

***INSTITUTO TECNOLÓGICO DE  
AERONÁUTICA***



Marcos Roberto Eurich

Análise da operação de aeronaves VLCT em  
aeroportos brasileiros: Guarulhos e Galeão

*Trabalho de Graduação*  
2008

***Infra***

Marcos Roberto Eurich

**Análise da operação de Aeronaves VLCT em  
aeroportos brasileiros: Guarulhos e Galeão**

Orientador

Prof. Dr. Cláudio Jorge Pinto Alves (ITA)

**Divisão de Engenharia Civil-Aeronáutica**

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

COMANDO-GERAL DE TECNOLOGIA AEROESPACIAL

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2008

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

**Divisão Biblioteca Central do ITA/CTA**

Eurich, Marcos Roberto

Análise da operação de aeronaves VLCT em aeroportos brasileiros: Guarulhos e Galeão / Marcos

Roberto Eurich

São José dos Campos, 2008.

099f.

Trabalho de Graduação – Divisão de Engenharia Civil-Aeronáutica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2008. Orientador: Prof. Dr. Cláudio Jorge Pinto Alves

1. NLA. 2. A380. 3. AISP/GRU. 4. AIRJ/GIG. I. Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Divisão de Engenharia Civil-Aeronáutica. II. Título

**REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

EURICH, Marcos Roberto. **Análise da operação de aeronaves VLCT em aeroportos brasileiros: Guarulhos e Galeão**. 2008. 99f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

**CESSÃO DE DIREITOS**

NOME DO AUTOR: Marcos Roberto Eurich

TÍTULO DO TRABALHO: Análise da operação de aeronaves VLCT em aeroportos brasileiros: Guarulhos e Galeão

TIPO DO TRABALHO/ANO: Graduação / 2007

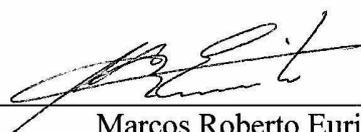
É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida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



Marcos Roberto Eurich  
Rua Estocolmo, 1292 - Sta. Luzia  
89.802-971 - Chapecó - SC

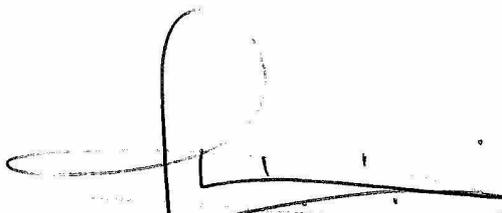
**Análise da operação de aeronaves VLCT em aeroportos brasileiros:  
Guarulhos e Galeão**

Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação



---

Marcos Roberto Eurich  
Autor



---

Prof. Dr. Cláudio Jorge Pinto Alves (ITA)  
Orientador



---

Profa. Dra. Íria Fernandes Vendrame  
Coordenadora do Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

São José dos Campos, 12 de novembro de 2008

## DEDICATÓRIA

*“Ao meu país que, por meio  
da educação gratuita, me fez  
crescer”*

Ozires Silva

## AGRADECIMENTOS

A Deus que, por meio de sua infinita sabedoria, conduziu-me nesta caminhada e mostrou-me o verdadeiro significado de perseverança.

Ao meu pai, por ter me ensinado a nunca perder o otimismo e que, embora tenha partido sem ter visto a realização deste sonho, sei estar orgulhoso neste momento.

À minha mãe, sempre guerreira, pela sua esmerada preocupação com minha formação moral e intelectual e meu preparo para o futuro desde cedo.

Ao meu irmão, parceiro nas grandes dificuldades, por ser alguém com quem posso contar sempre.

À minha noiva, Roberta, que esteve ao meu lado durante todo o tempo de curso, apoiando-me nas horas difíceis, dividindo tristezas e multiplicando alegrias.

Ao meu orientador Prof. Dr. Cláudio Jorge Pinto Alves, pela disponibilidade e atenção dedicada à elaboração deste trabalho.

Aos professores e funcionários do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, companheiros de jornada, pela impagável contribuição na minha formação como engenheiro.

E àqueles que, graças a seus esforços, contribuíram sobremaneira na realização deste trabalho: Eng<sup>o</sup> Ricardo José da Rosa Rodrigues - Assessor da Diretoria de Operações da INFRAERO, José Wilson Bastos de Souza Massa - Superintendente do AIRJ, Arq. Alfredo Walter Vignoles Leal - Coordenador de Engenharia - GLEG-INFRAERO/AIRJ, Eng<sup>o</sup> Jiro Hashizume - Gerente Regional de Engenharia - EGGR-INFRAERO.

***“A mente que se abre a uma nova idéia  
jamais voltará ao seu tamanho original”***  
Albert Einstein

## **RESUMO**

O presente trabalho tem por objetivo fazer uma análise de viabilidade de operação de aeronaves classificadas como NLA nos aeroportos internacionais de São Paulo e Rio de Janeiro. Esta análise tem como objeto de estudo a geometria do lado aéreo - análise comparativa entre as recomendações da FAA, ICAO e AACG para este tipo de aeronave e a configuração existente - e as instalações do lado terrestre - análise dos terminais de passageiros com base na utilização do Método MMS (momento máximo de solicitação) e sua posterior comparação com a infra-estrutura disponível nos aeroportos em questão.

## **ABSTRACT**

The present work has for objective to make a viability analysis of operation of classified aircraft as NLA in the international airports of São Paulo and Rio de Janeiro. This analysis has as study object the geometry of the aerial side - comparative analysis between the recommendations of the FAA, ICAO and AACG for this type of aircraft and the existing configuration - and the facilities of the terrestrial side - analysis of the passengers terminals based on the use of Method MMS (maximum moment of request) and its posterior comparison with the available infrastructure in the referred airports.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. Motivação .....	13
1.2. Objetivos.....	14
2. O TRANSPORTE AÉREO INTERNACIONAL NO BRASIL .....	16
3. O A380 .....	20
3.1. Classificação.....	22
3.1.1. Classificação ICAO .....	24
3.1.2. Classificação FAA.....	24
3.2. Configurações recomendadas para operação do A380.....	25
3.2.1. Lado aéreo .....	26
3.2.2. Lado terrestre.....	42
4. AEROPORTO ANDRÉ FRANCO MONTORO - GUARULHOS.....	63
4.1. Lado aéreo .....	65
4.1.1. Pista e acostamentos .....	65
4.1.2. Taxiways e acostamentos .....	66
4.1.3. Separação entre pista e taxiway.....	67
4.1.4. Pátio e serviços de apoio .....	67
4.2. Lado terrestre.....	68
4.2.1. Terminal de passageiros .....	69
5. AEROPORTO ANTÔNIO CARLOS JOBIM - RIO DE JANEIRO .....	74
5.1. Lado aéreo .....	76
5.1.1. Pista e acostamentos .....	76
5.1.2. Taxiway e acostamentos.....	77
5.1.3. Separação entre pista e taxiway.....	77
5.1.4. Pátio e serviços de apoio .....	78
5.2. Lado terrestre.....	78
5.2.1. Terminal de passageiros .....	79
6. FLEXIBILIZAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES DA ICAO E FAA.....	84
7. VIABILIDADE DE OPERAÇÃO DO A380: AISP/GRU E AIRJ/GIG .....	88
8. CONCLUSÕES.....	93
9. REFERÊNCIAS .....	96

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Estimativa para o Tráfego Internacional de Passageiros no AISP/GRU e no AIRJ/GIG. ....	19
Tabela 2 - Características de <i>Performance</i> do A380.....	22
Tabela 3 - Parâmetros para Classificação dos Aeroportos. ....	23
Tabela 4 - Padrões ICAO de Classificação de Aeródromos.....	24
Tabela 5 - Padrões FAA de Classificação de Aeródromos. ....	25
Tabela 6 - Principais Aeroportos que operam com o A380 - Características.....	31
Tabela 7- Valores de PCN para os aeroportos AISP/GRU e AIRJ/GIG. ....	35
Tabela 8 - Comparativo ACN-PCN. ....	35
Tabela 9 - Tempo estimado de embarque de acordo com a lotação e intervalo entre passageiros embarcados.....	40
Tabela 10 - Índices para dimensionamento da área de <i>check-in</i> . ....	44
Tabela 11 - Resultados encontrados pela aplicação do MMS - <i>check-in</i> . ....	46
Tabela 12 - Resultados encontrados pela aplicação do MMS - Área de Vistoria de Passaportes. ....	48
Tabela 13 - Resultados encontrados pela aplicação do MMS - Área de Vistoria de Segurança. ....	50
Tabela 14 - Determinação da capacidade da sala de pré-embarque. ....	53
Tabela 15 - Índices de dimensionamento de salas de pré-embarque.....	55
Tabela 16 - Parâmetros para determinação do número de assentos na sala de embarque.....	55
Tabela 17 - Resultados encontrados pela aplicação do MMS - Imigração. ....	56
Tabela 18 - Resultados encontrados pela aplicação do MMS - Área de Restituição de Bagagens.....	59
Tabela 19 - Resultados encontrados pela aplicação do MMS - Área de Alfândega. ....	62
Tabela 20 - Considerações de separação entre aeronaves para o A380. ....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Número de Passageiros Transportados pela Lufthansa e pela Air France.....	14
Figura 2 - Participação das Empresas na Demanda Internacional de Transporte Aéreo.....	17
Figura 3 - Situação da Demanda do Transporte Aéreo Internacional nos Últimos Dez Anos.	17
Figura 4 - Movimento de Aeronaves no AISP/GRU e no AIRJ/GIG nos Últimos Cinco Anos. .....	18
Figura 5 - Movimento de Passageiros no AISP/GRU e no AIRJ/GIG nos Últimos Cinco Anos. .....	18
Figura 6 - Dimensões do A380.....	21
Figura 7 - Ábaco Alcance x Carga Paga do A380.....	27
Figura 8 - Ábaco Comprimento de Pista x Peso de Decolagem.....	27
Figura 9 - Ábaco Peso Bruto de Aterrissagem x Comprimento de Pista para Pouso.....	28
Figura 10 - Ábaco para a determinação do ACN / Pavimento Flexível - A380.....	34
Figura 11- Ábaco para a determinação do ACN / Pavimento Rígido - A380.....	34
Figura 12 - Requisitos para a largura de pista e acostamentos para o A380.....	36
Figura 13 - Áreas de Risco para os Motores - Ingestão e Exaustão .....	37
Figura 14 - Separação entre pista de pouso e decolagem e pista de táxi paralela. ....	39
Figura 15 - Configuração dos equipamentos para execução dos serviços de rampa.....	41
Figura 16 - Configuração considerada para o dimensionamento da área de check-in. ....	45
Figura 17 - Curvas de chegada de passageiros e atendimento no <i>check-in</i> (acumulado).....	47
Figura 18 - Curvas de chegada de passageiros e atendimento na AVS (acumulado). ....	51
Figura 19 - Variação no número acumulado de passageiros na sala de pré-embarque. ....	54
Figura 20 - Curvas de chegada de passageiros e atendimento na imigração (acumulado). ....	57
Figura 21 - Curva do número acumulado de passageiros na ARB.....	60
Figura 22 - Vista aérea do AISP/GRU .....	64
Figura 23 - Vista aérea do AIRJ/GIG.....	75

## LISTA DE SIGLAS

AACG	<i>A380 Airport Compatibility Group</i>
ACN	<i>Aircraft Condition Number</i>
AISP/GRU	Aeroporto Internacional de São Paulo / Guarulhos
AIRJ/GIG	Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro / Galeão
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ARB	Área de Restituição de Bagagens
AVP	Área de Vistoria de Passaportes
AVS	Área de Vistoria de Segurança
CBR	<i>California Bearing Ratio</i> / Índice de Suporte Califórnia
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FOD	<i>Foreign Object Damage</i>
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>
MMS	Momento Máximo de Solicitação
NLA	<i>New Large Aircraft</i>
PAX	Passageiro(s)
PCN	<i>Pavement Condition Number</i>
PMD	Peso Máximo de Decolagem
SNEA	Sindicato Nacional das Empresas Aeroviárias
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
TPS	Terminal de Passageiros
VLCT	<i>Very Large Commercial Transport</i>

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Motivação

Nos últimos anos, as discussões sobre a introdução e operação das *New Large Aircrafts* (NLA) no transporte aéreo mundial têm tomado proporções consideráveis. Segundo ASHFORD (1997), este fato se deve à crescente deficiência nos *slots*<sup>1</sup> de pista nos aeroportos de maior movimento e à existência de rotas cuja demanda requer aeronaves maiores que o Boeing 747-400.

Outro ponto de discussão tem sido as arquiteturas de rede esperadas para o futuro, pois essas servirão de cenário para distintos modelos de negócio para as companhias aéreas. De acordo com RIBEIRO (2007), existem dois tipos de arquiteturas, a saber:

- Redes **Hub and Spokes** nas quais as ligações entre dois quaisquer pontos se realizam por intermédio da passagem por um ponto central da rede (hub).
- Redes **Point to Point** em que prevalecem as ligações diretas entre aeroportos.

Aqui, é importante destacar que os tipos de rede anteriormente descritos podem existir simultaneamente, porém pode existir predominância de um tipo de arquitetura sobre o outro. Justamente neste ponto, existem duas vertentes distintas: A BOEING, com o 787 *Dreamliner*, mais apropriado para operar rotas em arquiteturas ponto-a-ponto e a AIRBUS, com o A380, mais indicado para operações em redes em que haja a presença de um ponto central (*hub*).

A AIRBUS acredita que com o tráfego de passageiros crescendo por volta de 5% ao ano, nos próximos 20 anos, as NLA atingirão aproximadamente 3.400 vôos diários, operando em 200 aeroportos em todo o mundo, e 70% dos vôos estarão concentrados em apenas 25 aeroportos. Mesmo com desenvolvimentos planejados de infra-estrutura, os aeroportos dificilmente comportarão vôos adicionais e as empresas aéreas procurarão usar aeronaves maiores - tais como o A380 - em um número crescente de rotas. As restrições físicas ao crescimento dos aeroportos, especialmente nos maiores, aumentarão a demanda

---

<sup>1</sup> Slots são intervalos de tempo que uma aeronave tem para operar na pista, seja no pouso ou decolagem.

pelo A380. RIBEIRO (2007) ainda afirma: “A AIRBUS considera que a combinação de arquiteturas Hub and Spokes com reduções de custos de 20% por passageiro serão suficientes para transformar o A380 no avião de longo curso preferido”.

Deste modo, acreditando no cenário proposto pela AIRBUS, companhias aéreas como, por exemplo, Air France e Lufthansa confirmaram pedidos de compra do A380. Segundo a INFRAERO, estas companhias aéreas já demonstraram interesse em usar o A380 em rotas que incluam o Brasil. Isto porque o crescimento do número de passageiros transportados pela Air France e pela Lufthansa em rotas Brasil - Europa vem se acentuando nos últimos anos e reforça a questão da operação de NLA nos principais aeroportos internacionais do país, como se pode observar na Figura 1:

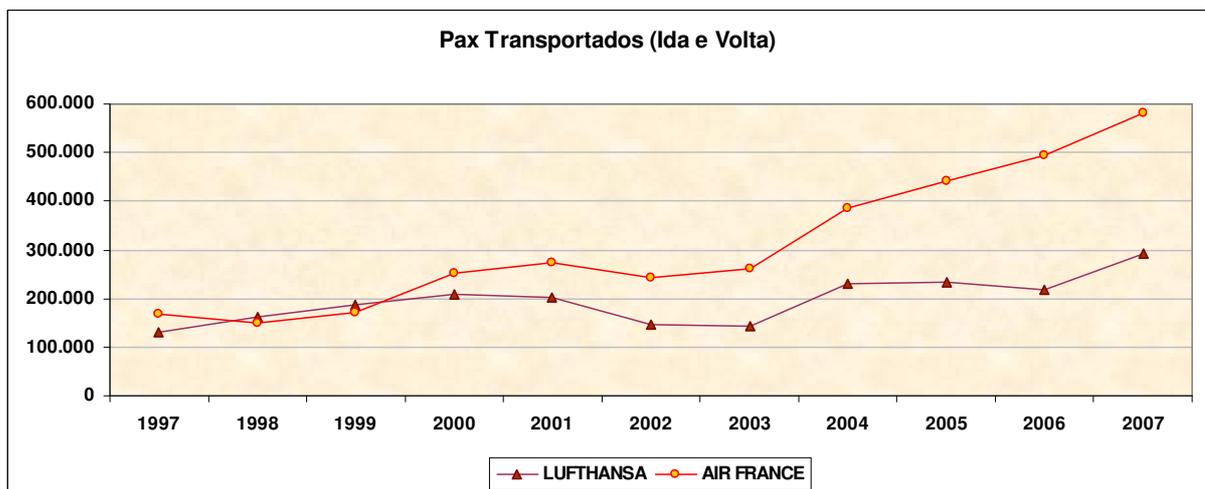


Figura 1 - Número de Passageiros Transportados pela Lufthansa e pela Air France.  
Fonte: Anuário Estatístico do Transporte Aéreo - ANAC, 2008a.

## 1.2. Objetivos

Desta forma, este trabalho tem por objetivo fazer um estudo de viabilidade de operação de aeronaves NLA com respeito à infra-estrutura dos lados aéreo e terrestre existente nos principais aeroportos internacionais do Brasil: o Aeroporto Internacional de São Paulo - AISP/GRU e o Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro - AIRJ/GIG.

Este estudo de viabilidade abrange uma prévia classificação do A380 de acordo com os requisitos da ICAO e da FAA e a determinação das configurações

aeroportuárias - comprimento e largura da pista de pouso/decolagem, largura da pista de rolamento, capacidade de suporte dos pavimentos destas áreas às cargas de roda solicitantes, número necessário de pontes de embarque e geometria das instalações de processamento de passageiros no TPS - mínimas necessárias para suportar operações deste tipo de aeronave, tendo como base as recomendações de instituições regulamentadoras e literatura disponível. A partir daí, pretende-se analisar as configurações geométricas do lado aéreo e terminal de passageiros já existentes dos dois aeroportos anteriormente mencionados e compará-las com as encontradas, de modo a levantar possíveis “gargalos” bem como a forma de mitigá-los.

## 2. O TRANSPORTE AÉREO INTERNACIONAL NO BRASIL

O transporte aéreo - seja de passageiros, cargas ou mala postal - de um modo geral, é bastante suscetível às oscilações na conjuntura econômica. Desta forma, variações de renda das famílias, tributação, preços de insumos, como por exemplo o combustível, ou a entrada de novas concorrentes no mercado, tornam o setor aéreo bastante competitivo. E este cenário torna-se ainda mais dinâmico quando se trata do tráfego aéreo internacional.

A crescente globalização e a busca por novos mercados favorecem a criação de novas rotas internacionais, as quais são amparadas legalmente pela política de acordos bilaterais entre os países origem-destino dos vôos. Sob o ponto de vista mercadológico, isto significa competição internacional entre empresas aéreas. Entretanto, as companhias brasileiras ainda não estão suficientemente estruturadas para buscar a igualdade de oportunidades preconizada no acordo.

Segundo o SNEA (2008a), bastante notórias também são as desvantagens oriundas das diferenças nos chamados “ambientes de negócios” em que operam as transportadoras brasileiras e suas congêneres estrangeiras. É o conhecido “Custo Brasil”, o qual engloba uma diversidade de fatores, tais como carga tributária, custo dos principais insumos, alto custo de capitais, dificuldades de importação de equipamento, componentes e materiais, etc.

Além dessas desvantagens, somam-se nos últimos anos, as grandes dificuldades que afetaram a então maior transportadora brasileira - a VARIG, bem como o colapso de outra transportadora brasileira de menor porte - a BRA, que também atuava no mercado internacional. Por conseqüência, acentuou-se ainda mais a queda na participação das empresas brasileiras na demanda por transporte aéreo internacional, como se pode observar na Figura 2.

