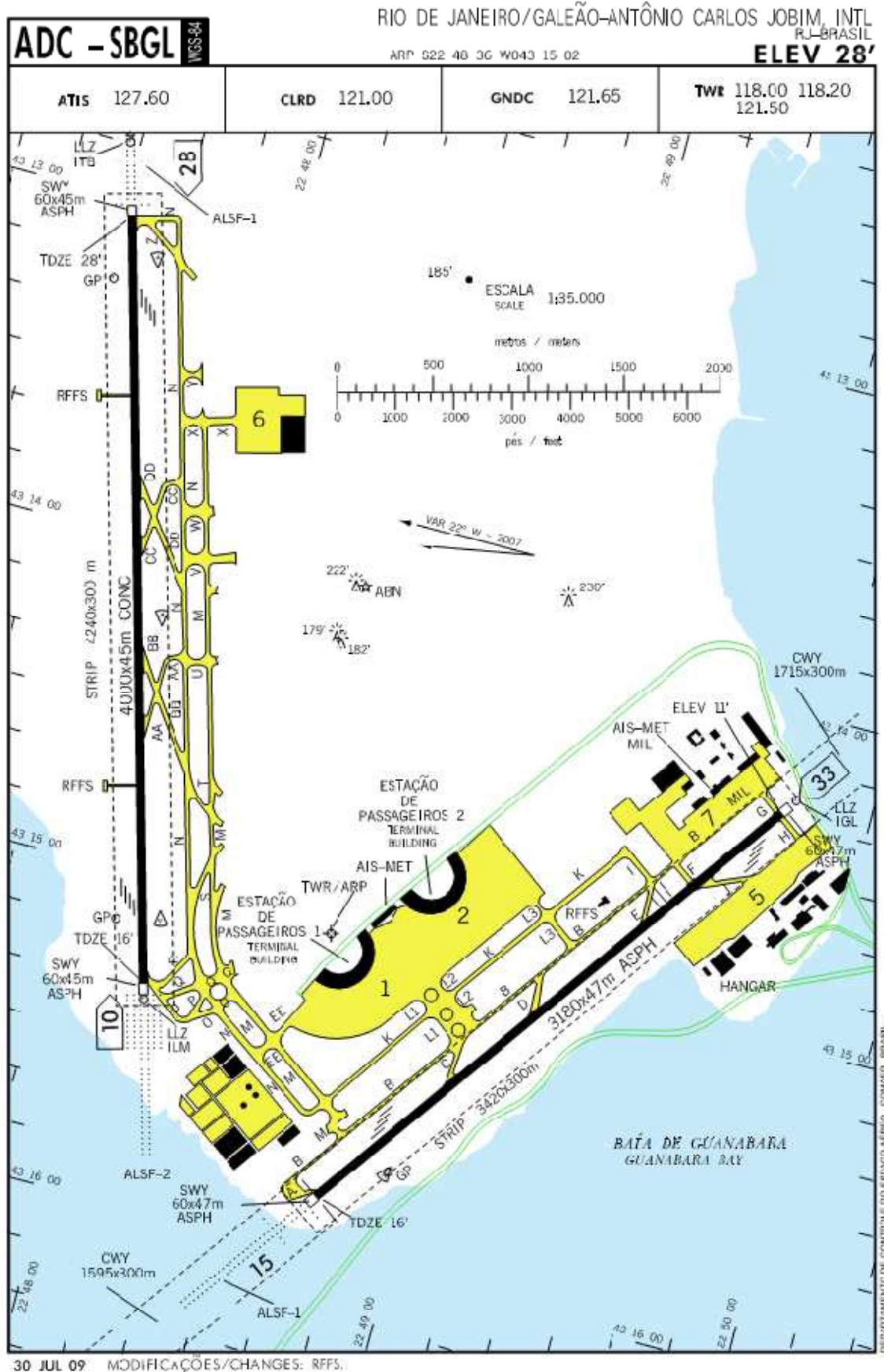


Figura 5 - Carta ADC do Aeroporto do Galeão

4 Análise geométrica

Segundo o RBAC 154(ANAC, 2009), assim como o Anexo 14(ICAO, 2009) os aeródromos são classificados para efeito de projeto geométrico de acordo com um código de dois elementos. Os elementos são relacionados às características de desempenho e dimensões das aeronaves. O elemento 1 é um número baseado no comprimento de pista de referência da aeronave e o elemento 2 é uma letra baseada na envergadura da asa da aeronave e na distância máxima entre as rodas externas dos trens de pouso principais. Para operação do A-380, foi necessária a criação de uma nova classificação de aeródromos. Aeroportos que pretendem recebê-lo devem ser classificados como 4-F.

4.1 Comprimento decolagem/pouso

Como referência para a análise de comprimento de pista para pouso e decolagem, foi utilizado a *Advisory Circular* nº150/5325-4B (FAA, 2005). Deve-se obter o comprimento de pista necessário segundo ábacos fornecidos pelo fabricante da aeronave em estudo e aplicar fatores de correção. Para a obtenção do valor necessário, deve-se ter conhecimento de alguns parâmetros: a temperatura de referência do local, a elevação da pista e sua declividade efetiva.

Para obter o comprimento necessário para pouso, a FAA (2005) recomenda que sejam consultados ábacos fornecidos para condições de chuva. Caso estes não sejam fornecidos, é necessário utilizar os fornecidos para pista seca e acrescentar 15% no valor obtido.

A temperatura de referência do aeródromo deve ser a média mensal das temperaturas máximas diárias para o mês mais quente do ano (sendo que o mês mais quente será o mês com maior temperatura mensal média). Essa temperatura deve ser calculada ao longo de um período de alguns anos. Deve-se então considerar um ábaco de temperatura padrão por altitude. O ábaco é resumido na Tabela 3.

Através de uma interpolação linear dos dados do gráfico, obtém-se a temperatura padrão para elevação do aeroporto. A temperatura de referência para a cidade do Rio de Janeiro será considerada 32°C. Para cada °C acima da temperatura de referência acima da temperatura padrão há um fator de correção de 1%.

Tabela 3 - Temperatura do dia padrão

Altitude		Temperatura do dia padrão	
Pés	Metros	°F	°C
0	0	59.0	15.0
2000	610	51.9	11.6
4000	1220	44.7	7.1
6000	1830	37.6	3.1
8000	2440	30.5	-0.8

Fonte: *Advisory Circular n°150/53-25-4B* (FAA, 2005)

A elevação do aeroporto do Galeão, segundo a Carta ADC-SBGL (DECEA, 2009) é de aproximadamente 9 metros (28 pés). Para cada 300 m acima da altitude padrão deve-se corrigir em 7 % o valor obtido.

Além disso, para cada 1% de declividade efetiva, há um fator de ajuste de 10%. A declividade efetiva é calculada pela diferença entre as cotas máximas e mínimas dividida pelo comprimento da pista. Para o Aeroporto do Galeão tal parâmetro é igual a 0,09 % para pista 10/28 e 0,04 % para pista 15/33.

Para o Aeroporto do Galeão, os valores dos parâmetros utilizados no cálculo de correção de comprimento de pista de decolagem são exibidos na Tabela 4. Os dados foram obtidos da Carta ADC (DECEA, 2009).

Tabela 4 - Fatores de correção de comprimento de pista

	Pista 10/28	Pista 10/28	Pista 15/33
Elevação do aeródromo (m):		9	9
Temperatura de referência do Aeródromo (°C)		32,0	32,0
Gradiente da Pista - declividade efetiva (%)		0,1	0,05
Correção por elevação e temperatura:		1,173	1,173
Correção total:		1,183	1,177

No *A380 Airplane Characteristics* (Airbus, 2009) é possível encontrar os ábacos que permitem obter comprimentos necessários para pouso e decolagem. Considerando 560 ton como *Maximum Takeoff Weight* (peso máximo de decolagem) é possível consultar a Figura 6 e verificar o comprimento de pista necessário para a aeronave.

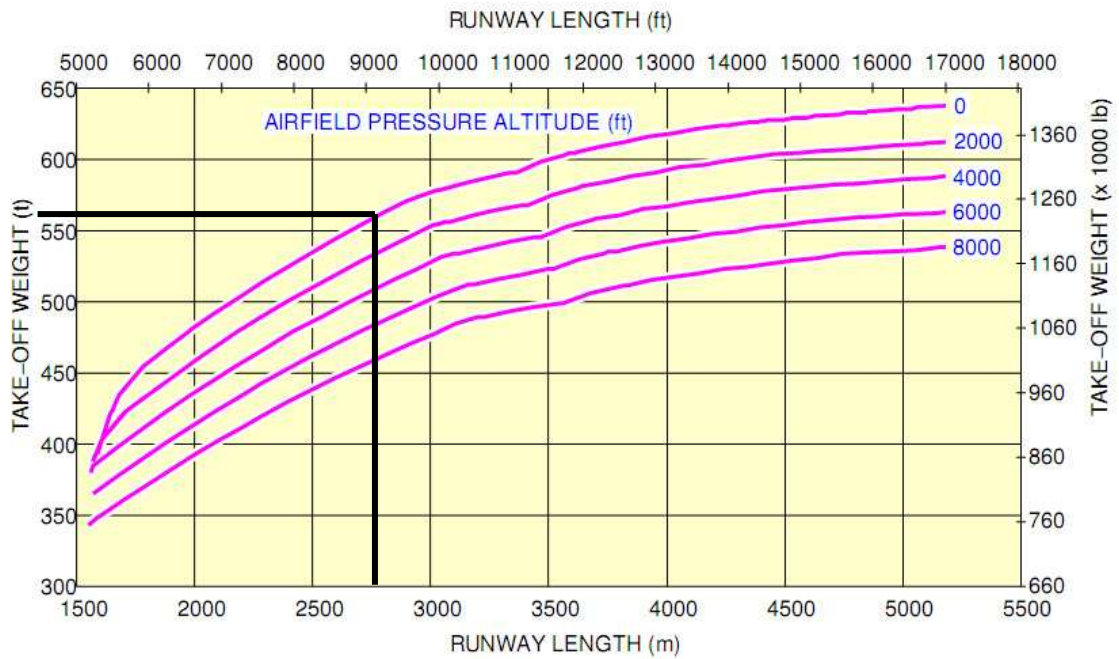


Figura 6 - Comprimento necessário de pista para decolagem

Fonte: *A380 Airplane Characteristics* (Airbus, 2009)

Com tal valor obteve-se um *Runway length* (comprimento de pista) igual a 2750 m. Com isso o comprimento necessário para decolagem é igual a 3253 m para as condições do sistema de pista 10/28 e 3236 m para as condições de pista do sistema 15/33.

Para o cálculo do comprimento de pista necessário para pouso, foi considerado um *Gross Weight* (peso bruto) igual ao *Maximum Landing Weight* (peso máximo de pouso) de 386 ton, obtido no *A380 Airplane Characteristics*.

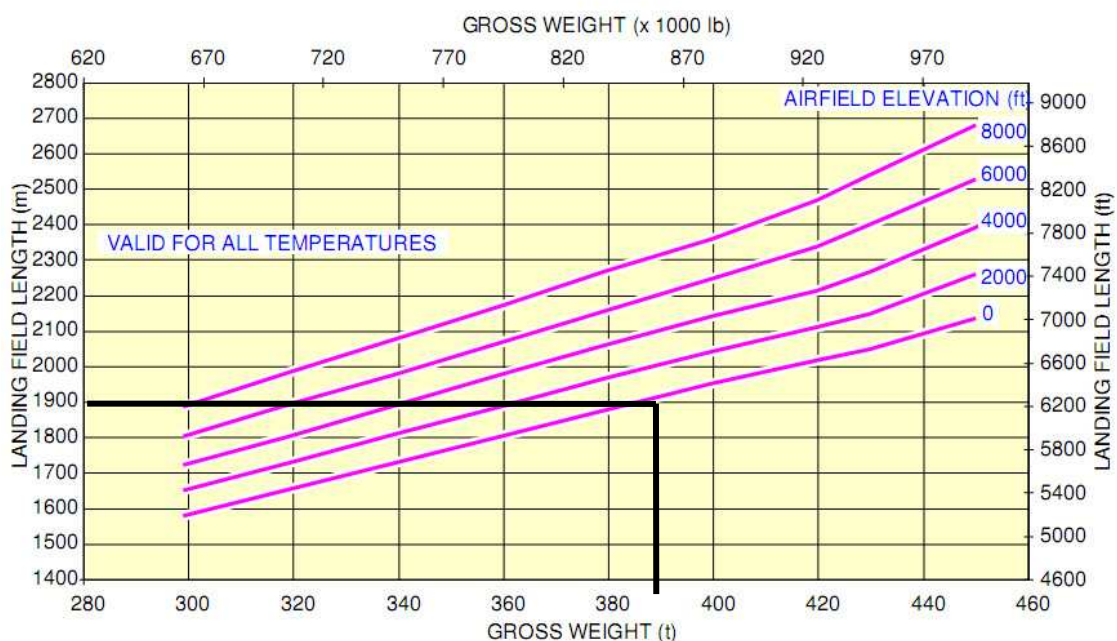


Figura 7 - Comprimento necessário para pouso em função do peso

Fonte: *A380 Airplane Characteristics* (Airbus, 2009)

Com tal valor, obteve-se um *Landing Field Length* (comprimento de pouso) igual a 1900 m. Considerando o ábaco para condições secas, deve-se aplicar um fator de 15% para situações de chuva, com isso o comprimento necessário para pouso é igual a 2185 m. Segundo a *Advisory Circular* n°150/5325-4B (FAA, 2005), não são aplicados fatores de correção para cálculo do comprimento de pouso.