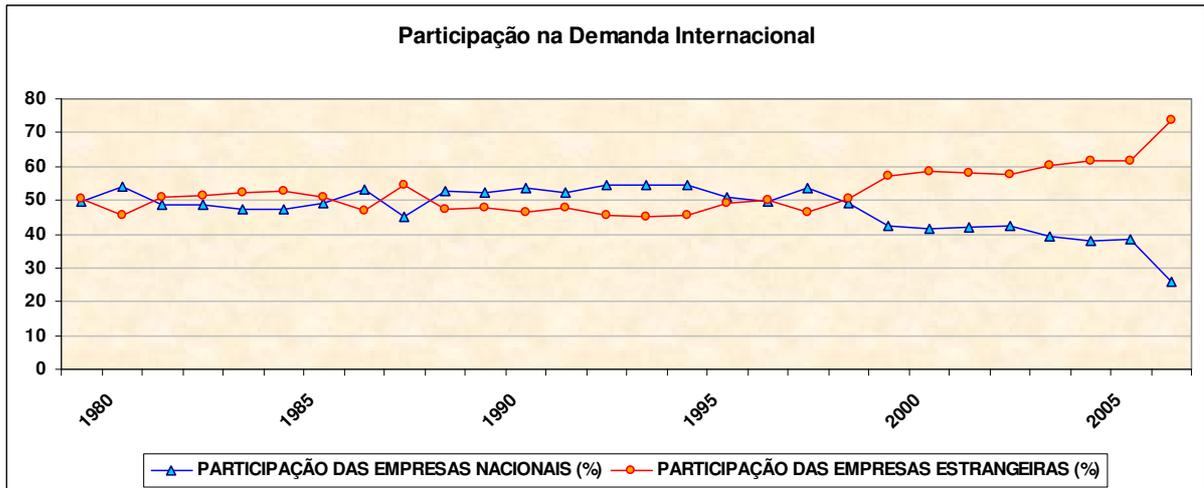


Figura 2 - Participação das Empresas na Demanda Internacional de Transporte Aéreo.

Fonte: Anuários do Transporte Aéreo - Dados Estatísticos e Econômicos - Vol. I e II - ANAC (1979 a 2006).

Conforme o Anuário Estatístico do Transporte Aéreo do ano de 2007, o transporte internacional de passageiros vinha apresentando um crescimento moderado a partir do ano de 2003 até a saída da VARIG do mercado em 2006. Com isso, ocorreu uma expressiva retração do tráfego internacional no que tange ao número de vôos, uma vez que várias rotas deixaram de ser operadas pela companhia. A seguir, pode-se observar na Figura 3, a evolução da demanda brasileira pelo transporte aéreo internacional ao longo dos últimos dez anos:



Figura 3 - Situação da Demanda do Transporte Aéreo Internacional nos Últimos Dez Anos.

Fonte: Anuário Estatístico do Transporte Aéreo - ANAC, 2008.

Ainda, de modo a fazer uma análise ainda mais específica da evolução da demanda brasileira por transporte aéreo internacional, faz-se necessária uma avaliação do movimento de passageiros e aeronaves nos dois aeroportos foco de estudo deste trabalho: o

Aeroporto Internacional de São Paulo - AISP / GRU - localizado em Guarulhos/SP e o Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro - AIRJ / GIG - localizado na cidade do Rio de Janeiro/RJ.

O movimento de aeronaves nos últimos cinco anos sofreu um expressivo decréscimo causado pela interrupção - quase total - das operações internacionais da VARIG em 2006. Esta queda pode ser observada na Figura 4. Já na Figura 5, pode-se perceber um decréscimo no número de passageiros (embarcados + desembarcados) no mesmo ano, entretanto em 2007 houve uma retomada do crescimento destes números.

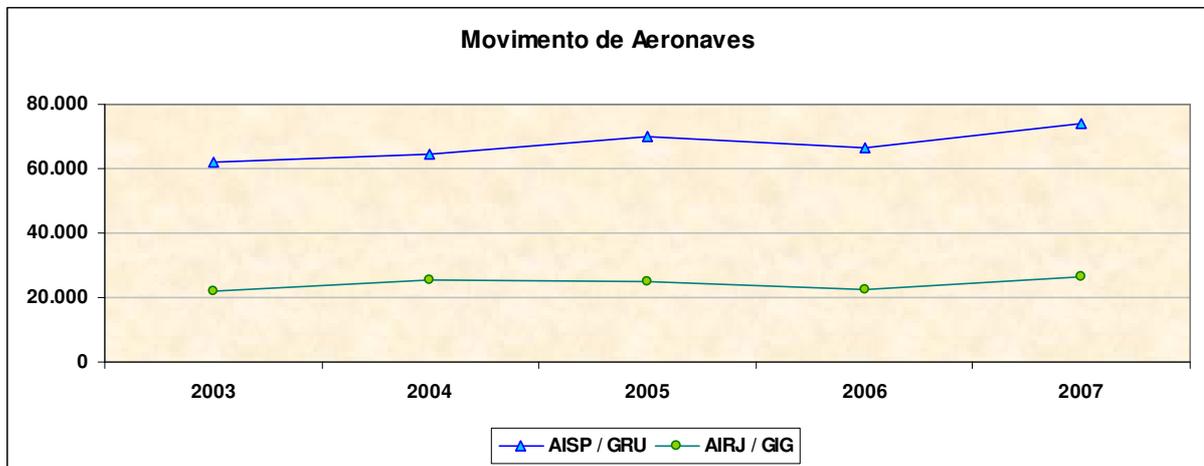


Figura 4 - Movimento de Aeronaves no AISP/GRU e no AIRJ/GIG nos Últimos Cinco Anos.  
Fonte: INFRAERO, 2008.

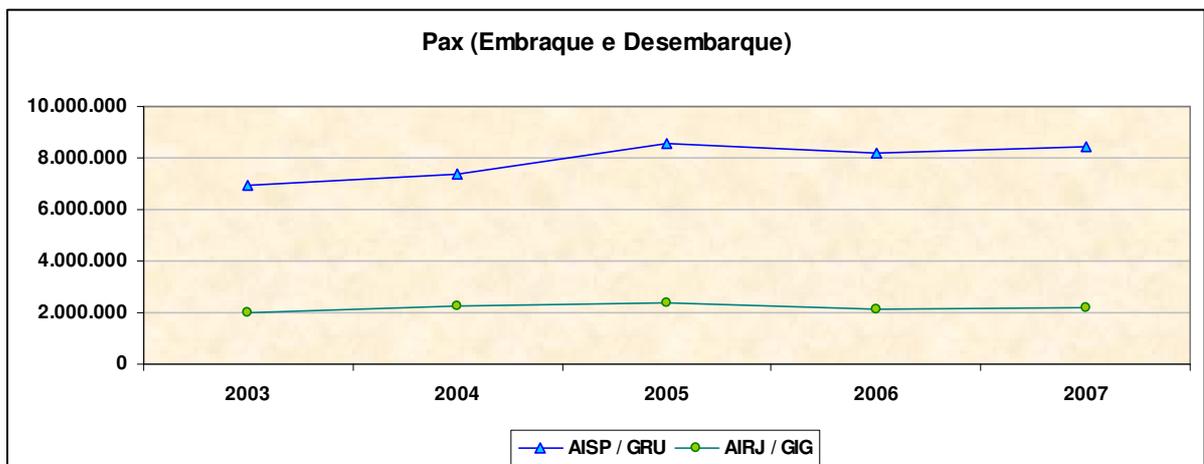


Figura 5 - Movimento de Passageiros no AISP/GRU e no AIRJ/GIG nos Últimos Cinco Anos.  
Fonte: INFRAERO, 2008.

Para o futuro, a expectativa é de retomada no crescimento deste setor no que se relaciona à movimentação internacional no AISP/GRU e AIRJ/GIG. Esta expectativa é ratificada pelas previsões do IAC (2005). No entanto, faz-se necessária uma análise um pouco mais conservadora dos dados fornecidos, pois com o declínio do número de vôos internacionais operados pela VARIG, estes valores tornaram-se superdimensionados. As estimativas para os anos de 2010, 2015 e 2025 estão na Tabela 1:

Tabela 1 - Estimativa para o Tráfego Internacional de Passageiros no AISP/GRU e no AIRJ/GIG.  
Fonte: Demanda Detalhada dos Aeroportos Brasileiros Vol.1 - IAC, 2005.

ANO	AISP / GRU			AIRJ / GIG		
	Pessimista	Média	Otimista	Pessimista	Média	Otimista
2010	10.779.071	12.274.992	13.769.453	3.238.082	3.702.709	4.168.685
2015	14.508.628	16.621.670	18.732.560	4.394.442	5.056.228	5.720.020
2025	23.644.128	27.766.808	31.885.303	7.255.750	8.564.479	9.878.077

### 3. O A380

O A380 é o maior avião comercial de passageiros já construído, e foi desenvolvido em resposta aos crescentes problemas de congestionamento em aeroportos e sistemas de controle de tráfego aéreo devido ao grande número de operações de aeronaves.

Porém, a utilização de aeronaves tipo NLA requer mudanças na infraestrutura dos aeroportos, os quais precisam adequar-se aos novos requisitos necessários para operações de aeronaves de grande porte. O A380, por exemplo, possui configuração em dois andares em toda a sua extensão e, deste modo, requer formas mais eficientes para embarque e desembarque dos 555<sup>2</sup> passageiros. Além disso, suas dimensões - as quais podem ser observadas na Figura 6 - podem implicar alterações na geometria das pistas, *taxiways*, pátios e o redimensionamento dos serviços de apoio prestados à aeronave em solo.

Outra questão bastante discutida atualmente é a adequação do terminal de passageiros aos requisitos mínimos para se oferecer um nível adequado de serviços aos passageiros do A380 enquanto usuários das instalações aeroportuárias. Balcões para *check-in*, salas de espera, áreas de restituição de bagagens, e outras instalações devem ser cuidadosamente analisadas de modo a se evitar desconfortos quanto à concentração de passageiros no momento das operações de pré-embarque e pós-desembarque da aeronave.

---

<sup>2</sup> Número de passageiros da versão três classes.

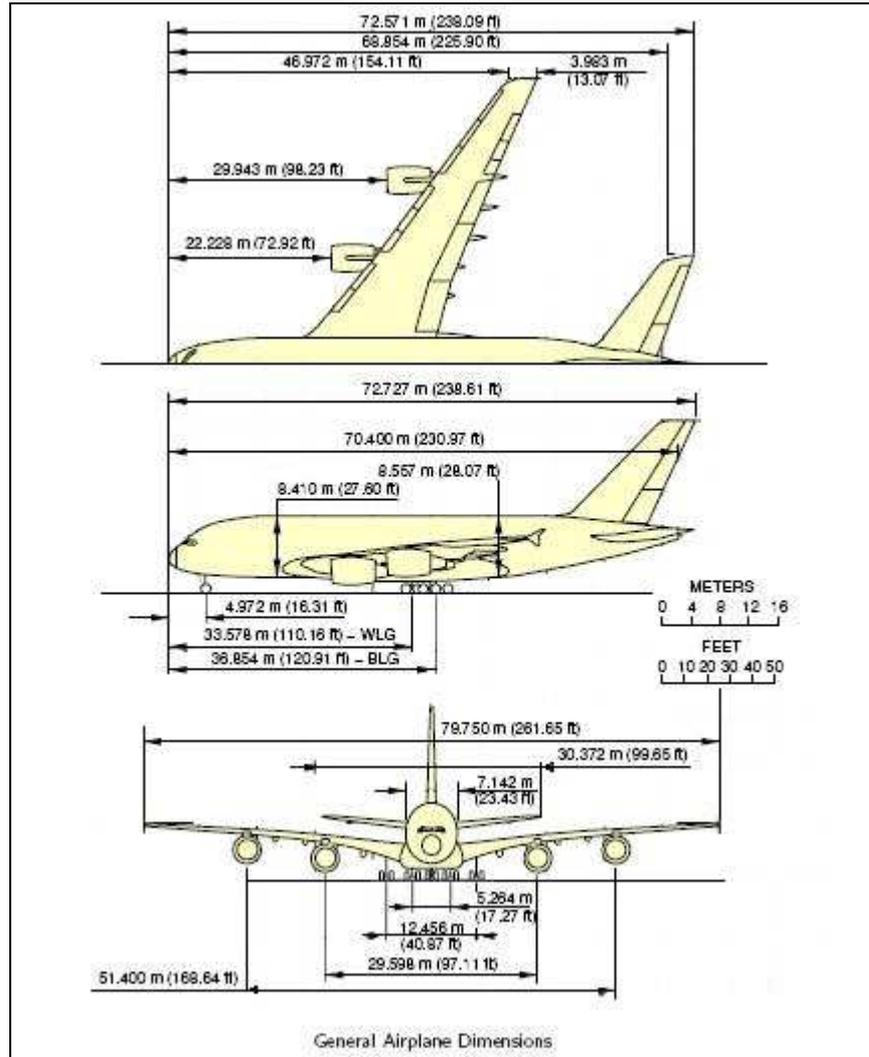


Figura 6 - Dimensões do A380.  
Fonte: AIRBUS, 2008.

Um fator que não deve ser desconsiderado ao se analisar a viabilidade de operação do A380 nos aeroportos brasileiros é a questão das características de *performance*. Dependendo das rotas a serem operadas, será necessária a adequação do comprimento de pista aos requisitos operacionais da aeronave, os quais dependem basicamente das características contidas na Tabela 2 e nas curvas de desempenho fornecidas pelo fabricante. Mais adiante, abordar-se-á este assunto na determinação do comprimento de pista necessário para a operação do A380 no Aeroporto Internacional de Guarulhos e no Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro.

Tabela 2 - Características de *Performance* do A380.  
 Fonte: AIRBUS, 2008

Modelo da Aeronave		A380-841	A380-861
Motores		TRENT 970	GP 7270
Peso Estrutural Máximo	kg	562.000	562.000
	lb	1.238.998	1.238.998
Peso Máximo de Decolagem	kg	560.000	560.000
	lb	1.234.588	1.234.588
Peso Máximo de Aterrissagem	kg	386.000	386.000
	lb	850.984	850.984
Peso Máximo Zero Combustível	kg	361.000	361.000
	lb	795.869	795.869
Peso Operacional Vazio	kg	270.015	270.281
	lb	595.281	595.868
Carga Paga Máxima	kg	90.985	90.718
	lb	200.587	199.999
Capacidade Máxima de Combustível	litros	310.000	310.000
	galões (USA)	81.893	81.893
	kg (d = 0,785 kg/L)	243.350	243.350

### 3.1. Classificação

De acordo com HORONJEFF & MCKELVEY (1983), um conhecimento geral da aeronave-tipo é essencial para o planejamento e projeto das instalações aeroportuárias. Deste modo existem características específicas de cada aeronave as quais determinam configurações tidas como indispensáveis para a operação da aeronave em questão. Por exemplo, o peso da aeronave é importante na definição da espessura e composição do pavimento da pista, *taxiways* e pátio bem como influi na determinação do comprimento de pista. O comprimento e envergadura afetam as configurações de pátio e terminal de passageiros bem como a geometria do lado aéreo no que tange a largura e espaçamento entre as vias de tráfego, raios de curvatura, entre outros.

Outra característica bastante importante atualmente é a capacidade da aeronave; o aumento do tamanho médio das aeronaves nos últimos anos reflete um aumento da concentração de passageiros nas instalações aeroportuárias e isto, por sua vez, reflete a necessidade de reconfiguração dos terminais de passageiros existentes para proporcionar um nível adequado de serviços aos usuários.

Assim, dependendo das características da maior aeronave que opera no aeroporto, este recebe um código de referência, o qual designa - de forma indireta - quais aeronaves podem operar neste aeroporto. Basicamente, este código depende dos seguintes parâmetros:

- a. Comprimento de referência da pista;
- b. Envergadura;
- c. Bitola<sup>3</sup>;
- d. Velocidade de aproximação;
- e. Peso máximo de decolagem (PMD);

Portanto, para se determinar as letras-códigos dos aeroportos que operarão com o A380, faz-se necessária a obtenção dos parâmetros supracitados da aeronave, juntamente com o comprimento de pista dos aeroportos, os quais se encontram na Tabela 3:

Tabela 3 - Parâmetros para Classificação dos Aeroportos.  
Fonte: INFRAERO / AIRBUS, 2008.

Comprimento de referência (m)		PMD (kg)	Envergadura (m)	Bitola (m)	Velocidade de aproximação <sup>4</sup> (kn)
GRU	3700	550.000	79,750	12,456	143
GIG	4000	560.000			

Não obstante, os aeroportos podem receber classificações segundo os padrões da ICAO (International Civil Aviation Organization) ou da FAA (Federal Aviation Administration). Segundo BARROS (2001), os padrões FAA são obrigatórios para certificação de aeroportos nos Estados Unidos, enquanto que os padrões ICAO são adotados pela maioria das autoridades aeronáuticas nos demais países. Ambos os padrões são bastante semelhantes e tentam facilitar o processo de planejamento e certificação dos aeroportos para operação de aeronaves.

<sup>3</sup> Bitola representa a distância entre os eixos dos trens de pouso principais de uma aeronave.

<sup>4</sup> Velocidade obtida do manual do fabricante, supondo-se o peso máximo de aterrissagem da aeronave (PMA = 386.000 kg).

### 3.1.1. Classificação ICAO

A classificação ICAO tem por base um código composto por um número e uma letra. O número depende do comprimento disponível da pista e a letra depende do tamanho da maior aeronave a operar no aeroporto em termos de bitola e envergadura.

Como se busca encontrar a nova classificação dos aeroportos internacionais André Franco Montoro (GRU) e Antônio Carlos Jobim (GIG), segundo os padrões da ICAO quando da operação do A380, faz-se necessário recorrer à Tabela 4, a qual tem como base o Anexo XIV - de 1999:

Tabela 4 - Padrões ICAO de Classificação de Aeródromos.  
Fonte: ICAO 1999.

Número-Código do Aeroporto	Comprimento de Referência - C (m)	Letra-Código do Aeroporto	Envergadura - E (m)	Bitola - B (m)
1	$C < 800$	A	$E < 15$	$B < 4,5$
2	$800 \leq C < 1200$	B	$15 \leq E < 24$	$4,5 \leq B < 6$
3	$1200 \leq C < 1800$	C	$24 \leq E < 36$	$6 \leq B < 9$
4	$C \geq 1800$	D	$36 \leq E < 52$	$9 \leq B < 14$
		E	$52 \leq E < 65$	$9 \leq B < 14$
		F	$65 \leq E < 80$	$14 \leq B < 16$

Assim, tem-se que, segundo a ICAO, os aeroportos GRU e GIG serão classificados como **4F** em caso de operação de aeronaves A380. Esta classificação possui importantes implicações, como se estudará mais adiante.

### 3.1.2. Classificação FAA

O modo de determinação do código FAA leva em consideração, em lugar do comprimento de referência da pista, a velocidade de aproximação da aeronave de projeto - neste caso o A380. Deste modo, a letra-código refere-se a esta velocidade ao passo que o algarismo romano relaciona-se à envergadura da aeronave.

A seguir, tem-se o quadro resumo dos parâmetros de classificação pelo método da FAA, como demonstra a Tabela 5:

Tabela 5 - Padrões FAA de Classificação de Aeródromos.  
Fonte: FAA 1989.

Categoria de aproximação	Velocidade de aproximação - V (kn)	Aeronave - Grupo	Envergadura - E (m)
A	$V < 91$	I	$E < 15$
B	$91 \leq V < 121$	II	$15 \leq E < 24$
C	$121 \leq V < 141$	III	$24 \leq E < 36$
D	$141 \leq V < 166$	IV	$36 \leq E < 52$
E	$V \geq 166$	V	$52 \leq E < 65$
		VI	$65 \leq E < 80$

Portanto, de acordo com os parâmetros de classificação FAA, pode-se perceber que, embora a velocidade de aproximação seja categoria D, o A380 é classificado como aeronave grupo VI. Desta forma, tanto pelos padrões da ICAO como da FAA, a aeronave requer configurações mínimas para operação em aeroportos, como se verá adiante.

### 3.2. Configurações recomendadas para operação do A380

Por se tratar da maior aeronave comercial de passageiros construída até o momento, o A380 requer configurações especiais, as quais muitos aeroportos em todo o mundo ainda não possuem. Assim, serão necessárias expansões e melhorias nas instalações daqueles que desejam comportar a operação das NLA, de modo a prover segurança quando da movimentação, bem como fornecer um nível adequado de serviços aos passageiros provenientes de operações de embarque e desembarque nestas aeronaves. Para facilitar a análise, dividiu-se o escopo dos requisitos necessários para a operação do A380 em duas partes: Lado aéreo e Lado terrestre.

### 3.2.1. Lado aéreo

Conforme BARROS (1994), o lado aéreo de um aeroporto é definido como o conjunto de pistas de pouso e de rolamento mais os pátios de aeronaves, onde estas estacionam para embarque e desembarque de carga e passageiros e/ou para manutenção. Desta forma, considerar-se-á, no processo de dimensionamento, cada item em particular, conforme a seguir:

#### 3.2.1.1. Pista e acostamentos

O mínimo requisito de infra-estrutura que permite uma aeronave pousar e decolar em um aeroporto específico é a pista, a qual deve ter comprimento, largura e capacidade de suporte suficientes para garantir operação segura e contínua da aeronave-tipo. Como o comprimento de pista depende da rota a ser operada, calcular-se-ão os comprimentos necessários para a operação do A380 com base nas principais rotas operadas pelas companhias aéreas que pretendem utilizar esta aeronave em seus vôos regulares para o Brasil. Essas rotas são: São Paulo (GRU) - Paris (CDG) / Rio de Janeiro (GIG) - Paris (CDG), operadas pela Air France, e São Paulo (GRU) - Frankfurt (FRA) / Rio de Janeiro (GIG) - Frankfurt (FRA), operadas pela Lufthansa.

A principal fonte de consulta para a determinação do comprimento de pista necessário são os ábacos de *performance* da aeronave-tipo, os quais podem ser vistos nas Figura 7, Figura 8 e Figura 9. Dependendo do alcance desejado para a aeronave e condições como carga paga (*payload*), temperatura e altitude locais obtêm-se o comprimento de pista necessário para a decolagem da aeronave. Também, deve-se calcular o comprimento de pista necessário para o pouso da mesma, considerando a situação crítica, a qual preconiza: peso máximo de aterrissagem e pista molhada.

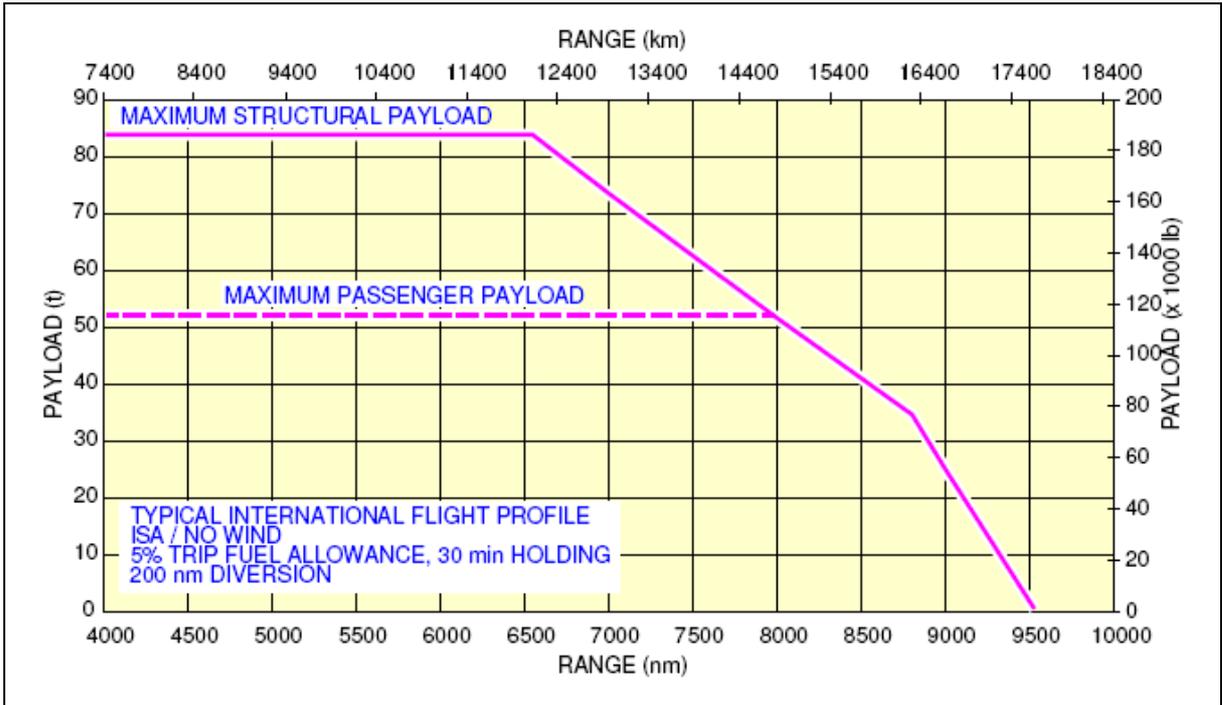


Figura 7 - Ábaco Alcance x Carga Paga do A380.  
 Fonte: AIRBUS, 2008.

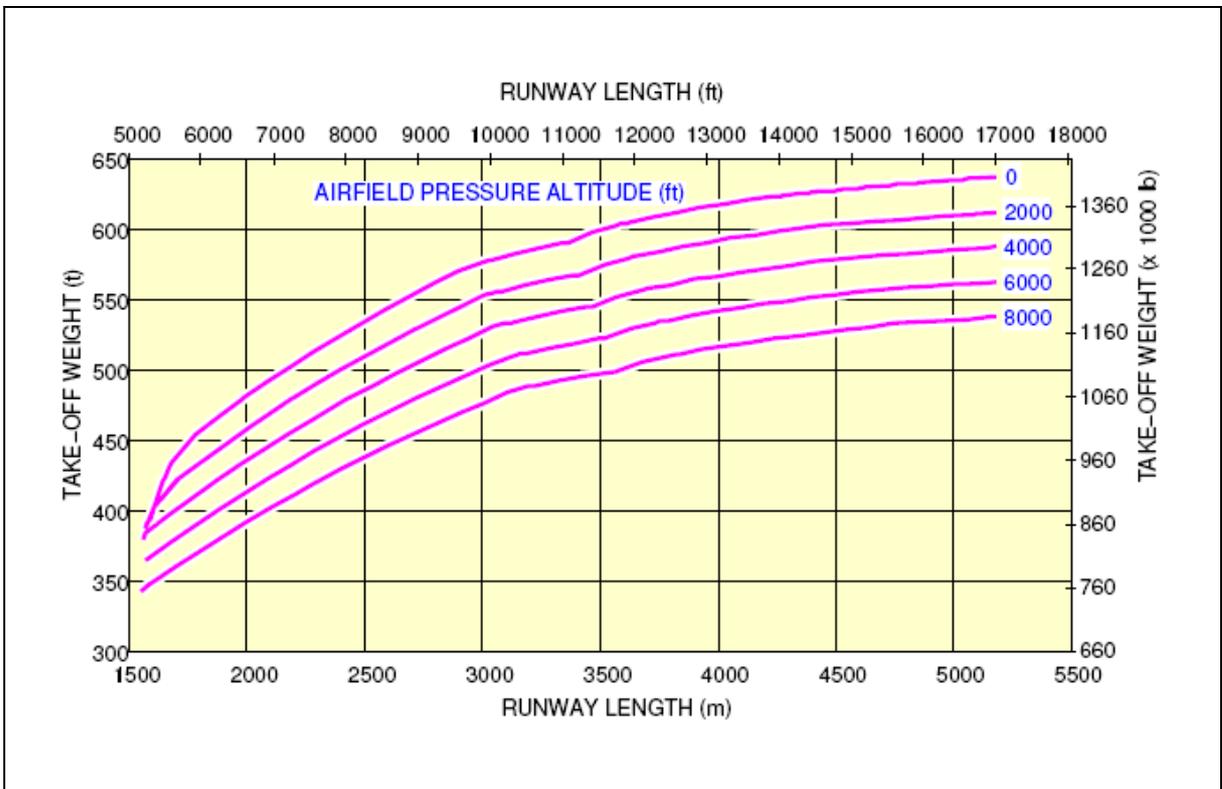


Figura 8 - Ábaco Comprimento de Pista x Peso de Decolagem  
 Fonte: AIRBUS, 2008.

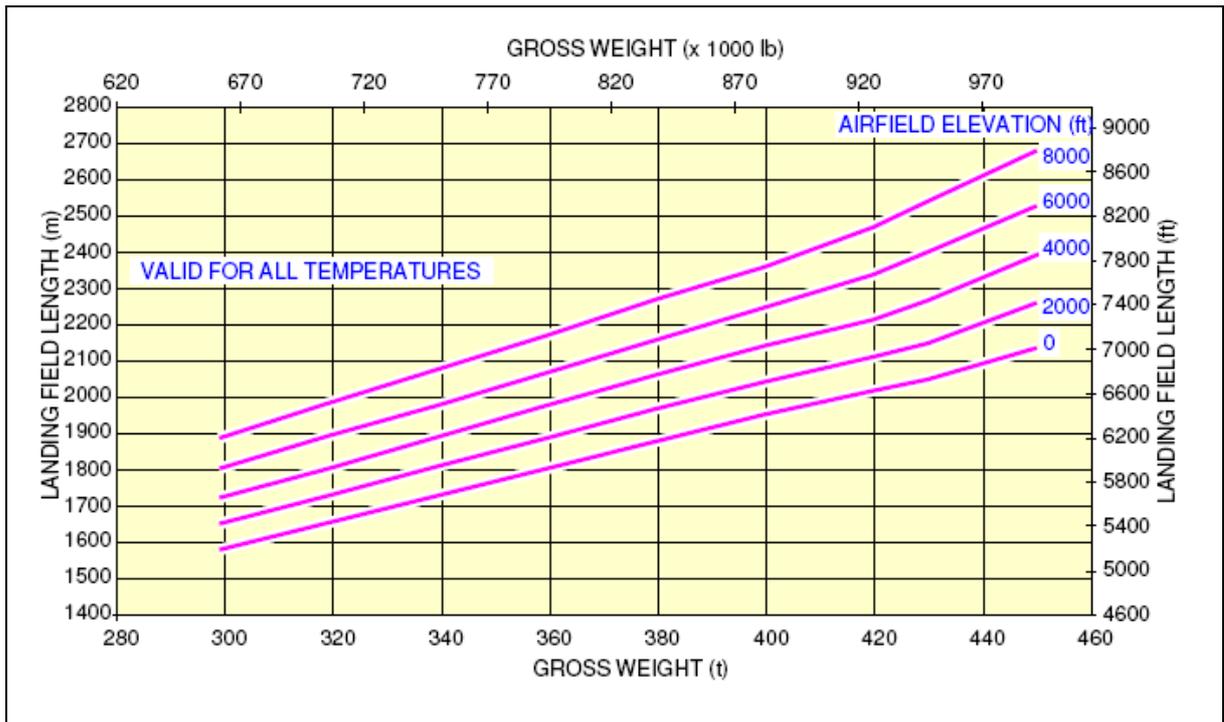


Figura 9 - Ábaco Peso Bruto de Aterrissagem x Comprimento de Pista para Pouso.  
Fonte: AIRBUS, 2008.

### Cálculo do comprimento de pista para o AISP / GRU:

Rota: São Paulo (GRU) - Paris (CDG)

Alcance: 9.380 km

Rota: São Paulo (GRU) - Frankfurt (FRA)

Alcance: 9.770 km

Altitude do AISP/GRU: 2.459 feet

Temperatura média de referência do AISP/GRU: 28°C - COMAER (2008)

Do ábaco da Figura 7, inserindo-se o valor de alcance igual a 9.770 km, tem-se que a carga paga referente a este valor é igual à carga paga máxima da aeronave:

- Carga paga  $\approx$  84.000 kg

Das características de *performance* do A380 (Tabela 2), têm-se os seguintes valores:

- Peso Operacional Vazio = 270.015 kg
- Peso Máximo de Decolagem = 560.000 kg

Assim, tem-se que o máximo de combustível que a aeronave pode receber de modo a não ultrapassar o peso máximo de decolagem é:

- Combustível:  $560.000 - 270.015 - 84.000 = 205.985$  kg

Utilizando a densidade do combustível fornecida na Tabela 2, é possível determinar a quantidade máxima de litros para abastecer a aeronave:

- Combustível:  $205.985 \text{ kg} \div 0,785 \text{ kg / L} = 262.400$  L

Ainda, faz-se necessário verificar o consumo da aeronave para a rota especificada, e este deve ser menor que a capacidade de combustível calculada anteriormente. De acordo com o fabricante, a autonomia de vôo do A380 é de 3L/pax/100km. Considerando a lotação máxima da aeronave (555 passageiros) tem-se:

- Autonomia:  $3\text{L/pax/100km} \cdot 555 \text{ pax} = 1.665 \text{ L/100km} = 16,65 \text{ L/km}$ .

Ao calcular-se o consumo estimado para a rota em questão (São Paulo (GRU) - Frankfurt (FRA)), tem-se:

- Consumo =  $16,65 \text{ L/km} \cdot 9.770 \text{ km} = 162.000$  L

Ademais, percebe-se que aeronave pode realizar o vôo para o trecho sem que seja necessário o abastecimento até atingir o peso máximo para a decolagem. Porém isso dependerá da rota alternativa adotada. O RBHA-91<sup>5</sup>, por exemplo, estabelece que para vôos IFR, os requisitos mínimos de combustível compreendem a ida da origem ao destino somada

---

<sup>5</sup> Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica Nº 91

à ida do destino para um destino alternativo além de 45 minutos de combustível reserva, bem como a consideração de ventos e condições meteorológicas.

Para se fazer a determinação do comprimento de pista necessário para a operação do A380 no AISP/GRU, optou-se por uma análise mais conservativa e considerou-se o peso máximo de decolagem como parâmetro a ser inserido no ábaco da Figura 8 e o valor encontrado para a altitude de aproximadamente 2.500 feet foi de:

- Comprimento de pista necessário: 3.600 m

Ainda, o ábaco fornecido pelo fabricante encontra-se nas condições ISA<sup>6</sup>, a qual preconiza, entre outras considerações, a temperatura ambiente de 10,4°C. Como a temperatura no AISP/GRU a ser considerada é de 28°C, deve-se efetuar a correção do comprimento necessário para a operação do A380.

Segundo o anexo XIV da ICAO, a taxa de correção do comprimento de pista, de acordo com a temperatura, é de 1% para cada °C excedente. Deste modo, tem-se:

- Correção do comprimento de pista:  $3.600 \text{ m} \times 18\% = 648 \text{ m}$ .

Por fim, o comprimento corrigido necessário para a operação do A380 no AISP/GRU é de:

- **Comprimento de pista necessário corrigido:  $3.600 \text{ m} + 648 \text{ m} \approx 4.300 \text{ m}$ .**

Assim, como verificação do comprimento encontrado, supondo um peso máximo de aterrissagem de 386.000 kg, encontra-se - a partir do ábaco da Figura 9, o comprimento necessário para aterrissagem de aproximadamente 2.000 m. Logo, o comprimento recomendado para o AISP/GRU quando da operação do A380 é de 4.300m.

Em princípio, o valor encontrado para o comprimento de pista necessário para a operação do A380 parece um tanto superdimensionado. No entanto, seguem na Tabela

---

<sup>6</sup> Internacional Standard Atmosphere - ICAO

6 os principais aeroportos que já operam com o A380, seus respectivos comprimentos de referência da pista e as altitudes médias. Uma característica comum a todos é o comprimento de pista em torno dos 4.000 m e a baixa altitude média.

Tabela 6 - Principais Aeroportos que operam com o A380 - Características  
Fonte: WIKIPEDIA, 2008.

Aeroporto	Localidade	Comprimento de pista (m)	Altitude média (ft)
Sydney - SYD	Austrália	3.968	19
Changi - SIN	Cingapura	4.000	22
Heathrow - LHR	Inglaterra	3.902	83
New York - JFK	Estados Unidos	4.442	13
Dubai - DXB	Emirados Árabes	4.000	62
Frankfurt - FRA	Alemanha	4.000	111
Paris - CDG	França	4.215	392
Tokyo - NRT	Japão	4.000	141
Beijing - PEK	China	3.800	116

Por outro lado, supondo que a pista de Guarulhos mantenha sua extensão original (já corrigida em 18% devido à altitude) de 3.700 m, ela deve possuir aproximadamente 3.100 m nas condições do ábaco fornecido pela fabricante. Deste modo, por este ábaco, o peso bruto de decolagem fica restrito a 550.000 kg e, deste valor, descontando-se o peso operacional vazio de 270.015 kg, têm-se aproximadamente 280.000 kg disponíveis para utilização com carga paga e combustível.

### **Cálculo do comprimento de pista para o AIRJ / GIG**

Rota: Rio de Janeiro (GIG) - Paris (CDG)

Alcance: 9.162 km

Rota: Rio de Janeiro (GIG) - Frankfurt (FRA)

Alcance: 9.543 km

Altitude do AIRJ/GIG: 28 feet

Temperatura média de referência do AIRJ/GIG: 31,9 °C - COMAER (2008)

Executando o processo de determinação do comprimento de pista de forma análoga ao apresentado para o AISP /GRU, tem-se:

- Carga paga  $\approx 84.000$  kg
- Peso Operacional Vazio = 270.015 kg
- Peso Máximo de Decolagem = 560.000 kg
- Combustível:  $205.985 \text{ kg} \div 0,785 \text{ kg / L} = 262.400 \text{ L}$
- Autonomia:  $3\text{L/pax}/100\text{km} \cdot 555 \text{ pax} = 1.665 \text{ L}/100\text{km} = 16,65 \text{ L/km}$ .
- Consumo =  $16,65 \text{ L/km} \cdot 9.543 \text{ km} = 158.890 \text{ L}$
- Comprimento de pista necessário: 2.800 m
- Correção do comprimento de pista:  $2.800 \text{ m} \cdot 17\% = 476 \text{ m}$ .

Por fim, o comprimento corrigido necessário para a operação do A380 no AIRJ/GIG é de:

- **Comprimento de pista necessário corrigido: 2.800 m + 476 m  $\approx$  3.300 m.**

Para verificar o comprimento encontrado, supondo um peso máximo de aterrissagem de 386.000 kg, encontra-se - a partir do ábaco da Figura 9, o comprimento necessário para aterrissagem de aproximadamente 1.800 m. Logo, o comprimento recomendado para o AIRJ/GIG quando da operação do A380 é de 3.300m.

Já a determinação da largura da pista depende exclusivamente das dimensões da aeronave. O anexo XIV da ICAO, bem como as recomendações da FAA, prescrevem para uma aeronave como o A380, uma largura de pista de 60 m (desconsiderando-se os acostamentos). As pistas que não se enquadram neste padrão deverão ser alargadas, e este será o caso da maioria dos aeroportos do mundo - os quais desejarem comportar operações das NLAs.