Portanto, como as pistas 10/28 e 15/33 possuem, respectivamente, comprimentos iguais a 4000 m e 3180 m, somente a pista 10/28 poderia receber o A380 operando irrestritamente. O sistema de pista 15/33 não possui comprimento necessário para a decolagem de tal aeronave, somente para pouso. A Tabela 5 resume as informações relativas a comprimento de pista.

Tabela 5 - Comparação entre comprimentos existente e necessário

Sistema de pistas	Existente	Recomendado	Situação
10/28	4000 m	3253 m	OK
15/33	3180 m	3236 m	Necessita correção

4.2 Largura

Dentre outros fatores importantes a serem analisados estão a largura de pista para pouso e decolagem e largura de pista de táxi. Entretanto, não basta avaliar somente a largura da pista. Deve-se atentar à largura total, dada pela largura da pista + acostamentos.

4.2.1 Pista

Quanto à pista, os valores de larguras de pistas de pouso e decolagem recomendadas pelo RBAC 154 (ANAC, 2009) podem ser vistas na Tabela 6.

Tabela 6 - Larguras em metros recomendadas para pistas de pouso e decolagem

Código	A	B	C	D	E	F
1	18	18	23	-	-	-
2	23	23	30	-	-	-
3	30	30	30	45	-	-
4	-	-	45	45	45	60

Fonte: RBAC 154 (ANAC, 2009)

Tabela 7 - Larguras em metros recomendadas para pistas de taxiamento

Letra-Código	Largura da pista de táxi (m)
A	7,5
B	10,5
C	15,0 se a pista de táxi for prevista para aviões com base de rodas inferior a 18 m 18,0 se a pista de táxi for prevista para aviões com base de rodas superior a 18 m
D	18,0 se a pista de táxi for prevista para aviões cuja distância entre as rodas do trem de pouso principal seja inferior a 9,0 m 23,0 se a pista de táxi for prevista para aviões cuja distância entre as rodas do trem de pouso principal seja igual ou superior a 9,0 m
E	23,0
F	25,0

Fonte: RBAC 154 (ANAC, 2009)

No Galeão, o sistema de pista 10/28 conta com 45 m de largura para a pista de pouso e decolagem e 23 m para as pistas de táxi. A pista de pouso e decolagem do sistema 15/33 possui 47 m de largura e a pista de táxi mais estreita conta com 23 m. Vale ressaltar que este último sistema de pista conta com um trecho de pista para taxiamento com largura igual a 25

m, sendo o único trecho que respeita a recomendação da ANAC. Entretanto, também foi avaliado o acostamento e considerado as recomendações do *Common Agreement Document* (AACG, 2002).

4.2.2 Acostamentos

É recomendado através do RBAC 154 (ANAC, 2009) a existência de acostamentos apenas para aeródromos com código D, E e F. A função básica do acostamento é proteger as turbinas dos aviões contra materiais que podem ser danosos como poeira, pedras e outros objetos. Outra função do acostamento é servir de via para veículos de emergência e de apoio. Não há necessidade que toda a envergadura do avião esteja dentro dos limites de pista, apenas que as turbinas estejam protegidas. As larguras totais (pista mais acostamento) recomendadas pela ANAC (2009) estão apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Largura total(m) para pistas de pouso e decolagem

Código	D	E	F
	60 m	60 m	75 m

Fonte: RBAC 154 (ANAC, 2009)

Para receber o A380 seria necessária uma largura total da pista de pouso e decolagem igual a 75 m. Entretanto, o *Common Agreement Document* (AACG, 2002) recomenda que, para pistas com classificação E, que possuam 45 m de largura, é necessário que se implemente um acostamento de 15 m para cada lado da pista. Com isso, não seria necessária uma ampliação da pista de pouso e decolagem, apenas do acostamento. Entretanto, para que a pista tenham classificação código F, é necessário uma pista com largura de 60 m e acostamento pavimentado com 7,5 m para cada lado. Para as pistas de táxi, a largura total (pista + acostamento) recomendada pela ANAC (2009) é mostrada na Tabela 9.

Tabela 9 - Largura total(m) para pistas de taxiamento

Código	C	D	E	F
	25 m	38 m	44 m	60 m

Fonte: RBAC 154 (ANAC, 2009)

No Galeão, o sistema de pista 10/28 conta com 60 m de largura total para a pista de pouso e decolagem e 45 para as pistas de táxi. A pista de pouso e decolagem do sistema 15/33

possui 63 m de largura e a pista de táxi mais estreita conta com 42 m. A Tabela 10 mostra as larguras existentes e recomendadas, tanto pela ANAC (2009) quanto pelo AACG (2002).

Tabela 10 - Resumo de larguras (m)

Parâmetro	Existente		Recomendado	
	10/28	15/33	ANAC	AACG
Largura pista pouso e decolagem	45	47	60	45
Largura total pista de pouso e decolagem + acostamento	60	63	75	75
Largura de pista de táxi	23	23	25	23
Largura de pista de táxi + acostamento	45	42	60	60

Portanto, todas as pistas do aeroporto devem passar por ampliações em suas larguras totais para atender às recomendações da ANAC. Tais ampliações devem ser feitas apenas nos acostamentos de forma que possam chegar aos valores recomendados pelo AACG (2002).

4.3 Espaçamentos

Além de determinação de comprimento e largura de pista, existem algumas restrições com relação à distância entre a pista e obstáculos, entre duas pistas de pouso, entre pista de pouso e pista de rolamento e entre pistas de rolamento. Tais valores são recomendados para se evitar que ocorram acidentes devido ao choque das asas das aeronaves com obstáculos ou até mesmo com outras aeronaves. Os valores mínimos recomendados para essas distâncias podem ser vistos nas Tabela 11, na Tabela 12 e na Tabela 13.

Tabela 11 - Distância mínima(m) entre uma Pista de rolamento e uma Pista de pouso

Código da pista	1	2	3	4
A	82,5	82,5	-	-
B	87,0	87,0	-	-
C	-	-	168,0	-
D	-	-	176,0	176,0
E	-	-	-	182,5
F	-	-	-	190,0

Fonte: RBAC 154 (ANAC, 2009)

Tabela 12 - Distância mínima(m) entre duas Pistas de rolamento

Código da pista	Envergadura (m)	Desvio lateral (m)	Faixa de segurança (m)	Separação mínima (m)
A	15,00	1,50	7,25	23,75
B	24,00	2,25	7,25	33,50
C	36,00	3,00	5,00	44,00
D	52,00	4,50	10,00	66,50
E	65,00	4,50	10,50	80,00
F	80,00	5,00	12,50	97,50

Fonte: RBAC 154 (ANAC, 2009)

Tabela 13 - Distância mínima (m) entre uma Pista de rolamento e um obstáculo

Código da pista	Envergadura (m)	Desvio lateral (m)	Faixa de segurança (m)	Separação mínima (m)
A	7,50	1,50	7,25	16,25
B	12,00	2,25	7,25	21,50
C	18,00	3,00	5,00	26,00
D	26,00	4,50	10,00	40,50
E	32,50	4,50	10,50	47,50
F	40,00	5,00	12,50	57,50

Fonte: RBAC 154 (ANAC, 2009)

No Galeão, o sistema de pista 10/28 conta com 256 m de distância entre eixos da pista de pouso e decolagem até a pista de taxiamento paralela mais próxima. Já no sistema de pistas 15/33, tal distância é igual a 163,5 m. Portanto, o sistema de pistas 10/28 atende à recomendação da ANAC, diferentemente do sistema 15/33, em que seria necessária uma reforma de modo a distanciar as pistas paralelas ou operar com restrição.

Quanto à distância entre eixos de pistas de táxi paralelas, ambos os sistemas de pistas do aeroporto do Galeão satisfazem a recomendação da ANAC. O sistema de pista 10/28 conta com 120 m de distância entre eixos de pistas de táxi paralelas e o sistema 15/33 conta com 212 m.



Figura 8 - Separação entre pistas de táxi do sistema 10/28

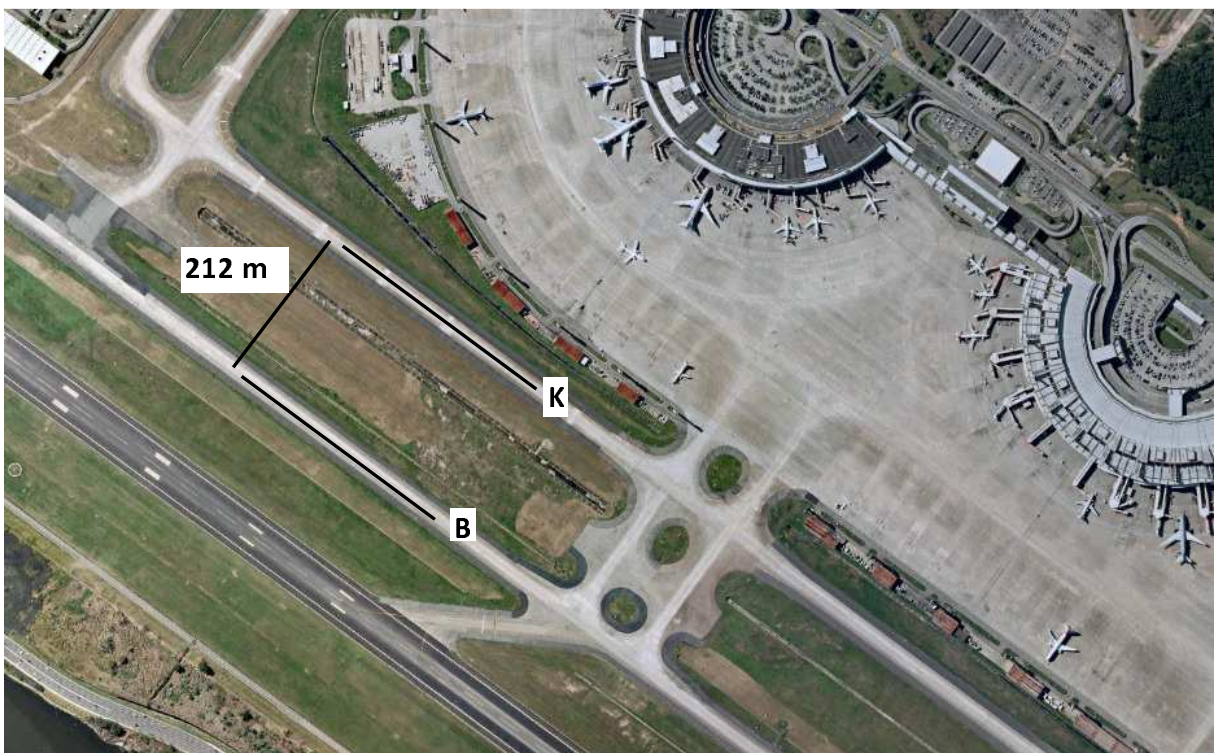


Figura 9 - Separação entre pistas de táxi do sistema 15/33

O pátio de aeronaves da Base Aérea do Galeão localiza-se próximo à cabeceira 33, de forma que, para operação do A-380 no sistema 15/33, seria necessária uma limitação da utilização de tal pátio de forma a garantir a distância mínima recomendada pelo RBAC (ANAC, 2009). A Figura 10 ilustra como seria a operação do A380 nas proximidades do pátio da base aérea.