Porém, não são apenas os requisitos geométricos da pista que devem ser avaliados quando da operação das NLAs. Um fator bastante importante para garantir a segurança das operações de pouso e decolagem é a capacidade de suporte da pista com relação à aplicação das cargas de roda no pavimento. Para se saber se a aeronave não

apresenta restrições quanto ao número de pousos e decolagens no que tange ao processo de desgaste prematuro do pavimento é necessária a verificação da relação ACN x PCN, cuja definição se dará a seguir.

Segundo FILHO & PESTANA (2007), o parâmetro PCN (*pavement classification number*) expressa um valor que é resultado de uma avaliação da capacidade de suporte do pavimento para operações irrestritas de aeronaves que possuam ACN inferior a este parâmetro. Já o 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. Também, de acordo com ANAC (2008), o sistema ACN-PCN é estruturado de maneira que um pavimento com determinado valor de PCN seja capaz de suportar, sem restrições, uma aeronave que tenha um valor de ACN menor ou igual ao valor do PCN do pavimento, obedecidas às limitações relativas à pressão dos pneus.

Neste sentido, para garantir operações irrestritas do A380 nos aeroportos AISP/GRU e AIRJ/GIG quanto à capacidade de suporte da pista, é necessário comparar os valores de PCN das pistas destes aeroportos e o valor do ACN da aeronave, o qual é obtido por meio de ábacos fornecidos pelo fabricante - Figura 10 e Figura 11:

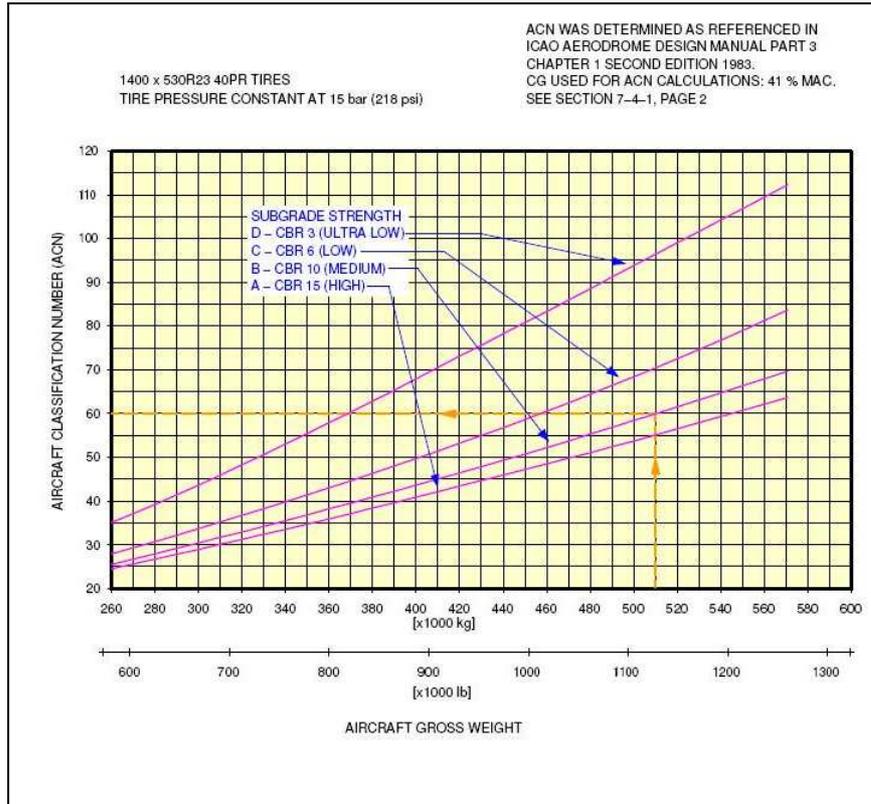


Figura 10 - Ábaco para a determinação do ACN / Pavimento Flexível - A380.  
Fonte: AIRBUS, 2008

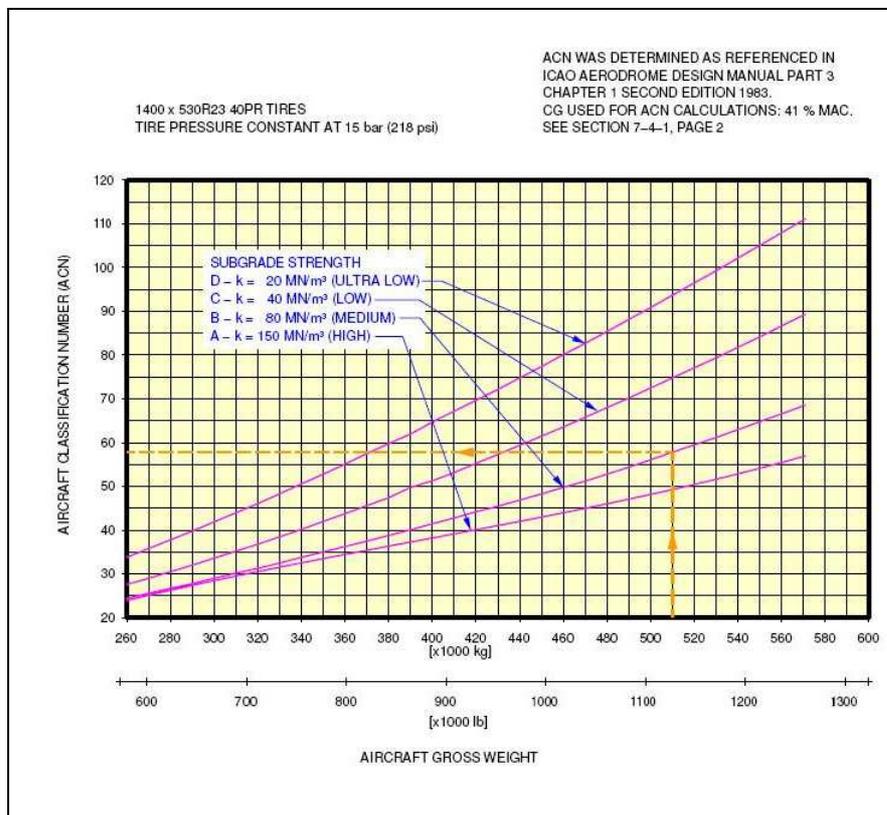


Figura 11- Ábaco para a determinação do ACN / Pavimento Rígido - A380.  
Fonte: AIRBUS, 2008

Dos ábacos anteriores, pode-se afirmar que o ACN da aeronave depende não somente do Peso Bruto da Aeronave (*Aircraft Gross Weight*), mas também do valor do CBR do solo de subleito. Deste modo, para determinar qual será a curva utilizada, é necessário se obter os valores de PCN das pistas, *taxiways* e pátios, bem como a categoria do solo de subleito (A, B, C ou D) dos aeroportos em questão. Estes valores foram obtidos de acordo com COMAER (2008) e encontram-se na Tabela 7:

Tabela 7- Valores de PCN para os aeroportos AISP/GRU e AIRJ/GIG.  
Fonte: COMAER, 2008

Aeroporto	Item	Tipo do Pavimento	PCN	Categoria do Subleito
AISP/GRU	Pista	Flexível	85	B
	Taxiway	Flexível	85	B
	Pátio	Rígido	59	B
AISP/GIG	Pista	Rígido	78	A
	Taxiway	Rígido	46	A
	Pátio	Rígido	78	A

Uma vez encontrados os valores de PCN para os elementos componentes do lado aéreo, basta encontrar o ACN da aeronave utilizando a Curva B do ábaco da Figura 10 (Pavimento Flexível) e as Curvas A e B do ábaco da Figura 11 (Pavimento Rígido) supondo o Peso Bruto igual ao Peso Máximo de Decolagem (560.000 kg) e, em seguida, fazer a comparação dos valores de ACN e PCN. O comparativo pode ser visto na Tabela 8:

Tabela 8 - Comparativo ACN-PCN.

Aeroporto	Item	ACN	PCN	Condições de Operação
AISP/GRU	Pista	67	85	Irrestrita
	Taxiway	67	85	Irrestrita
	Pátio	67	59	Com restrição
AISP/GIG	Pista	55	78	Irrestrita
	Taxiway	55	46	Com restrição
	Pátio	55	78	Irrestrita

Assim, para garantir operações sem restrições quanto ao peso da aeronave ou sua frequência de operação, seria necessário um reforço no pavimento do pátio de aeronaves do AISP/GRU e no *taxiway* do AIRJ/GIG. Porém, é importante salientar que as condições de operação com restrição não são necessariamente impeditivas para a operação do A380 nos aeroportos considerados, apenas indicam a necessidade de uma análise mais detalhada das

condições do pavimento quanto à provável redução do tempo decorrido até as primeiras intervenções corretivas nos pavimentos em questão.

A dimensão dos acostamentos da pista e *stopways* também serão impactados com a utilização das NLAs. Os padrões usuais para aeronaves código F requerem acostamentos que se estendam simetricamente para cada lado da pista de pouso e decolagem de modo que a largura total da pista e acostamentos seja maior ou igual a 75m, conforme se mostra na Figura 12:

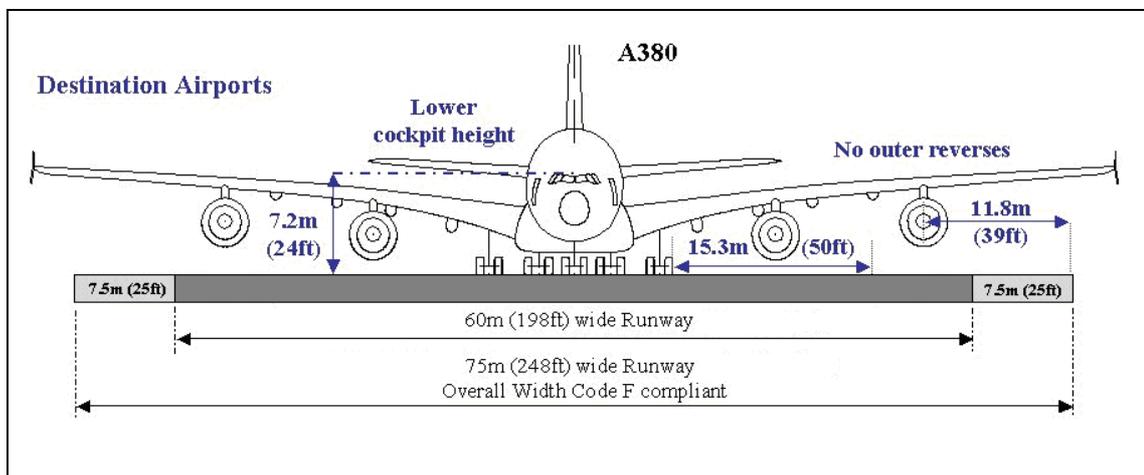


Figura 12 - Requisitos para a largura de pista e acostamentos para o A380.  
Fonte: Airbus A380 - Operations at Alternate Airports, 2006.

A principal finalidade de se requerer acostamentos de 7,5 m para cada lado, além da largura de 60 m da pista diz respeito principalmente à questão do risco de ingestão dos chamados FOD (*Foreign Object Damage*). Tipicamente, FOD é um termo aeronáutico usado para descrever tanto os danos causados à aeronave por objetos alheios como os próprios objetos em si.

De acordo com testes realizados com o A380, a fase crítica para a ingestão de partículas estranhas é no momento da decolagem, quando a aeronave está posicionada na cabeceira da pista. Com os motores em máxima aceleração e a aeronave ainda em solo, a ingestão destas partículas pela turbina pode representar um risco para a operação de decolagem. Neste momento, outro ponto crítico é a exaustão provocada pelas turbinas em máxima rotação, pois pode causar problemas de erosão nas adjacências não pavimentadas da

pista, bem como provocar a movimentação de partículas as quais podem ser ingeridas pelas turbinas, conforme descrito anteriormente.

Na Figura 13, pode-se observar as áreas de sucção e as áreas de exaustão das turbinas do A380:

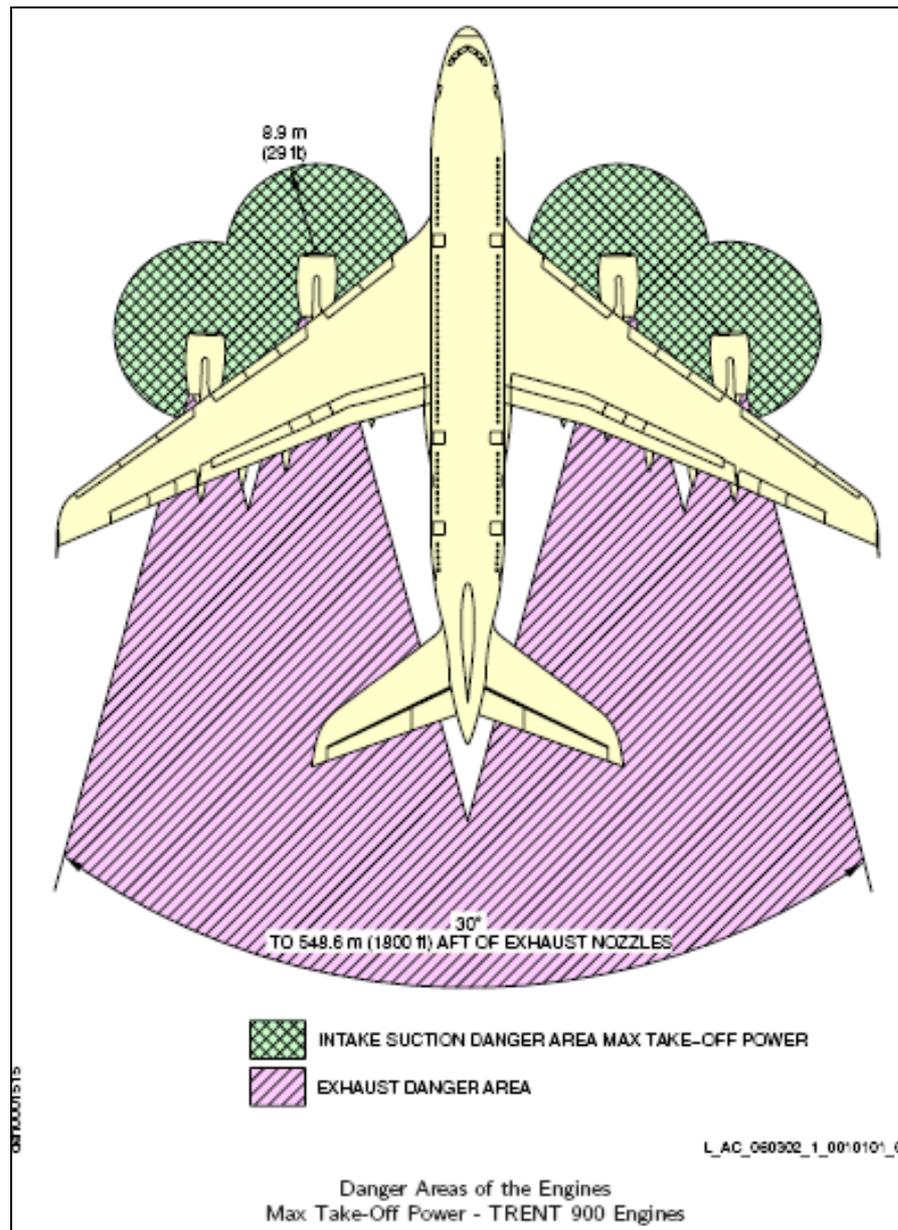


Figura 13 - Áreas de Risco para os Motores - Ingestão e Exaustão  
Fonte: AIRBUS, 2008.

### **3.2.1.2. Taxiways e acostamentos**

À análise de operação do A380 nas pistas de táxi quanto à sua capacidade de suporte - já estudada anteriormente - devem-se somar a verificação da largura destas e da largura mínima recomendada para os acostamentos.

A determinação da largura da pista de táxi para as NLA requer os mesmos parâmetros que a determinação da largura da pista de pouso e decolagem, uma vez que esta depende principalmente da envergadura da aeronave e da sua bitola. A FAA recomenda que para a operação deste tipo de aeronave é necessária uma largura de 30 m (100 pés) com uma margem de segurança de 6 m para cada lado.

Já a ICAO preconiza que a largura mínima para as pistas de táxi quando da operação das NLA deve ser 25m e a distância mínima entre a roda mais externa do trem de pouso principal e o limite lateral da referida pista seja superior a 4,5m (os limites são os mesmos para aeronaves categoria “E”, porém, quanto maior forem os espaçamentos, maior será a velocidade de táxi). Também, a largura total da pista somada às suas margens de segurança não deve ser inferior a 60m.

Embora o alargamento das pistas não seja impeditivo na grande maioria dos aeroportos do mundo, a separação entre a pista de pouso e decolagem e a pista de táxi requer uma análise mais cuidadosa, pois a realocação de uma delas inviabilizaria economicamente a operação de aeronaves tais como o A380. Este tópico será abordado a seguir.

### **3.2.1.3. Separação entre pista e *taxiway***

A separação entre a pista de pouso e decolagens e a pista de *taxiway* é definida de acordo com a ICAO, para uma pista de categoria F, como sendo 115 m para uma pista não instrumentada e 190 m para uma pista instrumentada - distância considerada de eixo a eixo das pistas.

A regulamentação da FAA especifica uma separação de 600 ft (182 m) para pistas com operações de aeronaves tipo VI, conforme pode ser vista na Figura 14:

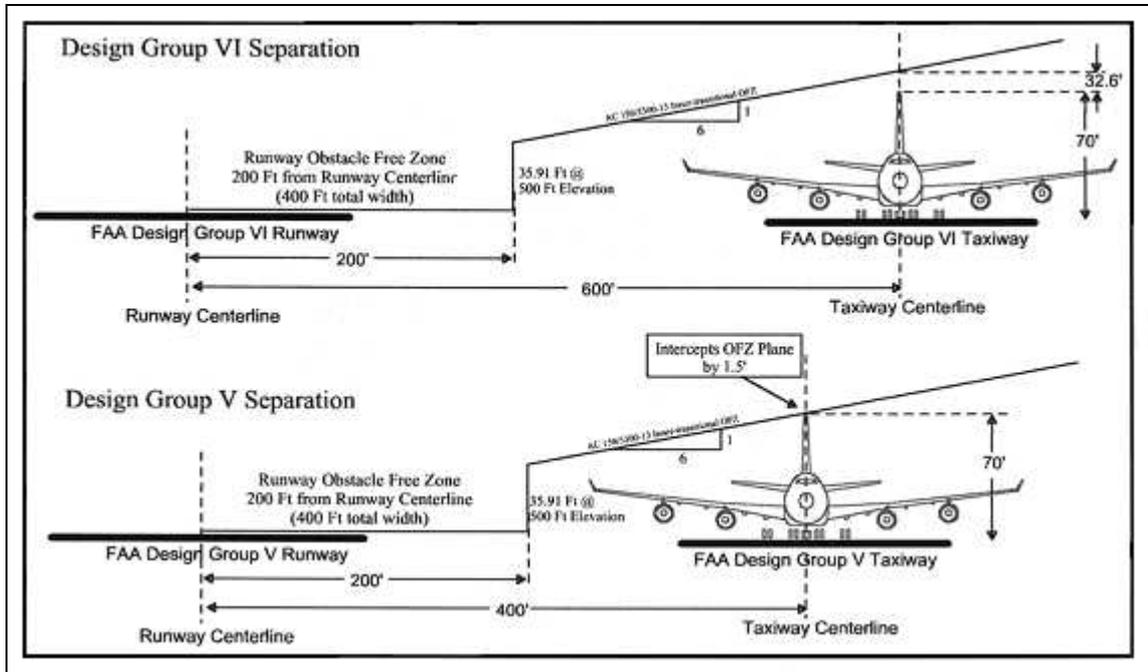


Figura 14 - Separação entre pista de pouso e decolagem e pista de taxi paralela.  
Fonte: FAA, 1998.

#### 3.2.1.4. Pátio, pontes de embarque e serviços de apoio

Uma vez que o pátio promove a conexão entre o terminal de passageiros e o lado aéreo, deve-se ter em mente que a disposição das aeronaves alocadas em cada posição de parada influencia o processo de embarque/desembarque dos passageiros. Se uma aeronave tipo NLA for posicionada nas extremidades do terminal, e este terminal for do tipo *finger*, por exemplo, a facilidade de movimentação da aeronave para a chegada e saída da posição de parada será contrabalanceada pelo concentrado fluxo de passageiros percorrendo toda a extensão do terminal até o embarque na aeronave. Este fluxo pode provocar congestionamentos em áreas comuns a outros vôos e conseqüentemente, provocar redução da qualidade do serviço oferecido.

Por se tratar de um problema específico para cada aeroporto, devido às variações de capacidade e geometria, não se avaliarão os requisitos concernentes ao pátio de aeronaves.

Porém, independentemente da configuração de parada das NLA nos pátios, um fator fundamental nas operações de embarque e desembarque é a maneira como os passageiros serão conduzidos até a aeronave. A alternativa escolhida - pontes de embarque, ônibus, a pé - influi diretamente no tempo de ocupação da posição de parada, o qual deve ser reduzido de modo a minimizar os custos de operação.

Segundo estudo realizado pela Universidade de Washington, ao se considerar o uso de três pontes de embarque de passageiros no A380 - uma na parte superior e duas na parte inferior - têm-se os tempos médios de embarque (supondo-se intervalo de 9 segundos entre passageiros) estimados em aproximadamente 45 min. por andar, para a lotação máxima da aeronave. Os valores podem ser observados na Tabela 9:

Tabela 9 - Tempo estimado de embarque de acordo com a lotação e intervalo entre passageiros embarcados.  
Fonte: UNIVERSIDADE DE WASHINGTON - DEPTO. DE MATEMÁTICA, 2007.

<b>Simulations(Minutes): 1000 Tests / entry</b>							
Deck	Passenger Load	0 Sec. Int.		4.5 Sec. Int.		9 Sec. Int.	
		Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper
<b>Method 1</b>	Large	6.328	5.995	22.033	21.355	43.376	41.562
	Medium	3.977	4.275	12.770	13.680	24.880	26.231
	Small	1.843	2.307	4.351	5.018	8.052	8.926
<b>Method 2</b>	Large	6.192	5.947	22.018	21.324	43.386	41.560
	Medium	3.919	4.255	12.777	13.645	24.867	26.226
	Small	1.827	2.259	4.358	4.991	8.046	8.888
<b>Method 3</b>	Large	6.388	5.259	21.791	20.762	43.180	41.059
	Medium	3.689	3.481	12.544	13.092	24.680	25.725
	Small	1.459	1.765	4.128	4.429	7.849	8.392
<b>Method 4</b>	Large	7.587	6.971	22.144	21.431	43.529	41.715
	Medium	4.823	4.961	12.893	13.768	25.031	26.390
	Small	2.212	2.621	4.484	5.101	8.201	9.052

Large(555 Passengers), Medium(330 Passengers), Small(105 Passengers)

Por fim, os serviços de apoio podem ser executados com equipamentos comumente utilizados em aeronaves tipo *wide-body* - os quais podem ser observados na Figura 15. Porém, deve-se dar atenção aos equipamentos a serem utilizados especificamente

para as operações do A380, tais como rebocador e barra de reboque e equipamento apropriado para degelo (quando necessários).

Adicionalmente, a estrutura necessária para os serviços de carga e descarga de bagagens deve ser previamente disponibilizada de modo a prover a restituição da bagagem em tempo hábil e, desta maneira, proporcionar um serviço adequado aos passageiros.

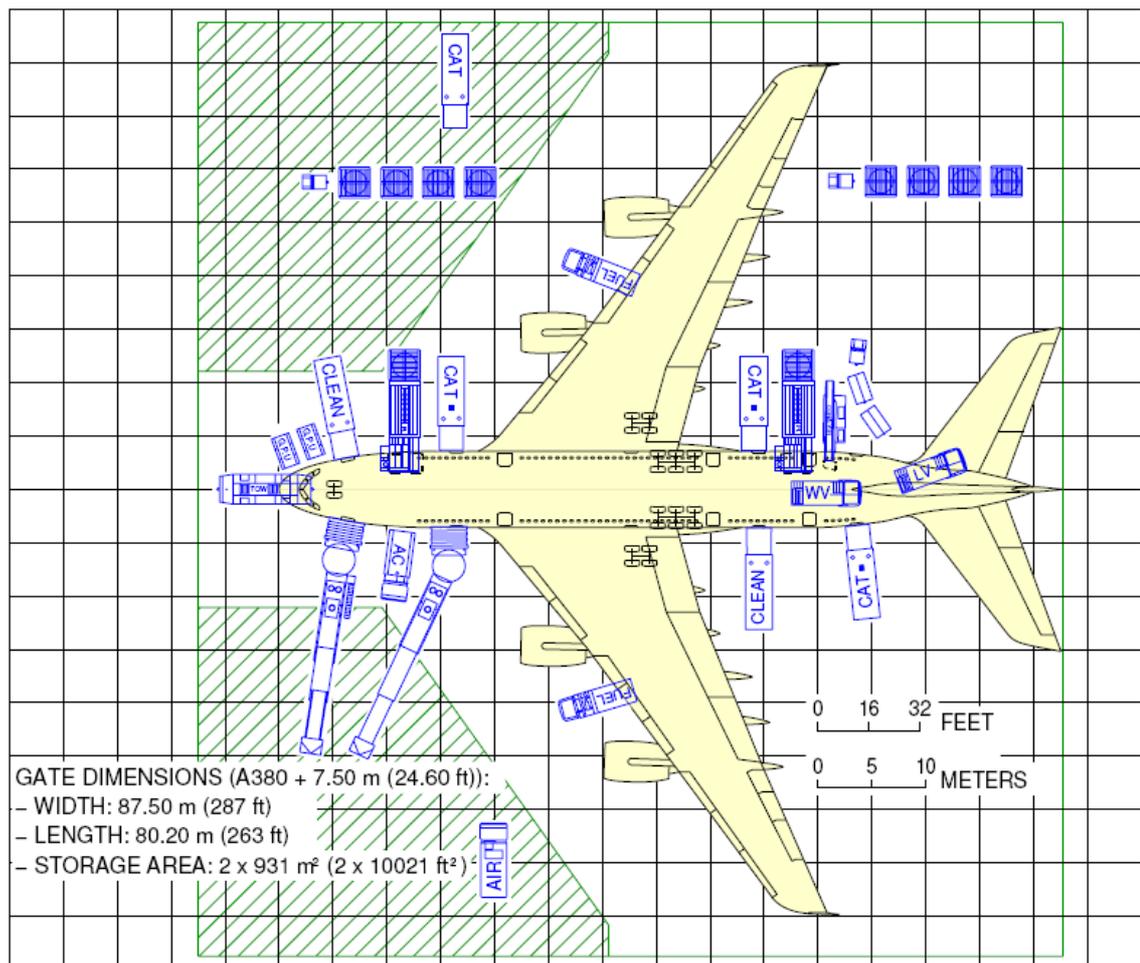


Figura 15 - Configuração dos equipamentos para execução dos serviços de rampa.  
 Fonte: AIRBUS, 2008

### Legenda:

- |                                     |                              |
|-------------------------------------|------------------------------|
| → AC: Unidade de ar condicionado    | → GPU: Gerador               |
| → AIR: Unidade de partida de motor  | → LV: Veículo - Lavatório    |
| → CAT: Veículo - Suprimento         | → PL: Veículo - Carregador   |
| → CLEAN: Veículo - Limpeza          | → TOW: Veículo - Reboque     |
| → CONVEYOR: Esteira transportadora  | → WV: Veículo - Água potável |
| → FUEL: Caminhão para abastecimento |                              |

### **3.2.2. Lado terrestre**

Entende-se por lado terrestre as partes do aeroporto nas quais se abriga prestadores de serviços de diferentes interesses que propiciam as condições de conforto e segurança desejadas pelos clientes do transporte aéreo. A maior preocupação, no que tange ao lado terrestre, é o oferecimento de um serviço adequado aos usuários das instalações e serviços disponibilizados no aeroporto quando da operação das aeronaves NLA. O propósito da análise será o levantamento dos requisitos de espaço - tidos como mínimos - de modo a se abrigar as instalações principais necessárias para o processamento dos passageiros durante a utilização dos serviços de transporte aéreo.

#### **3.2.2.1. Terminal de passageiros**

Segundo HORONJEFF & MCKELVEY (1983), o terminal de passageiros é a principal conexão entre os acessos terrestres e a aeronave. A função deste é promover a interface entre o passageiro e o modo de acesso ao aeroporto, condução do passageiro para o início ou término de uma viagem aérea e transporte do passageiro para ou do interior da aeronave.

O início da operação de aeronaves tipo NLA pressupõe impactos significativos no processamento de passageiros, pois os funcionários das companhias aéreas, bem como do aeroporto, terão que lidar com um número maior de passageiros - os quais precisam ser atendidos, pelo menos, com um nível mínimo de serviço - durante praticamente o mesmo período de tempo.

Conforme BARROS (2001), para acomodar o crescimento do volume de passageiros sem prejudicar o nível de serviço oferecido, é necessário um aumento da capacidade do sistema, o qual pode ser promovido de duas maneiras: aumentando a quantidade de unidades de serviço - o que requer mais espaço - ou aumentando a eficiência destas. Tendo como base as restrições de espaço encontradas na maioria dos aeroportos existentes, a ênfase na segunda alternativa parece mais garantida.

Dentre os vários componentes do terminal, procurou-se enfatizar aqueles que estão mais diretamente relacionados ao processamento e condução dos passageiros para o interior da aeronave quando do embarque e para o saguão do aeroporto quando do desembarque. A análise das instalações teve como objetivo a determinação de requisitos mínimos de espaço e equipamentos a fim de se evitarem “gargalos” no fluxo dos passageiros. As instalações analisadas foram, a saber:

- Área de *check-in*
- Área de vistoria de passaportes
- Área de vistoria de segurança
- Salas de pré-embarque
- Imigração
- Área de restituição de bagagens
- Área de alfândega

### **Área de *check-in***

De acordo com WIKIPEDIA (2008a), o *check-in* (verificação) é o primeiro passo a ser efetuado pelo passageiro de transporte aéreo. Consiste no procedimento de apresentação deste ao balcão da companhia aérea, munido de seus documentos e bagagem. É emitido, então, o bilhete de passagem, a bagagem maior é despachada e a bagagem de mão é identificada.

As áreas de *check-in* são geralmente planejadas de modo a oferecer certo nível de serviço aos passageiros, o qual é geralmente medido em termos de tempo de espera e espaço disponível. Como o procedimento de conferência dos documentos, emissão de bilhete, pesagem e despacho das malas e identificação da bagagem de mão requer determinado tempo, quanto maior o tempo de espera do passageiro, maior será a concentração de pessoas nas áreas de *check-in* e, conseqüentemente menor será o espaço disponível. Logo, pior será o nível de serviço oferecido pela companhia aérea.

Para a determinação da área mínima necessária para o processamento dos passageiros de um voo do A380, utilizou-se o modelo empírico baseado no momento de maior solicitação (MMS). Inicialmente estimou-se uma taxa de chegada de passageiros para cada 5 min. de modo que os 555 passageiros fossem atendidos no prazo máximo de 2 horas; a partir daí, supondo uma taxa média de atendimento de 4 pax/5min/balcão, determinou-se o número de balcões a serem disponibilizados de modo a permitir um número máximo de 8 passageiros por cada fila (para este caso, considerou-se a hipótese de migração entre as filas de modo a sempre se ter filas com aproximadamente o mesmo número de passageiros).

O dimensionamento foi realizado tendo como referência os parâmetros contidos na Tabela 10, considerando um nível de serviço “A”. Os parâmetros referem-se à Figura 16.

Tabela 10 - Índices para dimensionamento da área de *check-in*.  
Fonte: MEDEIROS, 2004

<b>CHECK-IN - Aeroporto Internacional</b>					
Nível de Serviço	$w_c$ (m)	$d_c$ (m)	$d_p$ (m)	$w_{circ}$ (m)	Nº máximo de pax na fila/balcão
A	2,50	4,00	1,00	6,00	8
B	2,00	3,50	0,90	5,00	10
C	1,50	3,00	0,80	4,00	12

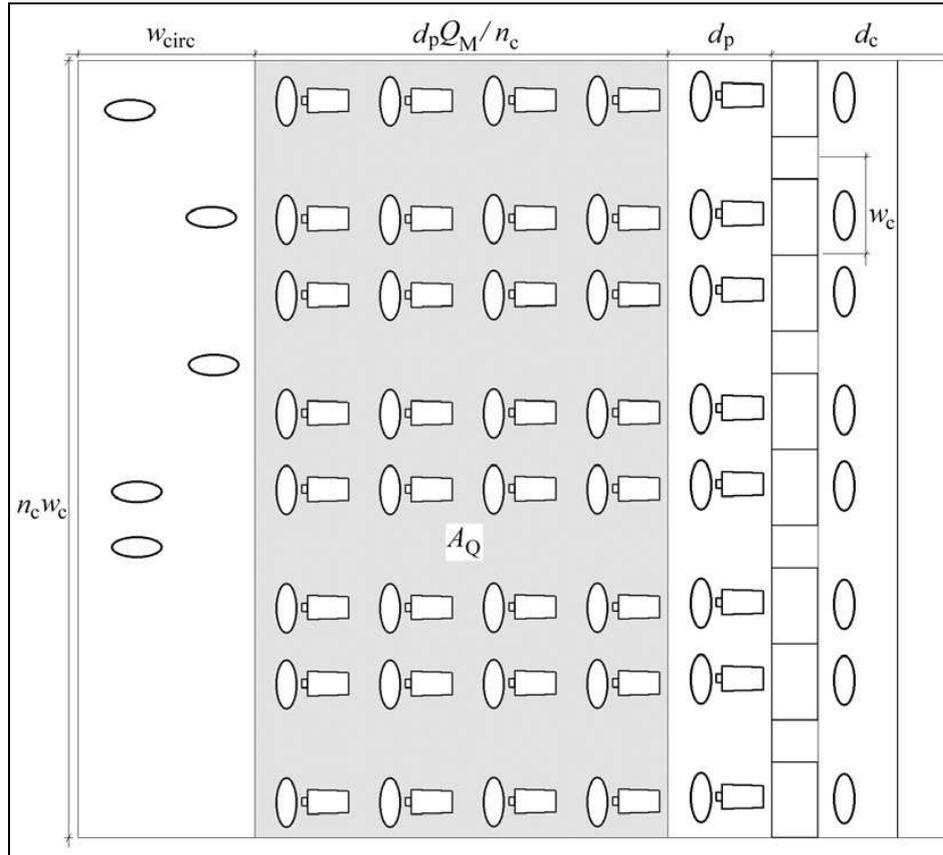


Figura 16 - Configuração considerada para o dimensionamento da área de check-in.  
Fonte: BARROS, 2001

Utilizando o número de balcões ( $n_c$ ), apresentado na Tabela 11, é possível se determinar a área necessária para o *check-in*:

$$\text{Área}_{\text{check-in}} = n_c \cdot w_c \cdot (w_{\text{circ}} + 8 \cdot d_p + d_p)$$

$$\text{Área}_{\text{check-in}} = 10 \cdot 2,50 \cdot (6,00 + 8 \cdot 1,00 + 1,00)$$

$$\text{Área}_{\text{check-in}} = 375,00 \text{ m}^2$$

Uma vez que o número de balcões de embarque foi determinado de forma empírica, faz-se interessante a correlação com aeroportos que já operam com o A380 de modo a se ter referência da consistência do resultado encontrado. No aeroporto de Pequim, por exemplo, são utilizados 11 balcões, sendo estes divididos em: 1 balcão para suítes, 3 balcões para classe executiva, 1 balcão para *I-check-in*, 3 balcões para classe econômica e 3 para grupos.

Tabela 11 - Resultados encontrados pela aplicação do MMS - *check-in*.

<b>CHECK-IN</b>					
Horário	<i>Check-in</i> chegada (pax)	Número de balcões ativos	<i>Check-in</i> processo (pax)	<i>Check-in</i> fila (pax)	Fila média por balcão (pax)
00:00	0	1	0	0	0,0
00:05	2	1	2	0	0,0
00:10	3	1	3	0	0,0
00:15	3	1	3	0	0,0
00:20	5	1	4	1	1,0
00:25	6	1	4	3	3,0
00:30	8	2	8	3	1,5
00:35	9	2	8	4	2,0
00:40	12	2	8	8	4,0
00:45	15	4	16	7	1,8
00:50	19	4	16	10	2,5
00:55	21	4	16	15	3,8
01:00	24	6	24	15	2,5
01:05	30	6	24	21	3,5
01:10	36	8	32	25	3,1
01:15	41	10	40	26	2,6
01:20	47	10	40	33	3,3
01:25	52	10	40	45	4,5
01:30	58	10	40	63	6,3
01:35	50	10	40	73	7,3
01:40	45	10	40	78	7,8
01:45	30	10	40	68	6,8
01:50	25	10	40	53	5,3
01:55	10	10	40	23	2,3
02:00	4	10	27	0	0,0
	<b>Total = 555</b>	<b><math>n_c = 10</math></b>	<b>Total = 555</b>		<b>máx. = 7,8</b>

O MMS permite um aumento da taxa de atendimento de modo a evitar acúmulo de passageiros nas filas, uma vez que novos balcões são disponibilizados de acordo com a chegada dos passageiros. Isto se traduz, de acordo com o gráfico apresentado na Figura 17, pela curva de atendimento com inclinação crescente. Também de acordo com o gráfico, pode-se perceber que a situação crítica quanto à formação de fila encontra-se no momento em que a taxa de chegada de passageiros (inclinação da curva “S”) é igual à inclinação da curva de atendimento no *check-in*.

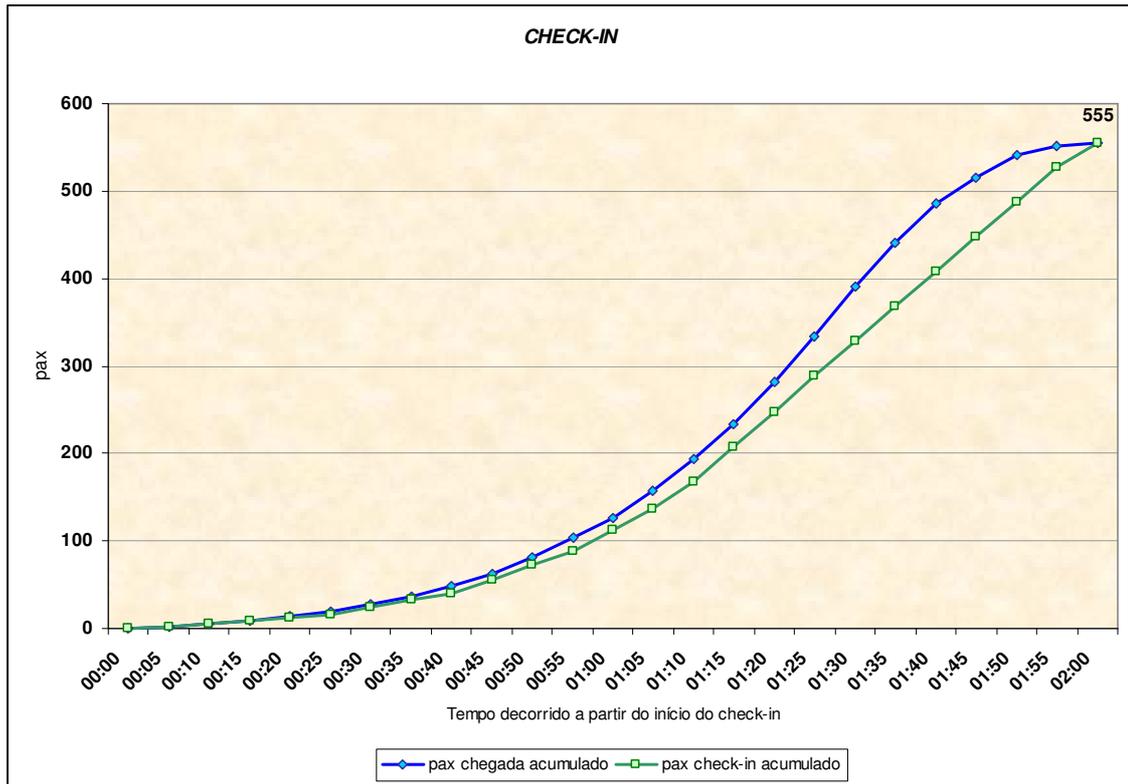


Figura 17 - Curvas de chegada de passageiros e atendimento no *check-in* (acumulado).