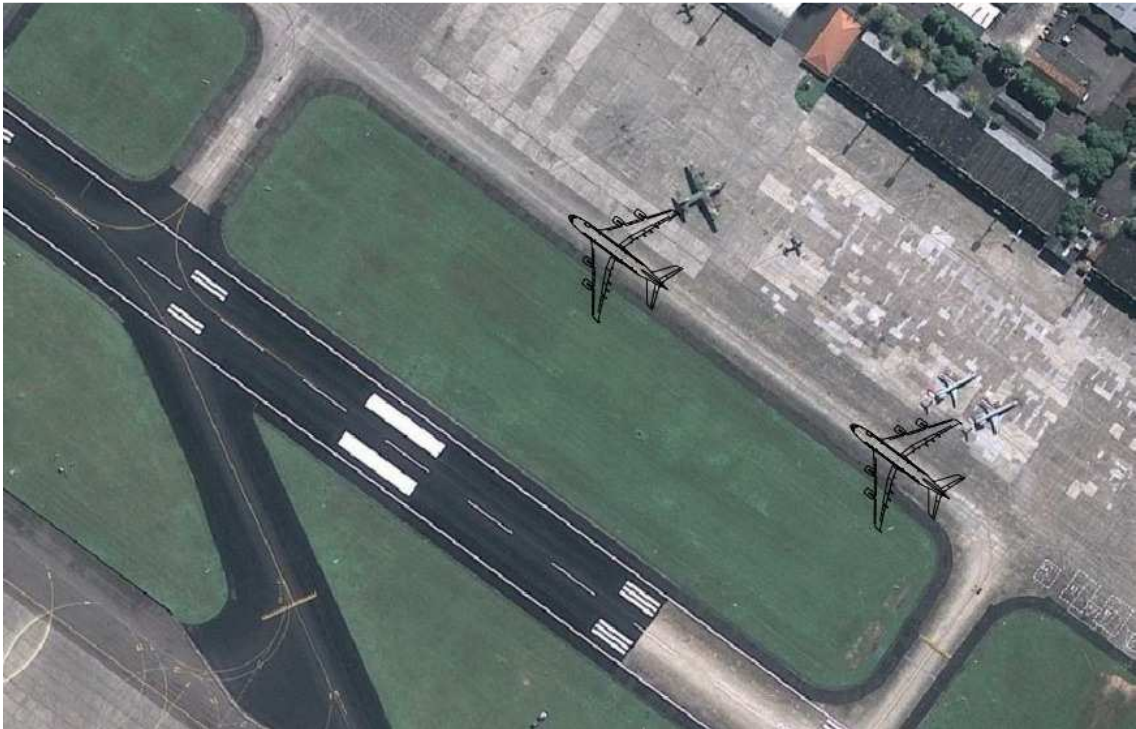


Figura 10 - A380 próximo ao pátio da Base Aérea

Fonte: Google Earth

4.4 *Fillets*

Para facilitar a movimentação das aeronaves devem ser previstas sobrelarguras nas curvas. A sobrelargura, também chamada de *fillet*, deve ser dimensionada de forma a garantir uma distância mínima entre o bordo externo do trem de pouso da aeronave e o bordo do pavimento da pista de rolamento. Os valores recomendados de distância mínima entre bordo externo do trem de pouso até o bordo do pavimento pela ANAC (2009) são mostrados na Tabela 14.

Tabela 14 - Distância mínima(m) entre o bordo externo do trem de pouso da aeronave e o bordo do pavimento da pista de rolamento.

Letra-Código	Distância (m)
A	1,5
B	2,25
C	3,0 se a pista de táxi for prevista para aviões com base de rodas inferior a 18 m 4,5 se a pista de táxi for prevista para aviões com base de rodas superior a 18 m
D	4,5
E	4,5
F	4,5

Para o cálculo dos *fillets* necessários utilizou-se o método do arco e tangente previsto no *Aerodrome Design Manual - Part 2 Taxiways* (ICAO, 2005) levando-se em consideração as características físicas do Airbus A-380, os raios centrais e ângulos de mudança de direção dos taxiways existentes no Aeroporto do Galeão. O raio de sobrelargura calculado pelo método pode ser obtido através da Eq. 1.

$$r = R - (\lambda_{\text{máx}} + M + T/2) \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde

R: raio da curva central da curva de rolamento;

$\lambda_{\text{máx}}$: máximo valor de desvio da trilha do trem de pouso principal da aeronave;

M: margem de segurança mínima recomendada;

T: rastro da trilha do trem de pouso da aeronave.

O rastro da trilha do trem de pouso (T) é a maior distância entre os bordos externos do trem de pouso principal, foi obtido consultando-se o manual da aeronave.

Foram levantados os dados das curvas existentes no Aeroporto do Galeão e calculadas as sobrelarguras recomendadas. A Figura 4 mostra as pistas de táxi, bem como o nome de cada uma delas. Os cálculos feitos para a curva N-N do sistema de pista 10/28 serão explicitados e a Figura 11 mostra esta curva.



Figura 11 - Curva N-N

Fonte: Google Earth

Primeiramente, deve-se ter conhecimento do valor do ângulo e do raio da curva. A obtenção de ângulo e raio da curva é apresentada na Figura 12. A determinação do máximo valor de desvio de trilha do trem de pouso principal da aeronave ($\lambda_{\text{máx}}$) é obtido com auxílio do ábaco mostrado na Figura 14. O ábaco fornece $\lambda_{\text{máx}}$ em função do percentual do comprimento *datum* (d) da aeronave para qualquer valor da relação R/d que esteja entre 1 e 5. Quando o comprimento *datum* da aeronave é superior ao raio da linha de centro da pista de rolamento, o valor da razão R/d deverá ser assumido como igual a 1. O comprimento *datum* é a medida correspondente à distância entre o ponto longitudinal que segue a linha da pintura de sinalização, localizado no solo sobre a cabine de comando da aeronave e o eixo do centro do trem de pouso principal como mostrado na Figura 13. O valor para tal comprimento utilizado foi igual a 32,38 m e a relação R/d para a curva N-N é igual a 1,85.

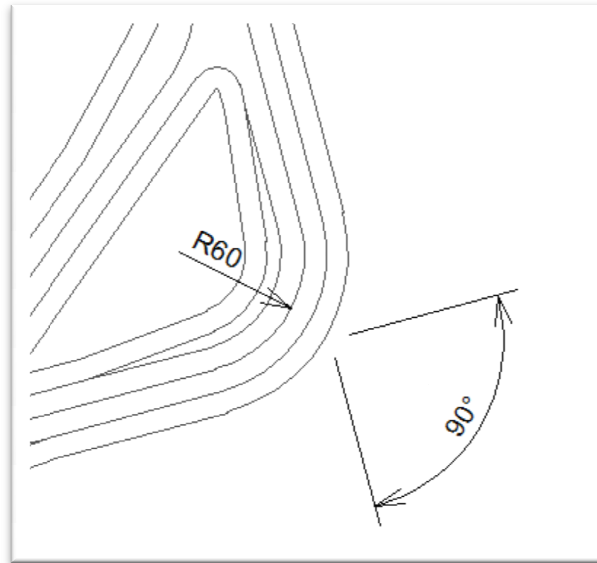


Figura 12 - Raio e Ângulo da Curva N-N (10/28)

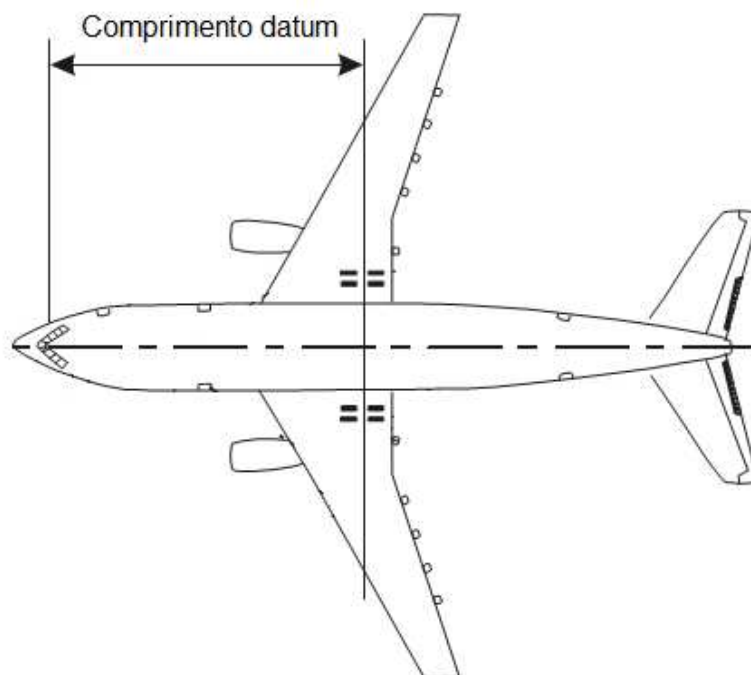


Figura 13 - Comprimento datum

Fonte: *Aerodrome Design Manual - Part 2 Taxiways, Aprons and Holding Bays* (ICAO, 2005)

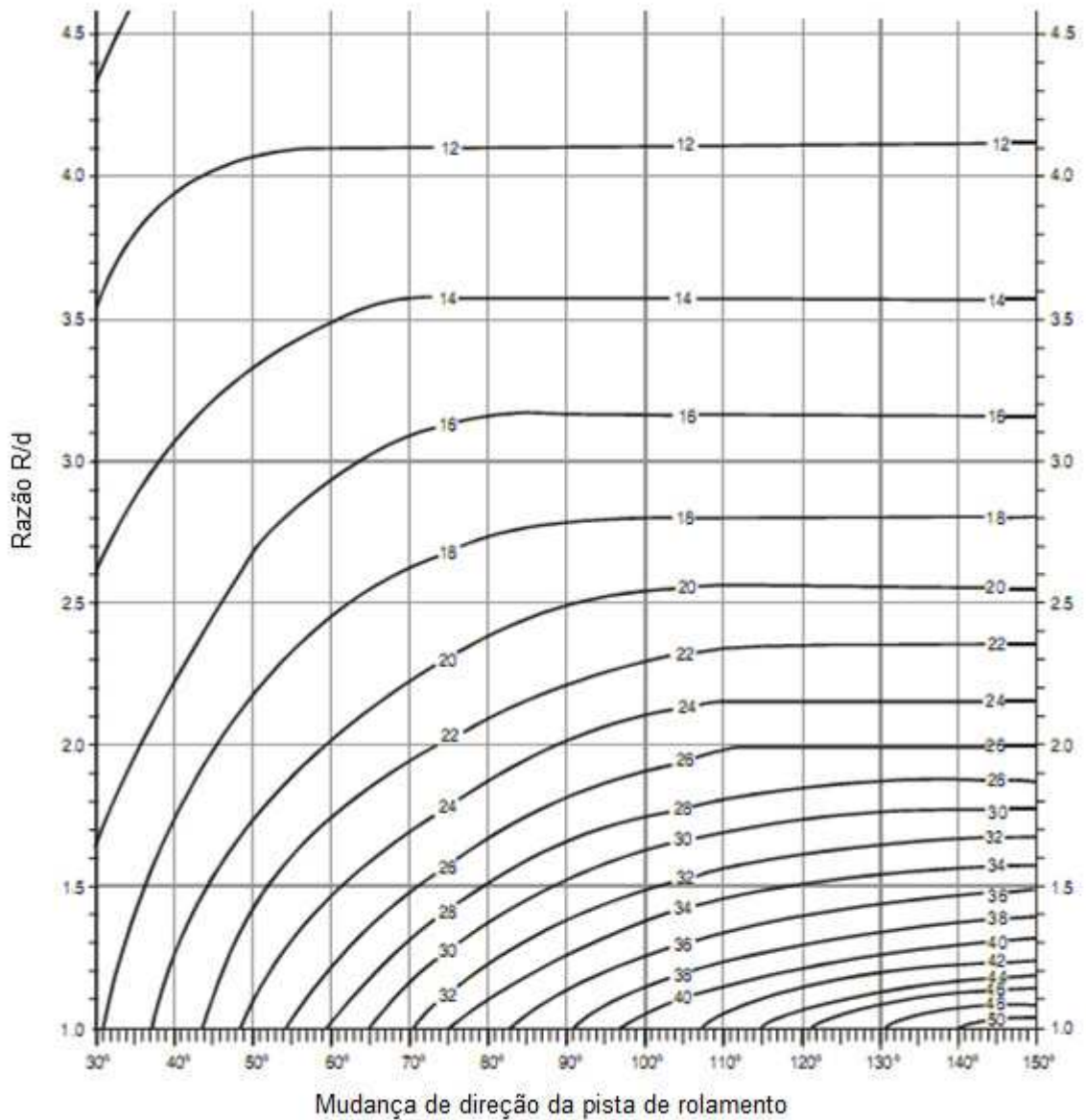


Figura 14 - Ábaco para obtenção de $\lambda_{\text{máx}}$

Fonte: *Aerodrome Design Manual - Part 2 Taxiways, Aprons and Holding Bays* (ICAO, 2005)

Obteve-se então um $\lambda_{\text{máx}}$ igual a 26 % do comprimento *datum*, o que fornece um valor absoluto de $\lambda_{\text{máx}}$ igual a 8,42 m. Para o cálculo do raio de sobrelargura ainda é necessário o valor do rastro da trilha do trem de pouso (T) e margem de segurança mínima recomendada (M). O valor de T para o A380 é igual a 14,34 m foi obtido no manual da aeronave. O parâmetro M, pode ser obtido por meio da Tabela 14 para o código F e é igual a 4,5 m.