### Área de vistoria de passaportes - AVP

De acordo com MUÑOZ (2004), esta é a área destinada à verificação do passaporte do passageiro antes do embarque em vôos internacionais. O processo de embarque do passageiro internacional envolve o exame do passaporte pela Polícia Federal.

A área de vistoria de passaporte engloba o espaço necessário para os balcões onde os passageiros terão seus passaportes verificados, bem como o espaço para a fila que se forma antes da passagem destes pelos balcões de atendimento.

Para a determinação da área necessária para acomodação dos balcões de vistoria de passaportes, fez-se o levantamento da quantidade de módulos necessários para processamento tendo como base o estudo do momento de maior solicitação (MMS) e a consideração de atendimento de 1 pax/30seg (10 pax/5 min/atendente).

Outro ponto considerado foi que a taxa de chegada dos passageiros na AVP se dá de maneira equivalente à taxa de processamento do *check-in* e a partir de 20 min decorridos do início deste. Para efeitos de dimensionamento, adotou-se 15 m<sup>2</sup> por balcão com 2 atendentes. O processo de determinação do número de módulos necessários foi executado de forma análoga ao de determinação de balcões no *check-in*, e o resultado encontra-se na Tabela 12:

Tabela 12 - Resultados encontrados pela aplicação do MMS - Área de Vistoria de Passaportes.

<b>ÁREA DE VISTORIA DE PASSAPORTES - AVP</b>					
Horário	AVP chegada (pax)	Número de atendentes	AVP processo (pax)	AVP fila (pax)	Fila média por balcão (pax)
00:20	0	0	0	0	0,0
00:25	2	1	2	0	0,0
00:30	3	1	3	0	0,0
00:35	3	1	3	0	0,0
00:40	4	1	4	0	0,0
00:45	4	1	4	0	0,0
00:50	8	1	8	0	0,0
00:55	8	1	8	0	0,0
01:00	8	1	8	0	0,0
01:05	16	2	16	0	0,0
01:10	16	2	16	0	0,0
01:15	16	2	16	0	0,0
01:20	24	3	24	0	0,0
01:25	24	3	24	0	0,0
01:30	32	4	32	0	0,0
01:35	40	4	40	0	0,0
01:40	40	4	40	0	0,0
01:45	40	4	40	0	0,0
01:50	40	4	40	0	0,0
01:55	40	4	40	0	0,0
02:00	40	4	40	0	0,0
02:05	40	4	40	0	0,0
02:10	40	4	40	0	0,0
02:15	40	4	40	0	0,0
02:20	27	3	27	0	0,0
	<b>Total = 555</b>	<b><math>n_a \text{ máx} = 4</math></b>	<b>Total = 555</b>		

De acordo com os resultados encontrados, pode-se perceber que a capacidade esperada de atendimento dos passageiros a cada 5 minutos foi sempre igual ou superior à taxa esperada de processo dos passageiros no *check-in*. Isto se traduz na ausência de filas nesta área; porém, para efeitos de margem de segurança, considerou-se fila máxima por balcão igual à capacidade de atendimento de um atendente durante 5 min - 10 passageiros - e 1m<sup>2</sup> para cada passageiro na fila de atendimento.

$$\text{Área}_{\text{vistoria passaportes}} = (n_{\text{balcões}} + 1) \cdot (15,00 + n_p \cdot 1,00)$$

$$\text{Área}_{\text{vistoria passaportes}} = (2 + 1) \cdot (15,00 + 10 \cdot 1,00)$$

$$\text{Área}_{\text{vistoria passaportes}} = 75,00 \text{ m}^2$$

### **Área de vistoria de segurança - AVS**

De modo a se determinar a área recomendada para acomodação dos módulos de segurança - detectores de metais e Raio-X de bagagem - fez-se o levantamento da quantidade de módulos necessários para processamento a partir do estudo do momento de maior solicitação (MMS) e a consideração de atendimento de 1 pax/20seg (15 pax/5 min).

Também, considerou-se que a taxa de chegada dos passageiros na AVS se dá de maneira equivalente à taxa de processamento da área de vistoria de passaporte e a partir de 15 min decorridos do início deste, uma vez que muitos passageiros aproveitam para fazer compras nas lojas tipo *duty-free* localizadas no trajeto até a sala de pré-embarque. Para efeitos de dimensionamento, adotou-se 20 m<sup>2</sup> por módulo necessário e 1m<sup>2</sup> para cada passageiro na fila de atendimento. O processo de determinação do número de módulos necessários também foi calculado utilizando-se o método MMS, e os resultados encontram-se na Tabela 13:

Tabela 13 - Resultados encontrados pela aplicação do MMS - Área de Vistoria de Segurança.

<b>ÁREA DE VISTORIA DE SEGURANÇA</b>					
Horário	AVS chegada (pax)	Número de módulo ativos	AVS processo (pax)	AVS fila (pax)	Fila média por módulo (pax)
00:35	2	1	2	0	0,0
00:40	3	1	3	0	0,0
00:45	3	1	3	0	0,0
00:50	4	1	4	0	0,0
00:55	4	1	4	0	0,0
01:00	8	1	8	0	0,0
01:05	8	1	8	0	0,0
01:10	8	1	8	0	0,0
01:15	16	1	15	1	1,0
01:20	16	1	15	2	2,0
01:25	16	1	15	3	3,0
01:30	24	2	27	0	0,0
01:35	24	2	24	0	0,0
01:40	32	2	30	2	1,0
01:45	40	2	30	12	6,0
01:50	40	2	30	22	11,0
01:55	40	2	30	32	16,0
02:00	40	3	45	27	9,0
02:05	40	3	45	22	7,3
02:10	40	3	45	17	5,7
02:15	40	3	45	12	4,0
02:20	40	3	45	7	2,3
02:25	40	3	45	2	0,7
02:30	27	3	29	0	0,0
	<b>Total = 555</b>	<b><math>n_m = 3</math></b>	<b>Total = 555</b>		<b><math>n_p = 16,0</math></b>

$$\text{Área}_{\text{vistoria de segurança}} = n_m \cdot (20,00 + n_p \cdot 1,00)$$

$$\text{Área}_{\text{vistoria de segurança}} = 3 \cdot (20,00 + 16 \cdot 1,00)$$

$$\text{Área}_{\text{vistoria de segurança}} = 108,00 \text{ m}^2$$

Aqui, vale ressaltar que, embora o gráfico do atendimento de passageiros - Figura 18 - tenha um comportamento similar ao demonstrado na Figura 17, a taxa de chegada

dos passageiros na área de vistoria de segurança apresenta um crescimento mais homogêneo. Este fato decorre da limitação da capacidade de processamento dos passageiros no *check-in*.

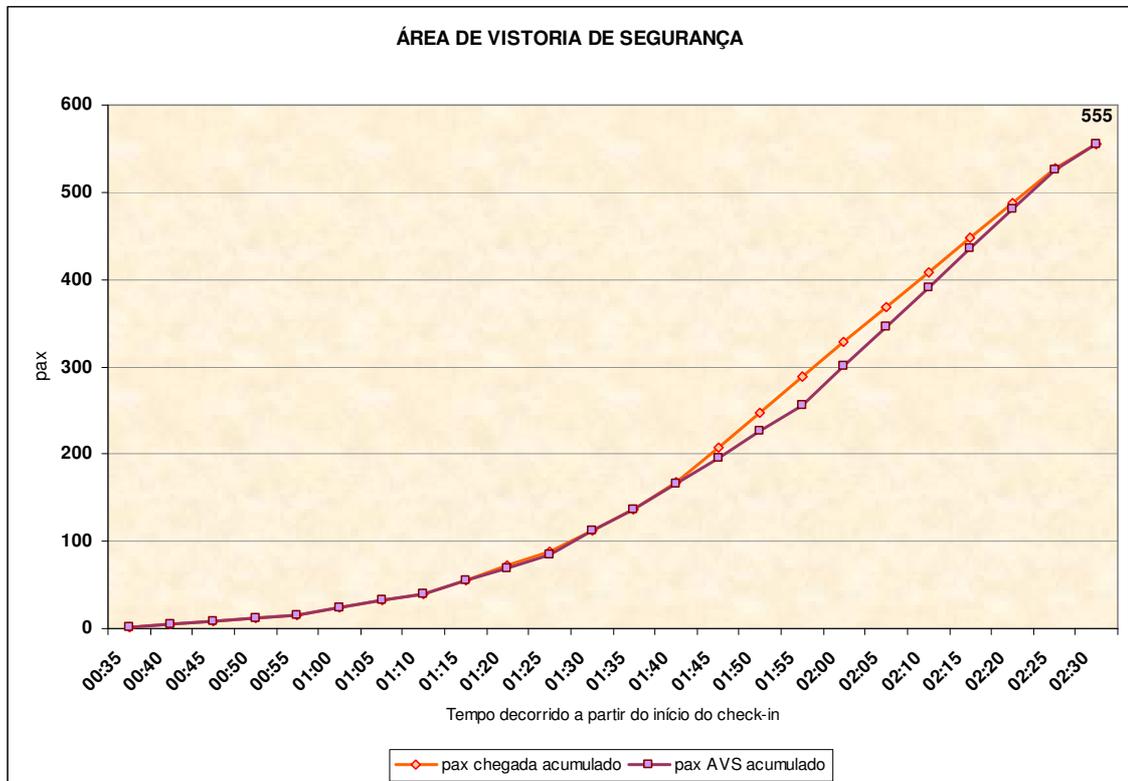


Figura 18 - Curvas de chegada de passageiros e atendimento na AVS (acumulado).

## Sala de pré-embarque

As salas de pré-embarque são áreas de acumulação de passageiros prestes a embarcar em determinado voo. Após realizarem os procedimentos de segurança necessários, os passageiros chegam à sala de pré-embarque para aguardar a liberação de embarque na aeronave.

O dimensionamento das salas de pré-embarque deve ter em vista o provimento de conforto adequado aos passageiros naquilo que se refere ao espaço para própria acomodação e para as instalações de serviço, que oferecerão o prévio atendimento das necessidades dos usuários quando da permanência nas referidas salas. Além disso, como os passageiros passam considerável tempo nas salas de embarque, a exigência de padrões mínimos de conforto passa a ser mais relevante do que em outras instalações. Passageiros que chegam cedo têm preferência por sentarem-se e, como passageiros sentados ocupam área

maior que passageiros em pé, de acordo com WIRASINGHE & SHEHATA (1988), o número de assentos é um fator crítico no dimensionamento das salas de pré-embarque. Também, este deve considerar o espaço necessário para circulação, formação de filas e para os balcões das companhias aéreas para processamento do embarque.

Antes de se efetuar o dimensionamento, é necessário se estimar a quantidade de passageiros que se encontrará na sala de pré-embarque no momento que antecede a liberação do embarque na aeronave. Utilizando a teoria de filas, os dados referentes ao processamento dos passageiros na AVS - os quais determinam a taxa de chegada de passageiros na sala de pré-embarque - e a taxa de embarque de passageiros, é possível se estimar a quantidade máxima de pessoas a ocuparem o local. Para tanto, embora os dados fornecidos pelo fabricante indiquem 15 pax/min, optou-se por uma estimativa mais conservadora, de 12 pax/min, ou seja, 60 pax/5min, conforme se pode observar na Tabela 14:

Tabela 14 - Determinação da capacidade da sala de pré-embarque.

<i>SALA DE PRÉ-EMBARQUE</i>			
Horário	Pré-embarque chegada (pax)	Passageiros embarcados	Pré-embarque acumulado (pax)
00:40	2	0	2
00:45	3	0	5
00:50	3	0	8
00:55	4	0	12
01:00	4	0	16
01:05	8	0	24
01:10	8	0	32
01:15	8	0	40
01:20	15	0	55
01:25	15	0	70
01:30	15	0	85
01:35	27	0	112
01:40	24	0	136
01:45	30	0	166
01:50	30	0	196
01:55	30	0	226
02:00	30	60	196
02:05	45	60	181
02:10	45	60	166
02:15	45	60	151
02:20	45	60	136
02:25	45	60	121
02:30	45	60	106
02:35	29	60	75
02:40	0	60	15
02:45	0	15	0
02:50	0	0	0
02:55	0	0	0
03:00	Decolagem da aeronave		
	<b>Total = 555</b>	<b>Total = 555</b>	<b>máx. = 226</b>

A partir daí, com objetivo de se obter uma estimativa considerada ideal, considerou-se que a liberação do embarque seria feita a partir de uma hora do horário previsto de decolagem, de modo a garantir o embarque e acomodação de todos os passageiros dentro da aeronave. Desta forma, ao se construir o gráfico da Figura 19, pode-se perceber que a partir da liberação do embarque, o decréscimo do número acumulado de passageiros na sala de pré-

embarque é bastante acentuado porque o número de passageiros embarcados em cada intervalo de 5 minutos é maior do que o número de passageiros provenientes da AVS no intervalo de tempo entre o início e o término do embarque.

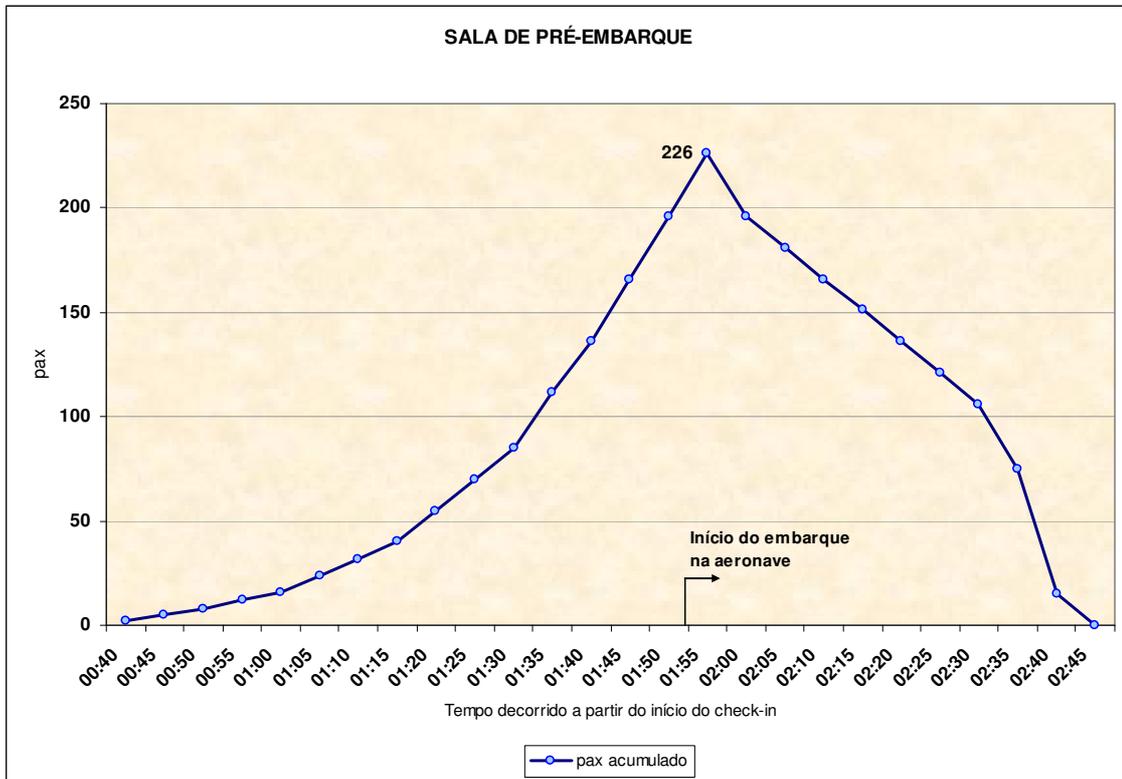


Figura 19 - Variação no número acumulado de passageiros na sala de pré-embarque.

Porém, todas as considerações feitas até aqui fazem jus à perfeita coordenação do fluxo de passageiros transitando de uma instalação à outra, o que se sabe não traduzir a realidade. Outro ponto importante é a questão da logística de alocação da aeronave no portão de embarque; principalmente em aeroportos onde são feitas as escalas, a chegada da aeronave no momento certo depende de vários fatores e, por consequência, a garantia de pontualidade é bastante limitada. Deste modo, considerou-se o número máximo de passageiros determinado na Tabela 14 como uma estimativa idealizada a fim de balizar o processo de determinação da área recomendada para a sala de pré-embarque.

Assim, de forma a considerar a condição crítica, considerou-se para fins de dimensionamento que todos os passageiros ocuparão a sala de pré-embarque antes da liberação de embarque na aeronave.

Uma vez determinado o número de passageiros a ocuparem a sala de pré-embarque simultaneamente, recorreu-se à Tabela 15 e à Tabela 16 para se determinar a área para acomodação dos passageiros bem como o número de assentos necessários.

Tabela 15 - Índices de dimensionamento de salas de pré-embarque.  
Fonte: MEDEIROS, 2004.

<i>SALA DE PRÉ-EMBARQUE</i>			
Nível de Serviço	Índices de dimensionamento (m <sup>2</sup> /pax)		
	Tipo de aeroporto		
	Internacional	Doméstico	Regional
A - Alto	1,60	1,40	1,20
B - Bom	1,40	1,20	1,00
C - Regular	1,10	1,00	0,80

Tabela 16 - Parâmetros para determinação do número de assentos na sala de embarque.  
Fonte: MEDEIROS, 2004.

<i>SALA DE PRÉ-EMBARQUE</i>	
Nível de Serviço	Quantidade de Assentos (% do número de passageiros)
A - Alto	80
B - Bom	70

Desta forma, têm-se então:

$$\text{Área}_{\text{pré-embarque}} = 555 \cdot 1,60 \approx 900 \text{ m}^2$$

$$\text{Quantidade de assentos} = 555 \cdot 80 \% \approx 450 \text{ assentos}$$

## Imigração

Segundo MUÑOZ (2004), o controle de desembarque do passageiro internacional se baseia na verificação da validade de seu passaporte e tal controle, de modo geral, é uma atribuição do Departamento de Polícia Federal. A área disponibilizada para a imigração considera o espaço necessário para os balcões de atendimento onde se localizam os

agentes, bem como o espaço ocupado pelos passageiros desembarcados em espera pelo atendimento.

Para o dimensionamento da referida área, embora o fabricante forneça uma taxa de desembarque de 25 pax/min, considerou-se uma taxa mais conservativa, de 20 pax/min (100 pax/5min). O método de dimensionamento foi novamente baseado no MMS e a taxa de atendimento considerada foi a mesma utilizada na determinação da área recomendada para a Área de Vistoria de Passaportes, ou seja, 1 pax/30seg (10 pax/5min/atendente). Os resultados encontram-se na Tabela 17 e a contagem do tempo decorrido coincide com o início do desembarque dos passageiros.

Tabela 17 - Resultados encontrados pela aplicação do MMS - Imigração.

<b>IMIGRAÇÃO</b>					
Horário	Imigração chegada (pax)	Número de atendentes	Imigração processo (pax)	Imigração fila (pax)	Fila média por balcão (pax)
00:00	0	0	0	0	0,0
00:05	100	8	80	20	2,5
00:10	100	8	80	40	5,0
00:15	100	8	80	60	7,5
00:20	100	8	80	80	10,0
00:25	100	8	80	100	12,5
00:30	55	8	80	75	9,4
00:35	0	8	75	0	0,0
	<b>Total = 555</b>	<b><math>n_a \text{ máx} = 8</math></b>	<b>Total = 555</b>		<b><math>n_p = 13</math></b>

$$\text{Área}_{\text{imigração}} = 0,5 \cdot n_a \cdot (15,00 + n_p \cdot 1,00)$$

$$\text{Área}_{\text{imigração}} = 0,5 \cdot 8 \cdot (15,00 + 13 \cdot 1,00)$$

$$\text{Área}_{\text{imigração}} \approx 115,00 \text{ m}^2$$

Para a configuração de atendimento de passageiros estimada na Tabela 17, pode-se observar - ver Figura 20 - o comportamento linear da curva de chegada dos passageiros na área de imigração. Isto se deve à taxa constante de desembarque de passageiros da aeronave.

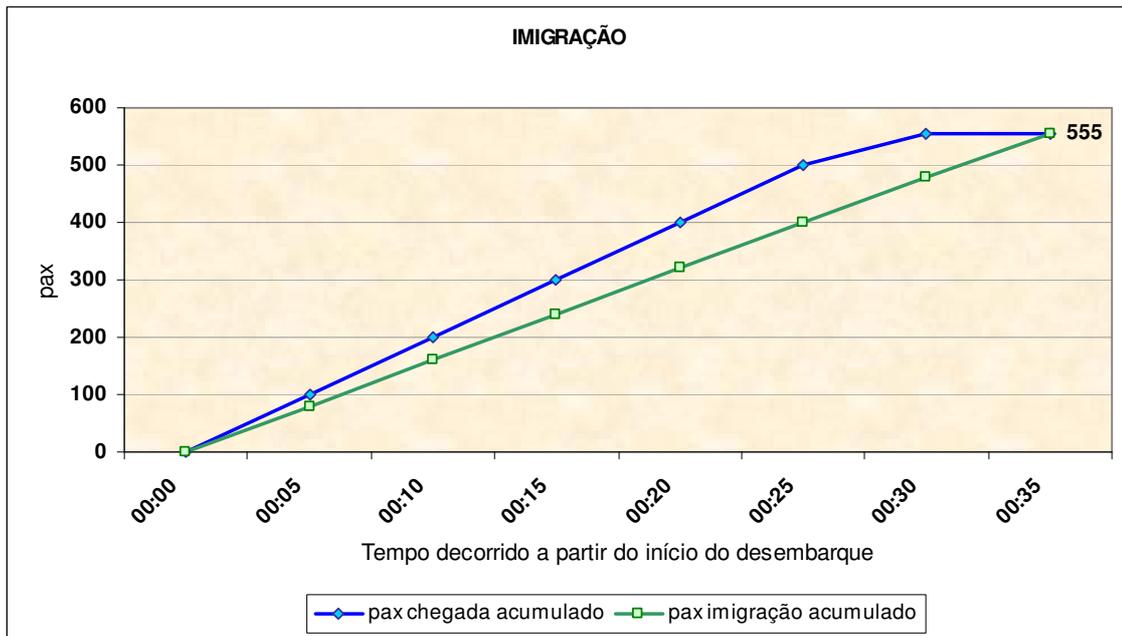


Figura 20 - Curvas de chegada de passageiros e atendimento na imigração (acumulado).

### Área de restituição de bagagens

Inicialmente, para a quantificação do espaço recomendado para a área de restituição de bagagens - ARB - fazem-se necessárias algumas considerações concernentes à média do número e do tamanho de cada mala transportada. A primeira delas é referente ao número de malas por passageiro: segundo MEDEIROS (2004), o número recomendado para cálculo é de 1,2 malas/pax em vôos internacionais. A segunda refere-se ao tamanho de cada mala: embora não haja consenso sobre as limitações quanto às dimensões da bagagem (*baggage allowance*), adotou-se o critério utilizado pela Singapore Airlines - companhia aérea que já opera com o A380 - o qual preconiza que a soma das três dimensões (comprimento, largura e altura) não pode ultrapassar 158 cm.

Desta forma, partiu-se da seguinte premissa:

- Número de malas (N):

$$N = n_{\text{pax}} \cdot n_{\text{malas/pax}}$$

$$N = 555 \cdot 1,2$$

$$N = 666 \text{ malas}$$

Também, de acordo com TAPLEY & RILEY (2005), o tempo médio de operações de descarga de malas é de, em média, 1 mala a cada 6 segundos por operador. Considerando-se a utilização de duas frentes de trabalho e um tempo médio de descarga pouco mais conservativo, adotou-se que, a cada 5 minutos serão descarregados 90 malas.

Porém, neste tempo não está incluso o processo de *baggage handling*, que é o processo de colocação das malas na esteira e disponibilização das mesmas para retirada por parte dos passageiros. Este valor depende do número de equipes trabalhando neste processo, bem como do número de esteiras a serem utilizadas na área de restituição de bagagens.

Ainda, segundo BARROS (2001), de modo a evitar confusão entre os passageiros - a qual pode levar a um aumento do tempo de espera e uma correspondente necessidade de aumento da área requerida ou decréscimo do nível de serviço - é importante que o passageiro seja direcionado ao lugar exato em que sua bagagem esteja sendo disponibilizada. Por esta razão, a prática corrente é de se utilizar apenas uma esteira para cada voo. No entanto, as esteiras existentes na maioria dos aeroportos provavelmente não serão suficientes para atender o número de bagagens dos passageiros transportados pelas NLA. Nestes terminais, faz-se necessária a utilização de duas esteiras para um único voo do A380. Este processo pode ser facilitado devido ao fato de a aeronave possuir dois andares, permitindo, desta forma, a separação e direcionamento da bagagem dos passageiros de cada andar para cada esteira específica.

Por consequência da adoção de duas esteiras como alternativa de melhoria da eficiência no processo de disponibilização da bagagem, considerou-se que cada esteira receberá metade do montante descarregado a cada período de 5 min. Assim, cada volume de 45 malas deverá ser alocado em cada esteira a uma taxa de 9 malas/min.

Neste ponto, uma última consideração deve ser feita tendo como base a probabilidade de o passageiro encontrar sua mala no exato momento em que chega à esteira. As 90 malas descarregadas atenderiam 75 passageiros (supondo-se 1,2 malas/pax) se pertencessem àqueles que estivessem na ARB quando do seu descarregamento. Como se sabe não ser provável tal taxa de restituição de bagagens, adotou-se uma taxa mais conservadora - 50 pax atendidos / 5 min - e crescente à medida que a probabilidade de o passageiro encontrar sua mala aumenta com o decréscimo do número de pessoas na ARB.

Analogamente ao processo de dimensionamento da sala de pré-embarque, utilizou-se o método MMS considerando o número de malas e passageiros processados independentemente. Na Tabela 18 estão dispostos os resultados encontrados a partir de todas as premissas descritas anteriormente:

Tabela 18 - Resultados encontrados pela aplicação do MMS - Área de Restituição de Bagagens.

<b>ÁREA DE RESTITUIÇÃO DE BAGAGENS - ARB</b>					
Horário	ARB chegada (pax)	Nº total de malas descarregadas	ARB processo (pax)	Nº total de malas acumuladas	ARB acum. (pax)
00:00	0	0	0	0	0
00:05	80	0	0	0	80
00:10	80	90	50	30	110
00:15	80	90	50	60	140
00:20	80	90	55	84	165
00:25	80	90	55	108	190
00:30	80	90	60	126	210
00:35	75	90	60	144	225
00:40	0	90	65	156	160
00:45	0	36	65	114	95
00:50	0	0	70	30	25
00:55	0	0	25	0	0
01:00	0	0	0	0	0
	<b>Total = 555</b>	<b>Total = 666</b>	<b>Total = 555</b>	<b>n<sub>malas</sub> = 156</b>	<b>n<sub>pax</sub> =225</b>

De acordo com a tabela anterior, o número máximo de malas nas esteiras acontecerá por volta de 40 minutos decorridos do desembarque e estima-se que seja aproximadamente 160, ou seja, 80 em cada esteira. A partir deste valor, pode-se determinar o comprimento recomendado para cada esteira ( $C_e$ ) a partir de uma estimativa de espaço ocupado por mala ( $S_m$ ):

$$C_e = 0,5 \cdot n_{malas} \cdot S_m$$

$$C_e = 0,5 \cdot 156 \cdot 0,7$$

$$C_e = 55 \text{ m}$$

De acordo com a FAA, uma esteira com as características de comprimento encontradas anteriormente ocupa dimensões aproximadas de 26 x 14 m.

Já a determinação da área necessária para a ARB deve levar em conta o número acumulado máximo de ocupantes do espaço em questão, desta forma, utilizando-se o espaço por ocupante igual a  $2 \text{ m}^2$ , definido por MEDEIROS (2004) como índice de dimensionamento para nível de serviço “A”, tem-se para o pico demonstrado no gráfico da Figura 21:

$$\text{Área útil} = n_{pax} \cdot 2,00$$

$$\text{Área útil} = 225 \cdot 2,00$$

$$\text{Área útil} = 450,00 \text{ m}^2$$

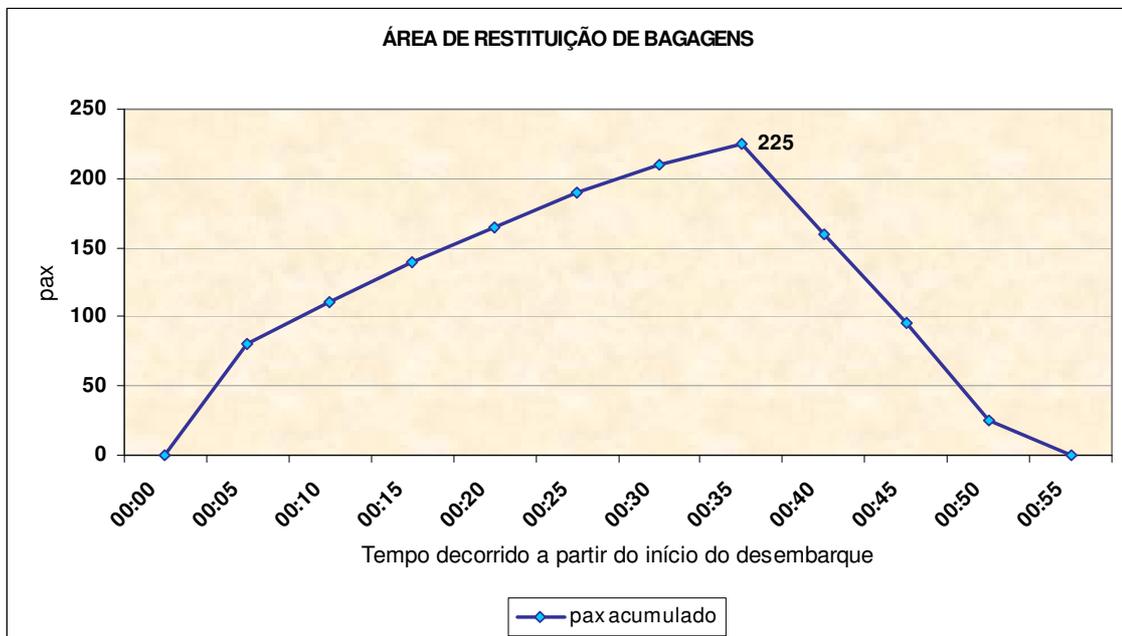


Figura 21 - Curva do número acumulado de passageiros na ARB.

Também de acordo com MEDEIROS (2004), que aponta o índice de carrinhos de transporte de bagagem igual a 80% do número total de passageiros, é possível se determinar a quantidade de carrinhos necessária ( $Q_c$ ):

$$Q_c = 555 \cdot 80\%$$

$$Q_c \approx 450 \text{ carrinhos}$$

Logo, a área total da ARB é dada por:

$$\begin{aligned} \text{Área}_{\text{ARB}} &= \text{Área}_{\text{útil}} + \text{Área}_{\text{esteiras}} + \text{Área}_{\text{carrinhos}} \\ \text{Área}_{\text{ARB}} &= 450,00 + 2 \cdot 40,00 + 90,00 \\ \text{Área}_{\text{ARB}} &\approx 650,00 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

## Área de alfândega

Conforme, MEDEIROS (2004), na alfândega, as bagagens do passageiro internacional são revistas manualmente por um agente a fim de realizar o controle da entrada de mercadorias no país. Neste estágio de desembarque internacional, o passageiro já passou pela imigração e área de restituição de bagagens.

No dimensionamento da área de alfândega, adotou-se o índice de 1,50 m<sup>2</sup> por usuário presente na área de alfândega no momento de maior solicitação. Este valor, porém, representa somente a área de circulação dos usuários - não englobando, desta forma, a área necessária para balcões de atendimento:

$$\begin{aligned} \text{Área}_{\text{circulação}} &= n_{\text{Alfândega}} \cdot 1,50 \\ \text{Área}_{\text{circulação}} &= 16 \cdot 1,50 \\ \text{Área}_{\text{circulação}} &= 24,00 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

A determinação da área necessária para a alocação dos balcões de atendimento depende principalmente do número de balcões a serem disponibilizados para a realização dos serviços de alfândega, que por sua vez depende do número de passageiros a serem vistoriados neste processo. Como o processo de vistoria de todos os passageiros desembarcados é impeditivo devido ao grande volume destes, considerou-se que a vistoria das bagagens é feita por amostragem cujo valor foi adotado como 20% do número de passageiros oriundos da área de restituição de bagagens a cada 5 min.

Deste modo, tendo com base o estudo do momento de maior solicitação - MMS - obtiveram-se os valores presentes na Tabela 19 e observou-se que serão necessários 2 balcões de atendimento (cada balcão com 2 atendentes e ocupando área aproximada de 30 m<sup>2</sup>) para a execução dos serviços de alfândega e com área necessária de:

$$\text{Área}_{\text{balcões}} = n_{\text{balcões}} \cdot 30,00$$

$$\text{Área}_{\text{balcões}} = 2 \cdot 30,00$$

$$\text{Área}_{\text{balcões}} = 60,00 \text{ m}^2$$

Assim,

$$\text{Área}_{\text{alfândega}} = \text{Área}_{\text{circulação}} + \text{Área}_{\text{balcões}}$$

$$\text{Área}_{\text{alfândega}} = 24,00 + 60,00$$

$$\text{Área}_{\text{alfândega}} \approx 90 \text{ m}^2$$

Tabela 19 - Resultados encontrados pela aplicação do MMS - Área de Alfândega.

<b>ÁREA DE ALFÂNDEGA</b>					
Horário	Alfândega chegada (pax)	Amostragem 20% (pax)	Alfândega processo (pax)	ARB acum. (pax)	Fila média por balcão (pax)
00:00	0	0	0	0	0,0
00:05	0	0	0	0	0,0
00:10	50	10	10	0	0,0
00:15	50	10	10	0	0,0
00:20	55	11	10	1	0,5
00:25	55	11	10	2	1,0
00:30	60	12	10	4	2,0
00:35	60	12	10	6	3,0
00:40	65	13	10	9	4,5
00:45	65	13	10	12	6,0
00:50	70	14	10	16	8,0
00:55	25	5	10	11	5,5
01:00	0	0	10	2	0,5
01:05	0	0	1	0	0,0
01:10	0	0	0	0	0,0
	<b>Total = 555</b>	<b>Total = 111</b>		<b><i>n</i><sub>Alfând.</sub> = 16</b>	

#### 4. AEROPORTO ANDRÉ FRANCO MONTORO - GUARULHOS

De acordo com WIKIPEDIA (2008b), o Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos - Governador André Franco Montoro é o principal e o mais movimentado aeroporto do Brasil. Está localizado na cidade de Guarulhos, no bairro de Cumbica, distante 25 quilômetros do centro de São Paulo, principal metrópole que o aeroporto serve.

Considerado um *hub* na América do Sul, o AISP/GRU ocupa uma área de aproximadamente 14 km<sup>2</sup>, sendo o maior aeroporto do Brasil e o segundo maior do Hemisfério Sul em vôos internacionais, atrás apenas do Aeroporto Internacional de Sydney. No transporte de carga, é o maior da América Latina e ocupa a 36<sup>a</sup> posição entre os mais movimentados do mundo. Apesar destes números, é o terceiro maior aeroporto do mundo em número de vôos atrasados, segundo pesquisa realizada pela revista Forbes em janeiro de 2008.

Mais de 40 diferentes modelos de aeronaves utilizam as duas pistas do aeroporto, uma com 3.700 metros e outra de 3.000 metros de extensão, que recebem, em média diária, 475 operações de pouso e decolagem.

Conforme se pode observar na Figura 22, toda estrutura para passageiros é dividida em dois terminais (TPS1, com 87.850 m<sup>2</sup> e o TPS2, com 91.940 m<sup>2</sup>), possuindo capacidade total de 17 milhões de passageiros/ano. Segundo o plano diretor do aeroporto, há previsão de construção do terceiro terminal de passageiros (TPS3) e da terceira pista de pouso/decolagem. No aeroporto, atualmente encontram-se 33 companhias aéreas nacionais e internacionais, que operam vôos procedentes e com destino a 26 países e 117 cidades nacionais e estrangeiras.



Figura 22 - Vista aérea do AISP/GRU  
Fonte: GOOGLE, 2008

#### **4.1. Lado aéreo**

O lado aéreo do Aeroporto Internacional de São Paulo, de modo a prover infra-estrutura para as operações de aeronaves tipo NLA, provavelmente é o que sofrerá alterações mais perceptíveis quando comparadas com as mudanças efetuadas na parte do TPS. Isso se deve, principalmente, à regulação imposta pela FAA e ICAO quanto aos requisitos geométricos de pista de pouso/decolagem, pista de rolamento e pátio e à ausência de regulação específica no que tange às características das instalações do TPS. Deste modo, analisaram-se inicialmente os componentes do lado aéreo existentes no AISP/GRU frente ao recomendado pelas autoridades aeronáuticas para operações com aeronaves tipo VI, em pista letra-código “F”.

##### **4.1.1. Pista e acostamentos**

Conforme o COMANDO DA AERONÁUTICA (2002), o AISP/GRU possui atualmente duas pistas de pousos e decolagens paralelas - com decalagem de 500 m entre as cabeceiras - sendo uma com 3.000 m de comprimento (09R/27L) e a outra com 3.700 m (09L/27R). A separação entre os eixos das pistas é de 375 m.

Como a separação entre os eixos das pistas não é suficiente para garantir operações simultâneas de pouso/decolagem em cada pista, tem-se que a utilização do A380 não impactará nas operações da torre de controle, salvo a questão da distância de seguimento entre aeronaves quando das operações de pouso ou decolagem. Estudos realizados pelo fabricante sugerem alterações na separação entre as aeronaves quando o A380 for a aeronave líder. Na Tabela 20, segue um comparativo entre os padrões ICAO de separação e as alterações propostas pelo fabricante:

Tabela 20 - Considerações de separação entre aeronaves para o A380.