Utilizando-se então a Eq. 1, obteve-se, para a curva N-N, um raio necessário igual a 39,91 m. Como encontra-se construído um raio de sobrelargura igual a 41,5 m, tal curva necessita de correção. Tal correção é feita com alargamento da curva existente de forma que diminua seu raio até o valor necessário.

Cálculos semelhantes foram realizados para todas as curvas e os resultados estão resumidos na Tabela 15 e na Tabela 16.

Tabela 15 - Fillets das curvas do sistema de pista 10/28

Sistema 10-28							
Curva	Ângulo	Raio Central (m)	R/d	λ_{\max}	r	r existente	Condição
N-N	90	60	1,85	8,42	39,91	41,5	Necessita correção
N-Y	90	60	1,85	8,42	39,91	42,5	Necessita correção
N-X	90	60	1,85	8,42	39,91	42,5	Necessita correção
CC-N	160	60	1,85	8,42	48,33	39,9	Necessita correção
N-W	90	60	1,85	8,42	39,91	42,5	Necessita correção
N-V	90	60	1,85	8,42	39,91	42,5	Necessita correção
N-U	90	60	1,85	8,42	39,91	42,5	Necessita correção
N-R	51,75	60	1,85	6,31	42,02	43,5	Necessita correção
M-X	90	60	1,85	8,42	39,91	42,5	Necessita correção
M-Q	87	60	1,85	8,1	40,2	42,0	Necessita correção
BB-N	20	60	1,85	5,18	43,1	43,0	OK
T-M(AA)	46,8	60	1,85	5,99	42,34	48,5	Necessita correção
10/28-Z	140	60	1,85	9,07	39,3	38,0	OK

Tabela 16 - Fillets das curvas do sistema de pista 15/33

Sistema 15-33							
Curva	Ângulo	Raio Central (m)	R/d	λ_{\max}	r	r existente	Condição
C-B	30	76,5	2,36	14,44	60,20	65	Necessita correção
D-B	36	100	3,09	4,50	84,00	88,5	Necessita correção
E-B	30	120	3,71	3,82	104,50	108,5	Necessita correção
F-B	90	45	1,39	10,04	23,29	30	Necessita correção
G-B	90	45	1,39	10,04	23,29	30	Necessita correção
15/33-H	90	45	1,39	10,04	23,29	37,5	Necessita correção
I-K	90	45	1,39	10,04	23,29	28	Necessita correção
L3-K	90	45	1,39	10,04	23,29	28	Necessita correção
L2-K	90	60	1,85	8,42	39,91	43	Necessita correção
L1-K	90	60	1,85	8,42	39,91	43	Necessita correção
M-K	90	60	1,85	8,42	39,91	43	Necessita correção
N-K	90	60	1,85	8,42	39,91	43	Necessita correção
B-A	90	30	0,93	11,98	6,35	20	Necessita correção

Pode-se verificar que todas as curvas existentes no aeródromo necessitam de reformulação em sua sobrelargura para atender às recomendações da ICAO (2005).

Entretanto, visando otimizar as intervenções a serem feitas, sugere-se que apenas as curvas que serão utilizadas nos processos de pouso e decolagem recebam alterações necessárias. Tais curvas podem ser extraídas das Figuras de 15 a 18 e estão destacadas na Tabela 15. Estas figuras mostram os procedimentos de pouso e decolagem que poderiam ser feitos pelo A380.

Vale ressaltar que as as curvas BB-N e 10/28-BB apresentam mesmo raio central e mesma mudança de direção. Portanto precisariam do mesmo valor de *fillet*. O mesmo ocorre com as curvas N-N, M-X, X-N, N-K, M-K e K- L1.

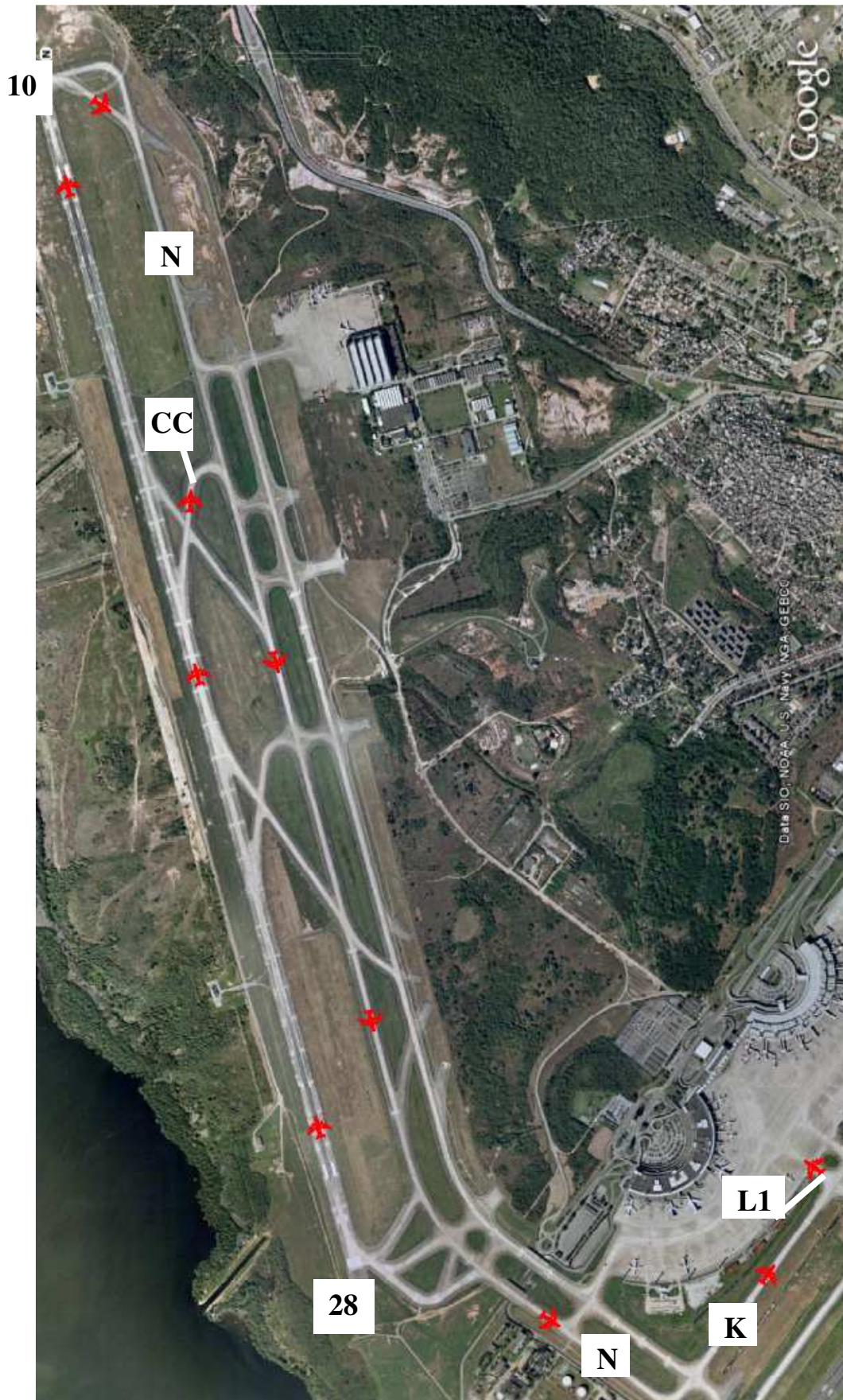


Figura 15 - Operação de pouso na cabeceira 10

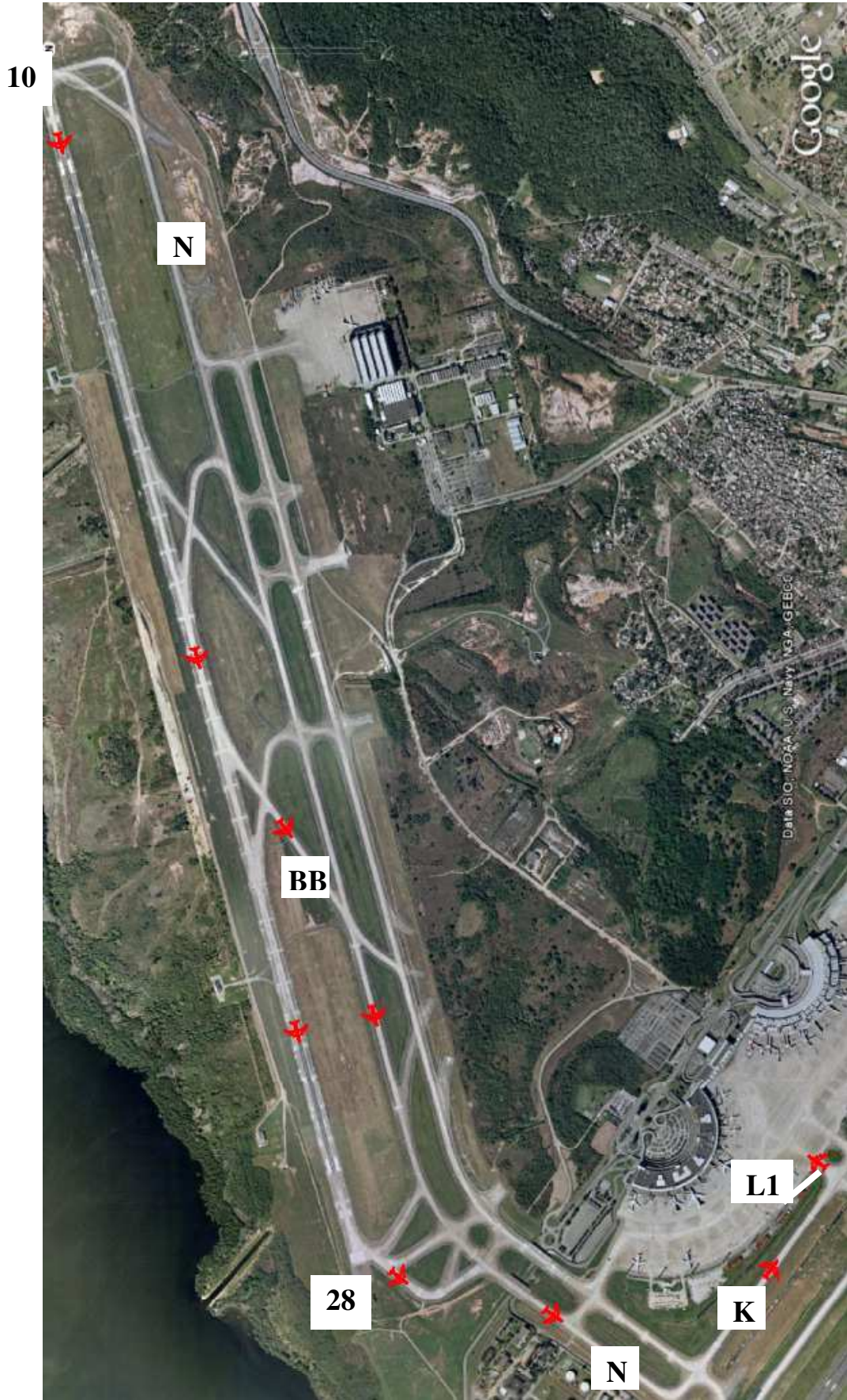


Figura 16 - Operação de pouso na cabeceira 28

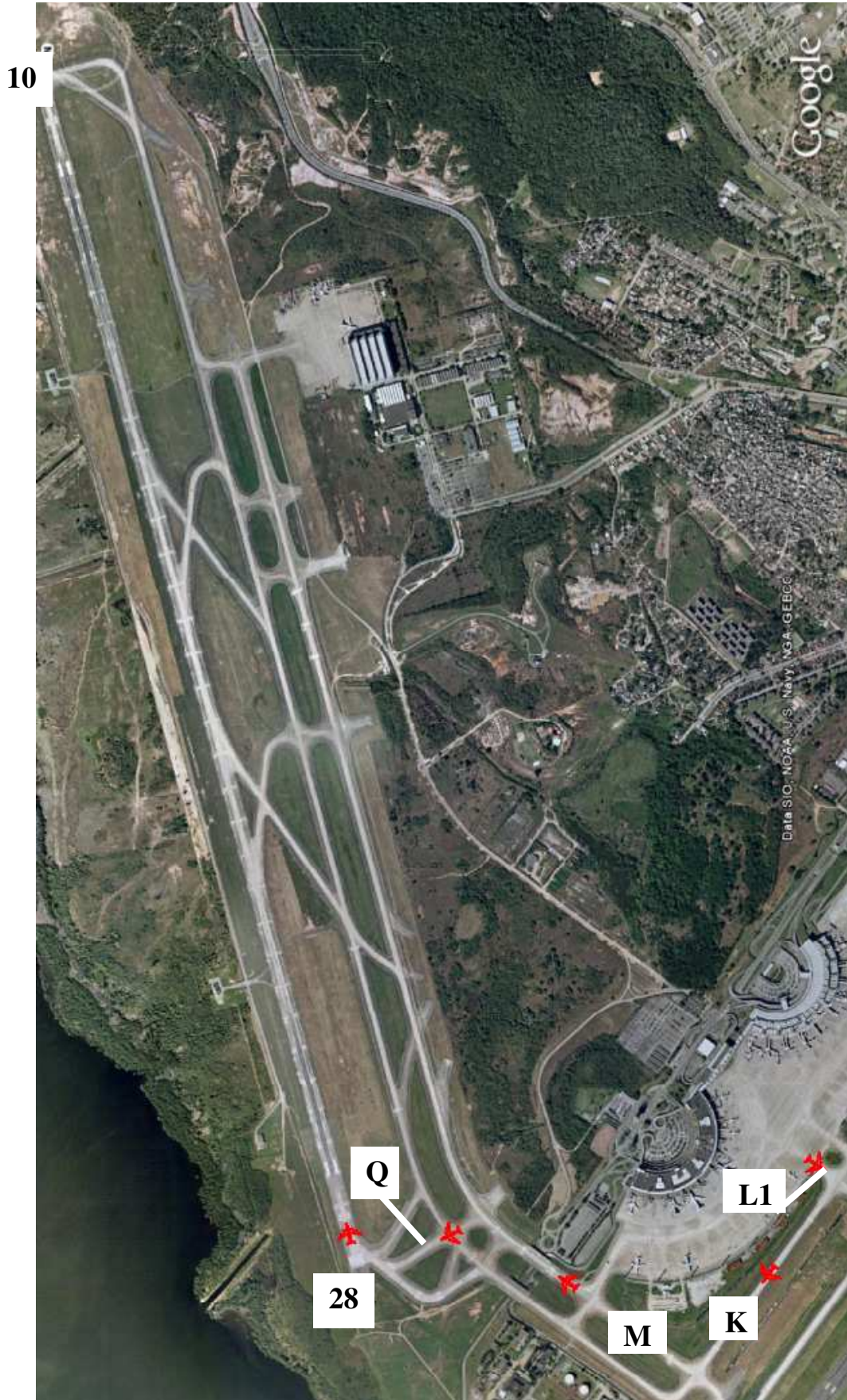


Figura 17 - Operação de decolagem na cabeceira 10

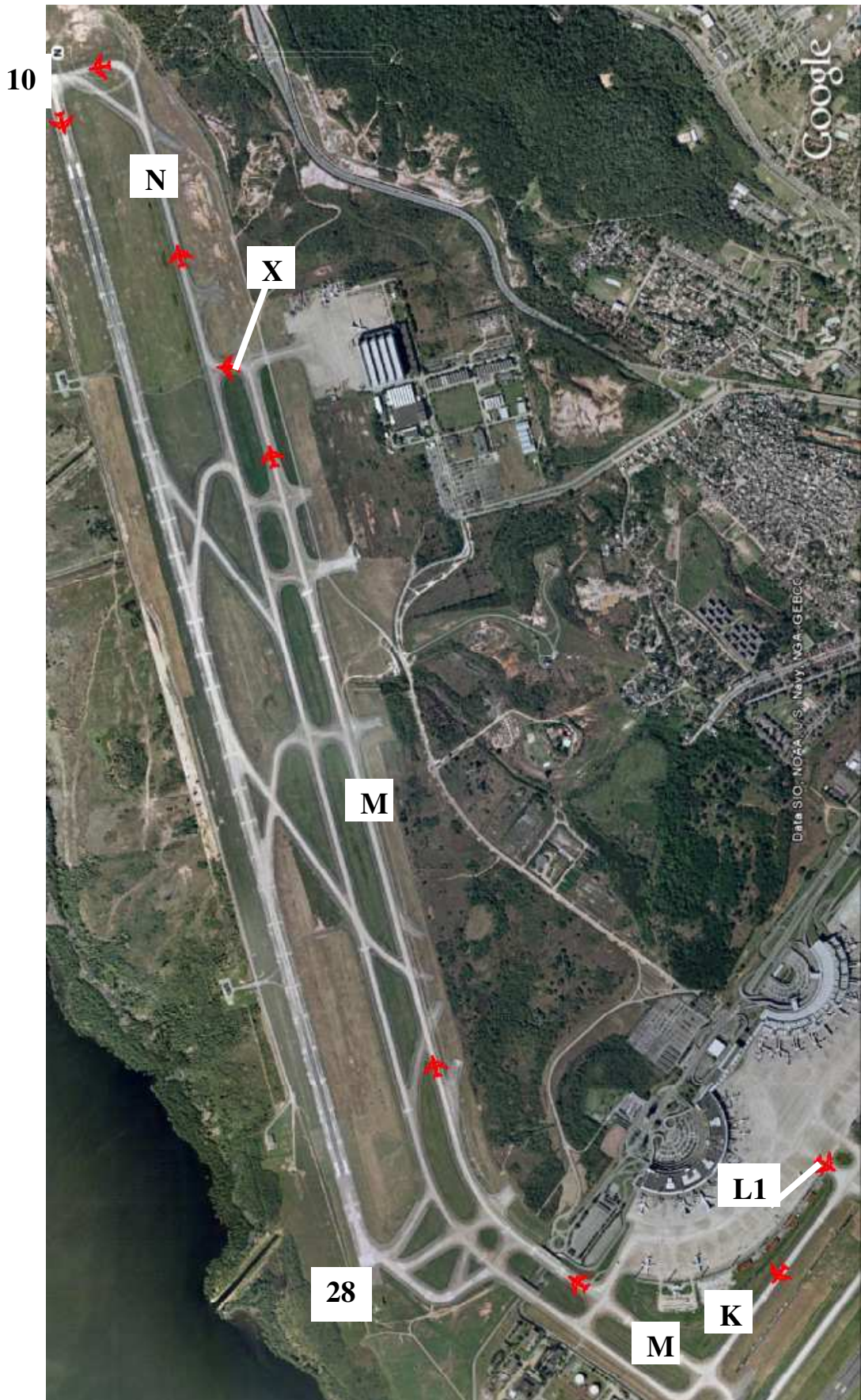


Figura 18 - Operação de decolagem na cabeceira 28

4.5 Saídas rápidas

As saídas rápidas são necessárias em aeroportos com grande volume de tráfego de aeronaves. O objetivo é, em função da liberação mais rápida da pista pelas aeronaves, aumentar a capacidade do aeroporto, permitindo um maior número de operações de pouso e decolagem. Tais saídas já existem no aeroporto em questão. Segundo o RBAC 154 (ANAC, 2009), o ângulo entre as saídas de pista e a pista de pouso e decolagem não deve ser menor que 25° e nem maior que 45° . Na pista 10/28, este ângulo é igual a 20° . Na pista 15/33 existem saídas de 30° e 36° .

No *Aerodrome Design Manual - Part 2 Taxiways, Aprons and Holding* (ICAO, 2005) é previsto o Método dos Três Segmentos, para cálculo de saídas rápidas. Segundo o método, tal distância é composta pela soma de três segmentos S1, S2 e S3.

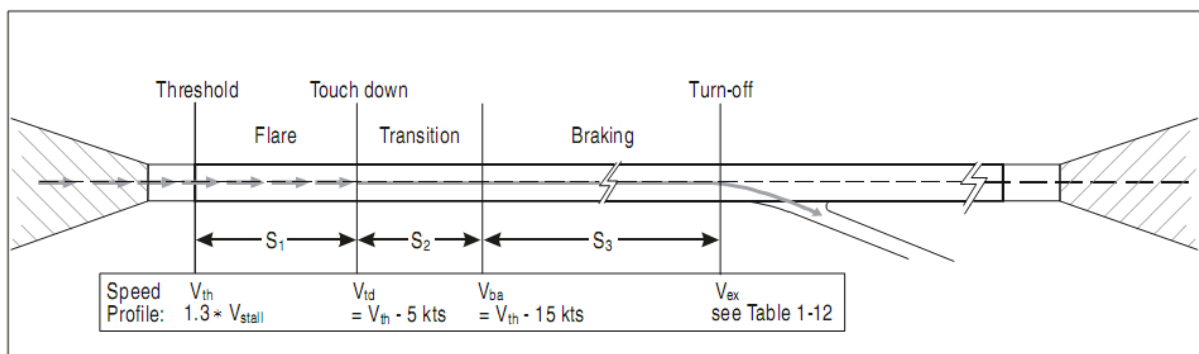


Figura 19 - Método dos três segmentos

Fonte: *Aerodrome Design Manual - Part 2 Taxiways, Aprons and Holding Bays* (ICAO, 2005)

Onde:

- S1 – distância entre a cabeceira da pista e o ponto de toque do trem de pouso principal.
- S2 – comprimento requerido para transição entre o toque do trem de pouso principal no solo até se estabelecer uma configuração de freio estabilizada.
- S3 – comprimento requerido para a desaceleração da aeronave até a velocidade nominal de entrada no táxi.

- V_{th} – velocidade final de aproximação, sendo 1,3 vezes a velocidade de estol (V_{stall}) e assumindo-se o peso de pouso igual a 85% do peso máximo de pouso.
- V_{td} – assumido como sendo $(V_{th} - 5)$ nós.
- V_{ba} – velocidade na qual os freios são aplicados, sendo igual a $(V_{th} - 15)$ nós.
- V_{ex} – velocidade nominal de entrada no táxi.

Ainda segundo a ICAO, para o cálculo da distância até a saída de táxi, as aeronaves podem ser agrupadas com base nas velocidades finais de aproximação em quatro grupos:

- Grupo A – V_{th} menor que 91 nós (168,5 km/h).
- Grupo B – V_{th} entre 91 e 120 nós (168,5 a 222,2 km/h).
- Grupo C – V_{th} entre 121 e 140 nós (224,0 a 259,3 km/h).
- Grupo D – V_{th} entre 141 e 165 nós (261,1 a 305,6 km/h).

Os segmentos são calculados da seguinte forma:

- S_1 : 450 m para aeronaves categoria C e D e 250 m para aeronaves categoria A e B.
- S_2 : tal distância é calculada assumindo-se que o tempo de transição é igual a 10 s. Assim, S_2 é dada pela Eq. 2.

$$S_2 = 5 \cdot (V_{th} - 10) \quad (\text{Eq. 2})$$

- S_3 : a distância de frenagem é calculada de acordo com a Eq. 3, onde V_{ex} é igual a 30 nós (55,6 km/h) para pistas código 4 e a aceleração a considera um valor operacional viável para frenagem em pista molhada, sendo igual a $1,52 \text{ m/s}^2$.

$$S_3 = \frac{(V_{th} - 15)^2 - V_{ex}^2}{8 \cdot a} \quad (\text{Eq. 3})$$

De acordo com o manual do A-380, a velocidade de aproximação pode ser obtida no ábaco mostrado na Figura 20.

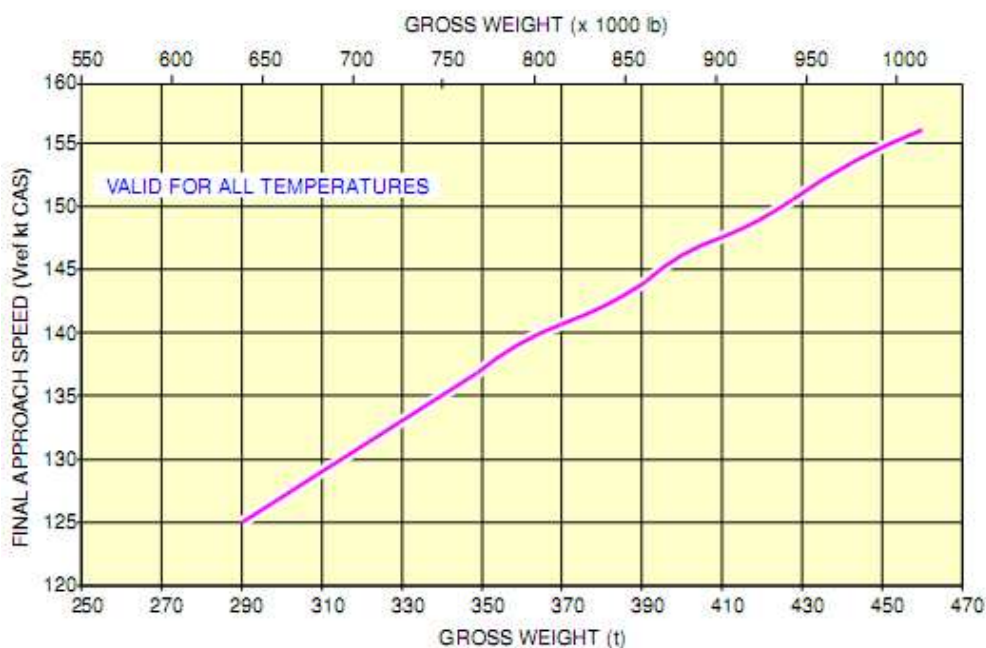


Figura 20 - Velocidade de aproximação em função do peso

Fonte: *A380 Airplane Characteristics* (Airbus, 2009)

Segundo o método, deve ser utilizada a velocidade de aproximação igual a $1,3 V_{\text{stall}}$, que seria igual a 132 nós. Entretanto, utilizou-se o ábaco mostrado na Figura 20 que fornece de forma direta a velocidade de aproximação. Considerando o peso máximo de pouso igual a 386 ton, consulta-se no ábaco por 328,1 ton (85% do MLW) e obtém-se 134 nós (248,33 km/h). Realizando os cálculos, obteve-se como resultados: $S_1 = 450$ m, $S_2 = 620$ m e $S_3 = 1090$ m.

Tais valores fornecem uma saída rápida a 2160m. Entretanto, tal valor é muito próximo do valor necessário para pouso que, segundo ábacos do fornecedor, seria igual a 2185 m para situação de chuva. Com isso, sugere-se a avaliação de outros métodos.

Considerando-se que, segundo o RBAC (ANAC, 2009), para acessar uma saída rápida, é permitido que uma aeronave esteja a 50 nós (93 km/h). Com isso, repete-se o método sugerido pela ICAO e calcula a nova saída considerando a velocidade permitida. Com isso, tem-se: $S_1 = 450$ m, $S_2 = 620$ m e $S_3 = 959$ m.

Portanto, encontra-se que o valor de distância até a saída é 2029 m.

Propõe-se então um novo método de se calcular a distância até as saídas rápidas. Assumindo que é permitido que uma aeronave acesse uma saída rápida a 93 km/h (ANAC, 2009) e que pelo ábaco do fabricante, 1900 m são necessários para a aeronave parar em

condições secas e 2185 m em condições de chuva, calcula-se, por Torricelli, a distância percorrida pela aeronave desde o momento que possui velocidade de 93 km/h até sua imobilidade, considerando uma desaceleração igual a 1,52 m/s². Tal valor é subtraído do valor total necessário para pouso. Neste ponto pode-se instalar uma saída rápida. A Figura 21 ilustra este método.

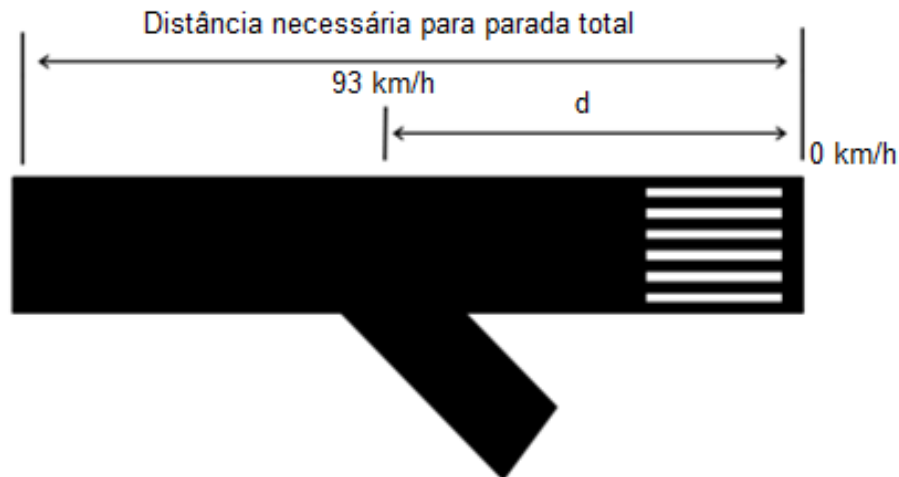


Figura 21 - Saída rápida

A distância percorrida pela aeronave do ponto em que possui velocidade igual a 93 km/h até a imobilidade foi obtida utilizando a Eq. 4 e é igual a 220 m.

$$d = \frac{(0)^2 - v_{ex}^2}{2a} = 220 \quad (\text{Eq. 4})$$

Portanto, uma saída rápida pode ser utilizada desde que esteja a $(2185 - 220) = 1965$ m da cabeceira. Pode-se verificar na Figura 22 e na Figura 23 as saídas rápidas existentes. Percebe-se que não existe saídas rápidas quando se utiliza a cabeceira 33.



Figura 22 - Saídas de pista sistema 10/28

Fonte: Google Earth



Figura 23 - Saídas de pista sistema 15/33

Fonte: Google Earth

Pode-se verificar que no sistema de pista 10/28 existem saídas rápidas que atendem ao A380 independente da cabeceira que a aeronave pousar. No sistema 15/33 ocorre situação um pouco diferente. Só haveria possibilidade de uso das saídas rápidas caso a aeronave efetuasse aproximação e pouso pela cabeceira 15. A Tabela 17 resume as informações de saídas rápidas para os dois sistemas de pista.

Tabela 17 - Saídas Rápidas

Cabeceira	Saída 1	Saída 2	Saída 3	Método ICAO	Método ICAO ajustado	Método Proposto
Cab 10	1295 m	2215 m				
Cab 28	1290 m	2215 m		2160 m	2029 m	1965 m
Cab 15	930 m	1528 m	2104 m			

5 Análise estrutural

Para a análise estrutural, foi adotado o método ACN-PCN. Este método torna possível expressar o efeito individual de uma aeronave sobre diferentes pavimentos através de um único número, que varia de acordo com o peso e a configuração da aeronave (tipo de trem-de-pouso, pressão de pneu, entre outros), o tipo de pavimento e a resistência do subleito. Esse número é chamado Número de Classificação da Aeronave. Por outro lado, a capacidade de carga de um pavimento também pode ser expressa por um único número sem especificar uma aeronave em particular ou informações detalhadas do pavimento. Este número é o Número de Classificação de Pavimento. Portanto, define-se:

ACN (Aircraft Classification Number) – É o número que expressa o efeito relativo de uma aeronave com uma determinada carga sobre um pavimento, para uma categoria padrão de subleito especificada.

PCN (Pavement Classification Number) – É um número que expressa a capacidade de resistência de um pavimento para operações sem restrição.

Segundo o RBAC 154 (ANAC, 2009), a resistência de pavimentos destinados a aeronaves com peso de rampa superior a 5.700 kg deve ser disponibilizada utilizando-se o método ACN-PCN. A aeronave em estudo exige que para sua operação seja disponibilizada a resistência por tal método. Para isso, são necessárias as informações:

- O número de classificação do pavimento (PCN);
- O tipo de pavimento para a determinação ACN-PCN;
- A categoria de resistência do subleito;
- A categoria de pressão máxima, ou o valor máximo de pressão, permitida nos pneus;
- O método de avaliação.

Basicamente, o PCN informado deve indicar que uma aeronave com ACN igual ou inferior ao PCN informado pode operar sobre o pavimento, sujeita a possíveis limitações na pressão dos pneus ou no peso total da aeronave.

Informações sobre tipos de pavimento para determinação de ACN-PCN, categoria de resistência do subleito, categoria de pressão máxima permitida nos pneus e método de avaliação devem ser informadas seguindo uma codificação:

- Tipo de Pavimento para determinação de ACN-PCN:
 - Pavimento Rígido (R);
 - Pavimento Flexível (F).
- Categoria de Resistência do Subleito:
 - Alta Resistência (A): caracterizado por K (módulo de reação do subleito) = 150 MN/m³ e representando todos os subleitos com valores de K acima de 120 MN/m³ para pavimentos rígidos, e, no caso de pavimentos flexíveis, caracterizado por subleitos com CBR= 15 e representando subleitos com valores de CBR acima de 13;
 - Resistência Média (B): caracterizado por subleitos com K = 80 MN/m³ e representando subleitos com K entre 60 MN/m³ e 120 MN/m³, para pavimentos rígidos, e, no caso de pavimentos flexíveis, caracterizado por subleitos com CBR = 10, e representando subleitos com CBR entre 8 e 13(B);
 - Resistência Baixa (C): caracterizado por subleitos com K = 40 MN/m³ e representando subleitos com K entre 25 MN/m³ e 60 MN/m³, para pavimentos rígidos, e caracterizado por subleitos com CBR = 6, representando os subleitos com CBR entre 4 e 8, para pavimentos flexíveis;
 - Resistência Muito Baixa (D): caracterizado por subleitos com K = 20 MN/m³ e representando subleitos com K abaixo de 25 MN/m³, para pavimentos rígidos, e caracterizado por subleitos com CBR = 3, representando os subleitos com CBR abaixo de 4, para pavimentos flexíveis.
- Categoria de Pressão Máxima Permitida de Pneus:
 - Alta: sem limite de pressão (W);
 - Média: pressão limitada a 1,50 MPa (X);
 - Baixa: pressão limitada a 1,00 MPa (Y);
 - Muito Baixa: pressão limitada a 0,50 MPa (Z).
- Método de Avaliação:
 - Avaliação Técnica (T): representando um estudo específico das características do pavimento e a aplicação de método de avaliação de pavimentos;
 - Utilizando a experiência com aeronaves (U): representando o conhecimento do tipo e da massa de uma aeronave específica que opera regularmente e de forma satisfatória no aeródromo.

A Tabela 18 resume os parâmetros que devem ser mostrados para indicar o PCN de uma pista.

Tabela 18 - Parâmetros para determinação do PCN

Tipo de pavimento	Categoria do subleito	PCN	
		Categoria da pressão de pneus	Método de avaliação
R-Rígido	A-Alta	W-Sem limites	T-Técnica
F-Flexível	B-Média	X-até 1,5 MPa	U-Uso de aeronave
	C-Baixa	Y-até 1 Mpa	
	D-Muito baixa	Z-até 0,5 MPa	

Fonte: *A380 Airplane Characteristics* (Airbus, 2009)

O PCN das pistas do Aeroporto do Galeão foi obtido através da Carta ADC do Aeroporto do Galeão (DECEA, 2009). Para o sistema de pista 10/28, o PCN numérico é igual a 78, sendo que se trata de pavimento rígido, com subleito de alta resistência e a permite pneus sem limite de pressão. Tais informações foram obtidas de forma teórica. Portanto, o PCN da pista 10/28 é 78 / R / A / W / T.

Para o sistema 15/33, o PCN numérico é igual a 73, trata-se de pavimento flexível, subleito com resistência média e os pneus das aeronaves que pretendem operar em tal pista não podem utilizar pressão maior que 1,5 Mpa. Assim como o sistema 10/28, as informações foram obtidas de forma teórica. Portanto, o PCN da pista 10/28 é 73 / F / B / X / T.

Para a obtenção do ACN, foram utilizados os ábacos apresentados na Figura 24 e na Figura 25. Os dados de entrada para consulta nos ábacos são peso da aeronave e classificação do subleito. Para o sistema 10/28, utilizou-se a Figura 24 e um peso bruto da aeronave como peso máximo de rampa igual a 562 toneladas. Foi obtido o valor de 55,8 para pneus com pressão igual a 218 psi (1,5 MPa) e subleito classe A. Portanto, é possível que o A380 opere com tal pressão de pneus e sem restrição de peso no sistema 10/28.

A consulta considerando pavimento flexível foi feita com auxílio do ábaco apresentado na Figura 25. Utilizando um peso bruto da aeronave como peso máximo de rampa igual a 562 toneladas foi obtido o valor de 58,2 para pneus com pressão igual a 218 psi (1,5 MPa), e subleito classe A. Portanto, é possível que o A380 opere com tal pressão de pneus e sem restrição de peso no sistema 15/33.

Aircraft Classification Number - Rigid Pavement
MRW 562 000 kg - A380-800 Models

1400 x 530R23 40PR TIRES
 TIRE PRESSURE CONSTANT AT 15 bar (218 psi)

ACN WAS DETERMINED AS REFERENCED IN
 ICAO AERODROME DESIGN MANUAL PART 3
 CHAPTER 1 SECOND EDITION 1983.
 CG USED FOR ACN CALCULATIONS: 43 % MAC.
 See Section 7-4-1 Figure: Landing Gear Loading
 on Pavement - MRW 562 000 kg - A380-800 Models

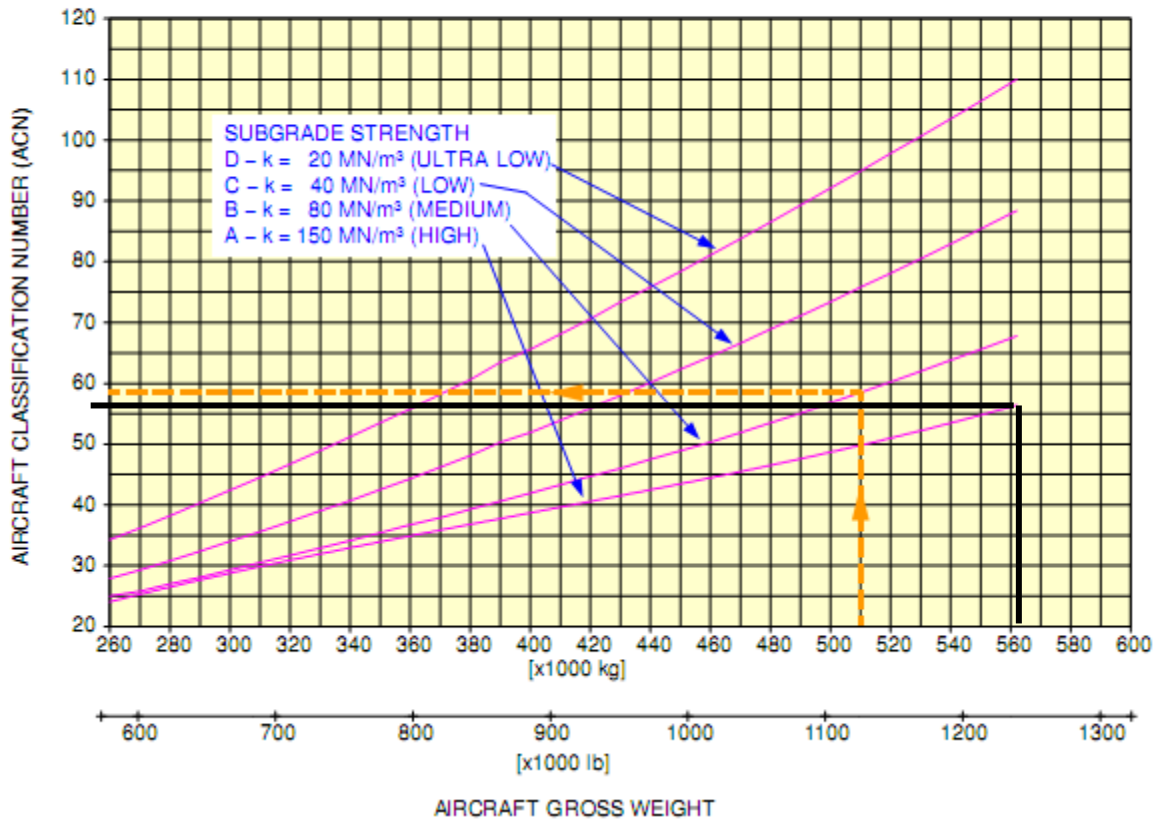


Figura 24 - Ábaco para obtenção do ACN para pavimento rígido

Aircraft Classification Number - Flexible Pavement
MRW 562 000 kg - A380-800 Models

1400 x 530R23 40PR TIRES
TIRE PRESSURE CONSTANT AT 15 bar (218 psi)

ACN WAS DETERMINED AS REFERENCED IN
ICAO AERODROME DESIGN MANUAL PART 3
CHAPTER 1 SECOND EDITION 1983.
OG USED FOR ACN CALCULATIONS: 43 % MAC.
See Section 7-4-1 Figure: Landing Gear Loading
on Pavement - MRW 562 000 kg - A380-800 Models

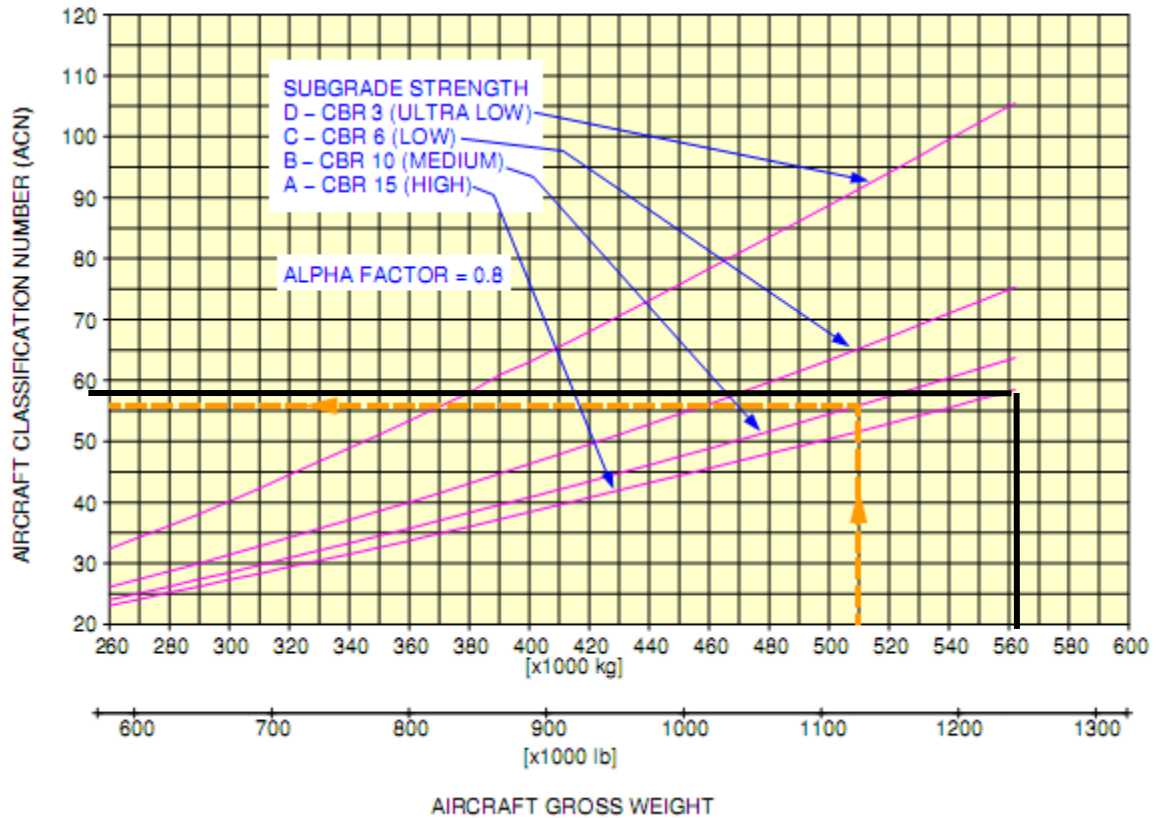


Figura 25 - Ábaco para obtenção do ACN para pavimento flexível

A Tabela 19 resume as informações obtidas relativas à análise geométrica com dados de ACN e PCN.

Tabela 19 - Informações de ACN e PCN

		PCN				ACN	Situação
10/28	78	R	A	W	T	55,8	OK
15/33	73	F	B	X	T	58,2	OK

6 Resultados e Discussões

A Tabela 20 apresenta as principais comparações entre os valores recomendados pela ANAC para determinados parâmetros e o que existe no aeroporto na atualidade. Tais comparações indicam em quais aspectos haveria necessidade de ajustes para que a operação comercial do A380 pudesse ser realizada sem restrições.

Tabela 20 - Comparação de parâmetros existentes com necessários

Dimensão (m)	10/28	15/33	Necessário	Situação da pista 10/28	Situação da pista 15/33
Comprimento	4000	3180	3253	OK	Necessita correção
Largura	45	47	60	OK	OK
Largura pista + acostamento	60	63	75	Necessita correção	Necessita correção
Largura taxiway	23	25	23	OK	OK
Largura taxiway + acostamento	45	42	60	Necessita correção	Necessita correção
Distância entre pista e taxiway paralelo	256	163,5	190	OK	Necessita correção
Distância entre taxiways paralelos	120	212	97,5	OK	OK

O primeiro parâmetro analisado foi o comprimento de pista. Neste ponto, foi possível verificar que apenas o sistema de pista 10/28 está apto a receber a aeronave em questão. O sistema 15/33 deveria passar por ampliação para que também pudesse operar. Vale ressaltar que o A380 é uma aeronave bastante diferente do convencional e não teriam operações simultâneas ou necessidade do aeroporto possuir duas pistas habilitadas para tal operação. Portanto, as demais adequações que se fizerem necessárias por não atender outras recomendações devem ser realizadas somente no sistema de pista 10/28.

Quanto à largura da pista de pouso e decolagem, deverá ser feita uma ampliação. Para satisfazer aos requisitos mínimos, é suficiente que sejam colocados 15 m de pavimento em

ambos os lados da pista. Com isso, a recomendação do *Common Agreement Document* (AACG, 2002) é atendida.

Com relação aos espaçamentos, o sistema 10/28 não apresenta problemas, possuindo as dimensões bem superiores às recomendadas. Entretanto, há a necessidade de se realizar várias intervenções nas curvas para adição de sobrelargura adequada. O tópico que apresenta a metodologia para os cálculos de *fillet*, aponta as correções para todas as curvas mas destaca aquelas que de fato devem receber adequações, visto que fazem parte do trajeto do A380 em pelo menos um dos procedimentos: pouso e decolagem.

O sistema 10/28 apresenta saídas rápidas com distâncias em relação à cabeceira superiores às calculadas como necessária. Isso faz com que tais saídas existentes possam ser utilizadas, mas não estará sendo utilizada a capacidade máxima da pista, visto que a aeronave permanecerá mais tempo na pista de pouso até atingir a saída de pista.

Além disso, outros aspectos devem ser considerados. Segundo o RBAC 154(ANAC, 2009), quando da existência de pistas de taxiamento sobre pontes, a largura mínima deve ser igual à largura da pista de taxiamento e, caso os motores da aeronave fiquem suspensos além dos limites laterais da estrutura da ponte, as áreas adjacentes abaixo da ponte podem precisar de proteção contra os jatos dos motores ou um controle de tráfego pela região. A utilização das pontes não deverá prejudicar o trânsito de veículos de combate a incêndio.

No aeroporto do Galeão existem duas pontes onde, segundo *Common Agreement Document* (AACG,2002), seria possível a operação do A-380, entretanto seria necessário alguma medida de segurança devido às turbinas que ficariam fora da área da ponte. Uma simulação da utilização da ponte pelo A-380 é mostrada na Figura 26. Além do fator geométrico, é necessário outro estudo para verificar se as pontes suportam o peso máximo de decolagem da aeronave. Sugere-se que, caso a estrutura suporte a aeronave, nos momentos de operação do A380, o trânsito na estrada abaixo do viaduto seja interrompido. Tal paralização não causaria muito transtorno visto que a operação da aeronave não será rotineira.



Figura 26 - Utilização das pontes pelo A380

Fonte: Google Earth

Outro ponto que merece ser observado para a operação do A380 é a resistência do pavimento. As dimensões da aeronave são consideravelmente superiores àquelas até então existente. Apesar disso, conta com um sistema de trem de pouso capaz de distribuir a carga de no pavimento de forma considerável.

Para análise da estrutural do pavimento foi utilizado o método ACN-PCN e foi concluído que os pavimentos de ambos os sistemas de pistas podem receber o A380 com uma pressão de pneus igual a 218 psi (1,5 MPa). Tal pressão foi adotada pois se encontra no ábaco disponível no manual da aeronave.

O planejamento das intervenções a serem executadas no intuito de deixar o aeroporto apto a receber o A380 não foi contemplado no escopo do estudo e deve ser estudado em outra oportunidade. Deve-se atentar para o fato do Aeroporto estar em constante funcionamento e a necessidade de interrupção das atividades gerar complicações com a programação dos vôos, acarretando em prejuízos operacionais e financeiros. Não é interessante realizar as obras em períodos em que o movimento é intenso como férias de final de ano. Além disso, obras como reconstrução de *fillets* podem ser realizadas por etapas, inutilizando a pista de táxi afetada pela obra. Novas pinturas no pavimento, utilizadas para auxiliar o piloto durante as manobras, devem ter sua necessidade avaliada.

O fato de o A380 possuir dimensões consideravelmente superiores as das aeronaves em operação exige uma atenção maior quando na distribuição de vagas no pátio e prováveis alterações no serviço de desembarque como pontes de embarque e desembarque. Segundo Gomes e Noutel (2005), as duas pontes telescópicas existentes por posição de estacionamento de aeronaves do Aeroporto do Galeão alcançam a altura máxima de 5,40 m, com raio de ação até 38 m. Com isso, fica inviabilizada a operação de embarque e desembarque de passageiros pelo piso superior da aeronave, visto que este se encontra a uma altura de 7,85 m.

Além disso, sistemas de abastecimento das aeronaves, limpeza, ar condicionado e pontos de energia elétrica que alimentam o avião enquanto está parado no pátio devem ter suas capacidades verificadas de acordo com as exigências da aeronave. Ainda segundo Gomes e Noutel (2005), existe apenas um ponto de reabastecimento por posição de estacionamento de aeronave no pátio. Entretanto, a aeronave requer um ponto de reabastecimento por asa, ou seja, dois bocais de reabastecimento por posição de estacionamento. Como solução, pode-se efetuar uma implantação de novos pontos ou utilizar-se de pontos adjacentes, o que

influenciaria na capacidade do pátio de receber grande número de aeronaves simultaneamente.

Outro ponto importante é que o sistema de combate a incêndio do aeroporto deve ser verificado. Não somente com relação a sua capacidade como também quanto à circulação dos veículos responsáveis pelo combate. Um exemplo de caso crítico se dá quando da existência de uma aeronave parada em locais críticos, como as pontes nas pistas de táxi, impedindo o tráfego dos veículos de emergência.

Quanto ao terminal, Gomes e Noutel (2005) citam que o Aeroporto já operou simultaneamente um B747 e outras aeronaves menores como A340 ou B767 sendo que o único inconveniente notório no terminal foi com relação aos banheiros. Para operação do A380 seria necessária uma ampliação no número de sanitários, bem como maior manutenção de material envolvido.

7 Conclusão

O trabalho desenvolvido levantou parâmetros de análise da viabilidade técnica e mudanças necessárias para que o A380 possa operar sem restrições no lado aéreo do Aeroporto do Galeão. Buscou-se analisar quais requisitos e elementos são importantes para tornar viável tal operação.

Para o desenvolvimento do trabalho, foi realizada uma pesquisa bibliográfica de documentos de órgãos ligados ao setor de transporte aéreo como ICAO, ANAC e INFRAERO bem como sites de fabricantes de aeronaves e manual técnico do Airbus A-380. A pesquisa deu ênfase ao estudo do lado aéreo para verificar a situação do Aeroporto Internacional do Galeão quanto à operação comercial irrestrita do A-380.

Vale ressaltar que o estudo desenvolvido é válido apenas para o Aeroporto do Galeão, impedindo qualquer conclusão para outros aeroportos. Não foi possível contato com a equipe de operação em nenhum momento do estudo de forma que tal contato poderia fornecer novas condições para otimizar os resultados.

O tópico que contempla Resultados e Discussões mostra alguns parâmetros que foram somente apontados e sugerem estudos mais detalhados para permitir conclusões mais precisas. Tais estudos poderiam contemplar análise estrutural das pontes existentes para taxiamento e também a respeito do lado terrestre. Entre os pontos levantados, deve-se avaliar o sistema de combate a incêndio, analisar a capacidade do terminal de passageiros, além de verificar como ficariam as condições de acesso ao aeroporto e dos estacionamentos.

O trabalho foi dividido em análise geométrica e análise estrutural do pavimento. Na análise geométrica foram estudados comprimento e largura de pista de pouso e decolagem, largura de pista de táxi, sobrelarguras das curvas, distâncias entre pistas destinadas ao taxiamento, distâncias entre pista de táxi e pista de pouso e decolagem paralelas e distâncias entre pista de táxi e obstáculos.

Foi concluído com o estudo que o Aeroporto do Galeão possui condições favoráveis ao recebimento da operação comercial do A380 sem restrições após passar por algumas intervenções em alguns aspectos como larguras de pistas de pouso e decolagem e de taxiamento e sobrelarguras de curvas. Foi possível verificar que parâmetros como

comprimento de pista e resistência estrutural do pavimento para o sistema de pista 10/28 não precisam receber nenhuma reforma.

Foi possível chegar ao final do trabalho satisfazendo às expectativas e obtendo resultados relevantes. Espera-se que o trabalho possa servir como referência para reformas e modificações necessárias no aeroporto assim como sirva de base para estudos semelhantes em outros aeroportos. Além disso, poderá auxiliar administradores de aeroportos no planejamento e estruturas requeridas para a confecção de manuais de operações de aeroportos.

Referências

AACG. A380 AIRPORT COMPATIBILITY GROUP. *Common Agreement Document of the A380 Airport Compatibility Group*, v. 2.1, 2002, 26 p.

ANAC. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil n° 154**, 2009, 247 p.

AIRBUS. *A380 Airplane Characteristics*, Toulouse, 2009, 424 p.

AVIAÇÃO BRASIL. Singapore Airlines recebe o segundo Airbus A380, 2008. Disponível em: < http://www.aviacaobrasil.com.br/wp/noticias/noticias_online/Singapore_Airlines_recebe_o_segundo_Airbus_A380 >. Acesso em: 10 out. 2010.

BOEING. *747 Family*. Disponível em: < www.boeing.com >. Acesso em: 21 out. 2010.

DECEA. DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO . **Carta ADC-SBGL**, Rio de Janeiro, 2009.

EMIRATES. O Emirates A380, 2010. Disponível em: < http://www.emirates.com/ao/portuguese/about/environment/emirates_a380.aspx >. Acesso em: 10 out.2010.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). *Advisory Circular n°150/53-25-4B*, Washington, 2005, 42 p.

FRANCO, C.E. **Projeto Geométrico de Aeroportos**, Rio de Janeiro, RJ, maio 2004. Diretoria de Engenharia da Aeronáutica (DIRENG), 38 p.

GLOBO. Cumbica precisa de reformas para receber A380, diz Infraero. Disponível em: < http://g1.globo.com/Noticias/Economia_Negocios/0,,MUL211809-9356,00-CUMBICA+PRECISA+DE+REFORMAS+PARA+RECEBER+A+DIZ+INFRAERO.html >. Acesso em: 15 jul. 2010.

GOMES, A.F.; NOUTEL,E.D. **A380: Requisitos para viabilizar a operação comercial de passageiros no Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro, Maestro Antônio Carlos Jobim**, Brasília, DF, 2005, 83 p.

GOOGLE. Googlemaps. Disponível em: < www.maps.google.com >. Acesso em 21 out. 2010.

ICAO. *Aerodrome Design Manual – Part 2 taxiways, Aprons and Holding Bays*, 4. Ed. 2005, 153 p.

ICAO. *Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation*, 5. Ed. 2009, 233 p.

INFRAERO. Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro/Galeão. Disponível em: < www.infraero.gov.br/index.php/br/aeroportos/rio-de-janeiro/aeroporto-internacional-do-rio-de-janeiro.html >. Acesso em: 20 de jul. 2010.

OLIVEIRA, Alessandro. Regulação da oferta no transporte aéreo: do comportamento de operadoras em mercados liberalizados aos atritos que emergem da interface público-privado.

Revista de Literatura dos Transportes, São José dos Campos, n. 2, v.1, 2007. Disponível em: <www.relit.org.br>. Acesso em: 08 nov. 2010.

SINDICATO NACIONAL DOS AERONAUTAS. **Aeroclipping**, ano VII, n. 167, 2010. Disponível em: < <http://www.aeronautas.org.br/aeroclipping/478-aeroclipping-5o-feira-2-de-setembro-de-2010-ano-viii-no-167>>. Acesso em: 08 nov. 2010.

TAM. Frota. Disponível em: < http://tam.riweb.com.br/Tam/show.aspx?id_canal=1148 >. Acesso em: 21 out. 2010.

UOL, Maior avião comercial do mundo faz seu vôo de estréia entre Cingapura e Austrália, 2007. Disponível em: < <http://noticias.uol.com.br/ultnot/2007/10/24/ult23u663.jhtm> >. Acesso em: 21 out. 2010.

FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO			
1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO TC	2. DATA 18 de novembro de 2010	3. REGISTRO N° DCTA/ITA/TC-083/2010	4. N° DE PÁGINAS 65
5. TÍTULO E SUBTÍTULO: Impactos da operação do Airbus A-380 no Aeroporto Internacional do Galeão			
6. AUTOR(ES): Thiago Tadeu Jadir			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: Projeto de aeródromos; Aeroporto do Galeão; Airbus A-380; Comprimento de pistas de pouso e decolagem; Engenharia Civil-Aeronáutica.			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: Planejamento de aeroportos; Aeronaves de transporte gigantes; Pistas (de pouso e decolagem); Coordenadas; Infra-estrutura (transporte); Administração de transportes			
10. APRESENTAÇÃO: X Nacional Internacional ITA, São José dos Campos. Curso de Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica. Orientador: Cap. Eng. Ronaldo Gonçalves de Carvalho; co-orientador: Cap. Eng. Frank Cabral de Freitas Amaral. Publicado em 2010.			
11. RESUMO: O presente trabalho compreende o projeto de avaliação dos impactos da operação da aeronave A-380 no Aeroporto Internacional do Galeão, viabilidade técnica e mudanças necessárias para que a aeronave possa operar sem restrições. Para tal, foram estudados diversos documentos de órgãos envolvidos no transporte aéreo além de consultas a profissionais envolvidos no setor. O estudo avaliou o lado aéreo do Aeroporto e mostrou alterações necessárias para que a aeronave, o maior jato de passageiros existente na atualidade, possa operar sem restrições. A aeronave possui dimensões muito superiores aos aviões existentes e utilizados para aviação comercial. As principais mudanças recomendadas pelo estudo são as larguras das pistas para pouso e decolagem, larguras de pistas para taxiamento e sobrelarguras nas curvas. Além disso, novos pontos de abastecimento no pátio deverão ser instalados para se permitir operação da aeronave sem prejudicar o abastecimento em outras posições e as pontes telescópicas deverão passar por adaptações ou novas pontes deverão ser adquiridas.			
12. GRAU DE SIGILO: (X) OSTENSIVO () RESERVADO () CONFIDENCIAL () SECRETO			