<b>DISTÂNCIA DE SEGUIMENTO ENTRE AS AERONAVES</b>			
<b>AERONAVE LÍDER</b>	<b>AERONAVE SEGUIDORA</b>	<b>SEPARAÇÃO - ICAO</b>	<b>SEPARAÇÃO - A380</b>
PESADA Peso > 136t	Pesada	4 nm <sup>7</sup>	6 nm
	Intermediária	5 nm (2 min)	8 nm
	Leve	6 nm (3 min)	10 nm
INTERMEDIÁRIA 7t < Peso ≤ 136t	Pesada	3 nm	Sem alterações
	Intermediária	3 nm	-
	Leve	5 nm (3 min)	-
LEVE Peso ≤ 7t	Pesada	3 nm	Sem alterações
	Intermediária	3 nm	-
	Leve	3 nm	-

Já quanto aos requisitos geométricos referentes ao comprimento de pista, estimou-se com base nos ábacos fornecidos pelo fabricante, considerando-se a operação do A380 com peso máximo de decolagem (PMD) e rota com destino aos países europeus, o comprimento de 4.300 m. Adicionalmente, a ICAO/FAA recomenda para operações de aeronaves tais como o A380, uma largura de pista de 60 m (desconsiderando-se os acostamentos).

Atualmente, a pista 09L/27R, a qual é a mais extensa, possui dimensões de 3.700 m de comprimento por 45 m de largura excetuando-se os acostamentos. Estas dimensões ficam aquém do comprimento estimado e da largura recomendada. Embora a estimativa do comprimento de pista pareça bastante conservadora, serão necessários estudos mais aprofundados sobre o assunto para que se obtenha um comprimento ótimo para as operações do A380 no aeroporto.

#### **4.1.2. Taxiways e acostamentos**

Embora o plano diretor preveja a existência de duas pistas de rolamento paralelas para fluir o tráfego entre as pistas de pouso e decolagem e os pátios, o AISP/GRU apresenta *taxiway* única e paralela às pistas 09R/27L e 09L/27R e cujos 23 m de largura

<sup>7</sup> nm - milha náutica (1.852 metros).

satisfazem as recomendações necessárias para uma pista letra-código “E”. Entretanto, para a operação das NLA, a FAA preconiza *taxiways* com largura de 30 m e a ICAO, largura mínima para as pistas de rolamento deve ser de 25 m e a distância entre a roda mais externa do trem de pouso principal e o limite lateral das referidas pistas seja superior a 4,5 m.

Ao se considerar os parâmetros necessários determinados pelas autoridades de aviação civil - FAA e ICAO - tem-se que a pista de táxi não atende aos pré-requisitos geométricos necessários para a operação do A380.

#### **4.1.3. Separação entre pista e *taxiway***

A separação entre os eixos da pista de pouso/decolagem e a pista de rolamento deve ser tal que garanta distância mínima entre as pontas de asa das aeronaves que estiverem trafegando nas duas pistas simultaneamente. No Aeroporto Internacional de São Paulo esta separação é de 182,5 m, a qual corresponde à distância recomendada pela ICAO em aeroportos com pistas letra-código “E”.

Para a operação das aeronaves tipo VI, a FAA especifica separação de 600 ft (182,88 m) e a ICAO, para pistas instrumentadas letra-código “F”, recomenda separação mínima de 190 m. Desta forma, tomando como base estes indicadores, observa-se que a configuração de pista de pouso/decolagem e *taxiway* não atende às recomendações previstas.

#### **4.1.4. Pátio e serviços de apoio**

De acordo com SANTANA (2002), quanto ao pátio de estacionamento de aeronaves, o AISP/GRU, possui dois terminais de passageiros, duas áreas de estacionamento remotas e uma área de terminal de carga.

Cada terminal de passageiros possui a forma de um *finger*, com onze posições de parada cada um, sendo que apenas as três posições da extremidade do *finger*, podem receber aeronaves maiores do que o Boeing 767 - aeronave tipo IV segundo a FAA.

Este fato deve-se à proposta inicial para a qual o aeroporto fora planejado, aquela de atender vôos somente dos países do cone sul.

Também, segundo afirma a INFRAERO (1994), a posição de estacionamento a 45° nos terminais 1 e 2 resultaria na perda de duas posições adjacentes e isso, por conseqüência, geraria perda de capacidade do pátio. Esta perda poderia ser mitigada com a utilização de mais pontes de embarque, fato que reduziria o tempo de permanência da aeronave na posição de parada. Vários estudos concernentes ao tempo de embarque e desembarque de passageiros têm sido efetuados de modo a apontar a forma ideal de alocação de passageiros na aeronave, e um ponto em comum nestes estudos é a presença de três pontes de embarque de passageiros.

Não obstante, a redução do tempo de permanência da aeronave no *gate*<sup>8</sup> devida à utilização de três pontes de embarque permitiria uma redução nas tarifas aeroportuárias relativas à ocupação das posições de parada.

Atualmente, a quantidade de pontes de embarque disponível nas posições de parada destinadas à acomodação das NLA é bastante restritiva. Já quanto à localização destas posições no pátio, considerando-se as pistas de rolagem existentes, será necessário definir rotas específicas para aeronaves com envergadura superior a 75 m, as quais, quando estacionadas, impedirão o uso da pista de acesso ao pátio. PORTO & LOPES (1997).

## 4.2. Lado terrestre

O lado terrestre do Aeroporto Internacional de São Paulo é composto por dois terminais de passageiros (TPS 1 e TPS 2) com capacidade para movimentar 17 milhões de passageiros/ano. No planejamento de ampliação do aeroporto consta a construção do terceiro terminal, que ampliará a capacidade de atendimento do aeroporto de 17 para 29 milhões de passageiros/ano. INFRAERO (2008f).

---

<sup>8</sup> Portão de embarque.

#### **4.2.1. Terminal de passageiros**

Primeiramente, de modo a se fazer um comparativo entre a geometria das instalações existentes no terminal de passageiros e os parâmetros calculados neste trabalho, analisar-se-á cada instalação em separado, conforme a seguir:

##### **Área de *check-in***

Conforme previamente dimensionado, o número de balcões necessários para a realização das atividades referentes ao *check-in* é igual a 10. Valor similar também foi obtido por PORTO & LOPES (1997), a partir da consideração do tempo de atendimento igual a 2,5 minutos por passageiro e com tempo de espera na fila não superior a 20 minutos.

De acordo com as plantas de arquitetura concernentes ao projeto executivo do TPS1 e do TPS2 e seus respectivos *fingers*, existe - entre outros conjuntos menores - um conjunto de 14 balcões para *check-in* em cada asa. Um destes conjuntos poderia ser disponibilizado integralmente para o atendimento aos passageiros das NLA.

Deste modo, tem-se que o espaço físico não é restritivo, porém, faz-se necessário que as companhias aéreas disponibilizem atendimento prioritário aos passageiros das NLA - seja por meio de balcões exclusivos ou horários diferenciados dos vôos - uma vez que os atrasos no processamento destes provocarão, com certeza, efeitos indesejáveis no nível dos serviços fornecidos pelo aeroporto.

##### **Área de vistoria de passaportes - AVP**

O levantamento da área disponível para a acomodação dos passageiros quando das atividades de vistoria de passaportes foi também baseado nas plantas de arquitetura do AISP/GRU. A área levantada foi de aproximadamente 225 m<sup>2</sup>, abrangendo 12 postos de atendimento para o TPS2 e 200 m<sup>2</sup> abrangendo 8 postos de atendimento para o

TPS1. Face ao valor de 75 m<sup>2</sup> previamente calculado para 4 postos de atendimento, os requisitos de infra-estrutura relativos às instalações da área de vistoria de passaportes parecem atender às necessidades impostas pela operação das NLA.

Contudo, este número deve ser visto com cautela, pois os postos de atendimento são responsáveis pela vistoria de passaporte de todos os passageiros com embarque em vôos internacionais no terminal em questão. Aparentemente suficientes, a área e o número de balcões disponíveis podem representar “gargalos” quando houver vôos com horários de partida coincidentes com as operações das NLA.

### **Área de vistoria de segurança**

As áreas de vistoria de segurança dos passageiros com embarque em vôos internacionais do Aeroporto Internacional de São Paulo dispõem de 4 balcões de atendimento para o TPS2 e 3 para o TPS1, situados em áreas de aproximadamente 170 e 130 m<sup>2</sup>, respectivamente.

Estes parâmetros relativos às dimensões e quantidade de balcões existentes, assim como no caso da área de vistoria de passaportes, é suficiente para atender aos requisitos de 108 m<sup>2</sup> de área necessária e 3 balcões de atendimento determinados anteriormente neste trabalho. Entretanto, da mesma forma que a AVP, podem existir “gargalos” decorrentes de processamento simultâneo de passageiros com embarque em vôos com horários coincidentes.

### **Salas de pré-embarque**

A escolha da sala de pré-embarque a ser avaliada dependeu exclusivamente da posição prevista de parada do A380 no pátio do AISP/GRU. Conforme o plano diretor deste aeroporto, as posições de parada previstas para aeronaves maiores se encontram nas extremidades do *finger* e, por esta razão, escolheram-se as salas de pré-embarque adjacentes aos portões de embarque das referidas posições. Adicionalmente, como a planta de arquitetura

não preconiza existência de divisórias nas salas de pré-embarque avaliadas, considerou-se a área total da instalação relacionada ao número de posições de parada a serem atendidas.

A dimensão das salas de pré-embarque da extremidade dos *fingers* é da ordem de 1.800 m<sup>2</sup> cada. Estas salas são responsáveis pelo atendimento de 4 e 5 posições de parada no TPS1 e no TPS2, respectivamente. Diante da necessidade calculada de 900 m<sup>2</sup> para acomodação dos passageiros a embarcarem no A380, a dimensão obtida é bastante satisfatória quando não se considera fluxos simultâneos de passageiros de vôos com horários de partida próximos entre si.

Ainda no estudo das salas de pré-embarque, como estas instalações são utilizadas de forma conjunta pelos passageiros de outras aeronaves ocupantes das posições de parada adjacentes, pode-se efetuar um cálculo de capacidade máxima para cada sala analisada considerando-se provimento de serviços classificados como “A”:

$$\text{Capacidade}_{\text{pax}} = 1.800 \div 1,60 \approx 1.100 \text{ passageiros}$$

Isto significa que, no momento do embarque dos passageiros em vôos operados por aeronaves tipo NLA - considerando-se operação não simultânea de duas ou mais NLA por TPS - metade de toda área da sala de pré-embarque destinada a atender 4 ou 5 posições de parada estará ocupada, restando assim capacidade de atendimento de mais 550 passageiros. Dependendo da coincidência entre o horário de operação de aeronaves *wide-body* e o A380, esta capacidade de atendimento pode ser insuficiente frente ao número de passageiros que utilizarão as referidas instalações.

## **Imigração**

A área de imigração concentra-se na parte térrea do AISP/GRU bem como as demais instalações subsequentes no processamento de passageiros, tais como área de restituição de bagagens e área de alfândega, até a efetiva chegada dos passageiros no saguão de desembarque. De acordo com o dimensionamento executado sob a premissa de taxa de 20 passageiros desembarcados por minuto e 1 passageiro atendido a cada 30 segundos, obteve-se

o valor de área mínima para esta instalação igual a 115 m<sup>2</sup> contemplando 8 postos de atendimento.

As áreas de controle de passaporte (termo utilizado na planta de arquitetura do aeroporto) possuem área aproximada de 740 m<sup>2</sup> e 12 postos de atendimento aos passageiros, sendo uma para cada TPS. Estas áreas são mais do que suficientes para processamento dos passageiros provenientes do desembarque da NLA em questão, salvo hipótese de interferência com fluxos de passageiros provenientes de outros vôos, fato que com certeza provocaria aumento no tempo de espera na fila e conseqüente redução do nível de serviço oferecido pelo aeroporto.

### **Área de restituição de bagagens**

Uma vez efetuadas as operações referentes à legalização da entrada dos passageiros no país, estes seguirão para as áreas de restituição de bagagem, as quais, no caso do AISP/GRU, são 3 em cada TPS e encontram-se adjacentes a estas áreas. No levantamento prévio das necessidades de espaço e tamanho das esteiras, obtiveram-se a área necessária de 650 m<sup>2</sup> e comprimento total das esteiras igual a 110 m.

Estes valores vão ao encontro dos resultados obtidos por PORTO & LOPES (1997) quando da análise dos impactos trazidos pela operação das NLAs no principal aeroporto brasileiro, os quais admitem como suficiente uma esteira com 110 m de perímetro total para processar a demanda. Não obstante, quanto maior o comprimento das esteiras, menor o risco de que possíveis atrasos provoquem inconvenientes relacionados a congestionamentos nas proximidades destas.

Ao se considerar as áreas de restituição de bagagens imediatamente à direita da saída da área de imigração, no caso do TPS2, e imediatamente à esquerda da saída da área de imigração, no caso do TPS1, obtiveram-se áreas aproximadas de 860 m<sup>2</sup> e esteiras com comprimento total aproximado de 180 m. Estes valores permitem atendimento aos requisitos levantados anteriormente e, tendo-se em vista que as operações de restituição de bagagens são exclusivas para cada vôo e, portanto, não há interferência entre fluxos de passageiros

desembarcados de outras aeronaves, desse modo, a área disponibilizada atende satisfatoriamente os requisitos em questão.

### **Área de alfândega**

Por fim, a área de alfândega calculada para o atendimento dos passageiros desembarcados do A380 foi de 90 m<sup>2</sup> abrangendo 4 postos de atendimento. Este valor foi obtido tendo como consideração inicial a taxa de atendimento de 20% do número total de passageiros desembarcados e fila máxima por agente de 10 passageiros.

Já o Aeroporto Internacional de São Paulo contempla, para cada TPS, instalação de alfândega constituída de 280 m<sup>2</sup> de área e 8 balcões de atendimento com 7 m de comprimento, dimensão esta que comporta até 3 atendimentos simultâneos por balcão. Desta forma, tem-se que as instalações disponíveis atendem com determinada folga - supondo-se atendimento exclusivo - aos passageiros provenientes do vôo de uma NLA. Porém, como as áreas de alfândega concentram fluxos de passageiros oriundos de todos os desembarques internacionais, é preciso levantar a capacidade máxima de atendimento desta instalação e verificar se, principalmente em horários de pico, esta capacidade não será ultrapassada quando houver desembarques originados de operações de NLA no aeroporto.

## 5. AEROPORTO ANTÔNIO CARLOS JOBIM - RIO DE JANEIRO

Conforme WIKIPEDIA (2008c), o Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro/Galeão - Antonio Carlos Jobim é o maior aeroporto da cidade do Rio de Janeiro e o segundo mais movimentado do país em vôos internacionais de passageiros. Localizado na ilha do Governador, Zona Norte do município, a aproximadamente 20 km do centro, é a principal porta de entrada para o Brasil, haja vista que cerca de 40% dos turistas estrangeiros que visitam o país escolhem o Rio como destino, desembarcando neste aeroporto.

O complexo aeroportuário, administrado pela INFRAERO desde 1987, ocupa área de 18 km<sup>2</sup> e compreende o Sistema Terminal de Passageiros, Pistas e Pátios, Terminal de Carga Aérea, Área Industrial de Manutenção, Instalações de Proteção ao Vôo e Vias de Acesso. Também, o AIRJ/GIG recebe todos os vôos internacionais e nacionais que servem ao Rio de Janeiro, exceto vôos da ponte aérea e aqueles que partem de, e para cidades do interior do estado.

Conforme pode-se observar na Figura 23, o complexo apresenta dois terminais de passageiros (TPS1 e TPS2), com capacidade para 7 milhões e 8 milhões de passageiros, respectivamente e planeja-se para 2018 a entrada em operação da 1ª fase do Terminal 3, que elevará a capacidade nominal do sistema para 35 milhões de passageiros por ano, suficiente para o atendimento da demanda prevista para 2025.

O aeroporto ainda é servido por um dos maiores, mais modernos e bem aparelhados Terminais de Logística de Carga do continente. Trata-se do quarto terminal de carga mais movimentado do país, responsável por 6,2% do fluxo total desta natureza nos aeroportos brasileiros em 2007. A Base Aérea do Galeão fica situada em seu perímetro.



Figura 23 - Vista aérea do AIRJ/GIG.  
Fonte: GOOGLE, 2008.

## **5.1. Lado aéreo**

Com base na INFRAERO (2008g), o lado aéreo do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro compreende as pistas 15/33, pavimentada em asfalto e com extensão de 3.180 m e a 10/28, com superfície em concreto e extensão de 4.000 m além das respectivas pistas de rolagem e pátio de manobras das aeronaves. Segundo publicação institucional da INFRAERO, a adequação do sistema de pistas e pátio para a operação do A380 tem término previsto para março/2010.

Analogamente ao processo realizado para o AISP/GRU, efetuar-se-á análise do AIRJ/GIG tendo como base os parâmetros referentes à geometria do lado aéreo existente no aeroporto.

### **5.1.1. Pista e acostamentos**

Conforme efetuado anteriormente, o cálculo do comprimento útil de pista teve como condição preliminar a operação do A380 em vôos com destino a Paris e Frankfurt e peso de decolagem igual ao PMD. A partir destas considerações obteve-se o valor necessário para o comprimento de pista de aproximadamente 3.300 m. Este comprimento útil mínimo requerido é atendido pelos atuais 4.000 m existentes na pista 10/28.

Já as recomendações ICAO/FAA concernentes à largura da pista, conforme mencionado no item 3.2.1.1 deste trabalho, prescrevem para uma aeronave como o A380, uma largura de pista de 60 m (desconsiderando-se os acostamentos). Deste modo, a referida pista deverá ter seus 45 m existentes ampliados até a dimensão mínima recomendada.

Neste ponto, é importante salientar que, quando se menciona o termo pista, está se referindo ao conjunto pavimento e estrutura capaz de fornecer condições de suporte às cargas provocadas pela operação da aeronave. Assim, para um aumento da largura da pista, de 45 para 60 m, será necessária a construção de uma estrutura de pista de 15 m de largura antes

da construção dos acostamentos com largura mínima de 7,5 m cada, conforme previsto pela ICAO/FAA.

### **5.1.2. *Taxiway* e acostamentos**

A *taxiway* da pista 10/28 do AIRJ/GIG apresenta largura de 23 m. Esta dimensão satisfaz as recomendações necessárias para uma pista letra-código “E”. Entretanto, conforme mencionado no item 4.1.2, para operações de aeronaves tipo VI a FAA preconiza *taxiways* com largura de 30 m e, segundo a ICAO, para pistas letra-código “F” a largura mínima deve ser de 25 m e a distância entre a roda mais externa do trem de pouso principal e o limite lateral das referidas pistas seja superior a 4,5m.

Ao se analisar a pista de rolamento sob os parâmetros recomendados, mesmo possuindo largura total - considerando-se os acostamentos - de 43 m, esta não satisfaz as recomendações ICAO/FAA.

### **5.1.3. Separação entre pista e *taxiway***

Conforme anteriormente citado no item 4.1.3, para a operação das aeronaves tipo VI, a FAA especifica separação de 600 ft (182,88 m) e a ICAO, para pistas instrumentadas letra-código “F”, recomenda separação mínima de 190 m. Executando-se o levantamento da distância existente entre a pista de pouso/decolagem 10/28 do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro e sua respectiva *taxiway*, obteve-se o valor aproximado de 260 m.

Nesse sentido, tem-se que o parâmetro geométrico referente à separação entre pista e *taxiway* satisfaz a regulação imposta pela ICAO/FAA.

#### **5.1.4. Pátio e serviços de apoio**

O pátio do AIRJ/GIG possui área aproximada de 710.000 m<sup>2</sup> e dispõe de 53 posições de estacionamento para aeronaves. Destas, apenas 23 são atendidas por pontes de embarque - sendo duas para cada posição.

Ao se considerar a operação das NLA neste aeroporto, duas pontes de embarque serão bastante restritivas para o processamento dos passageiros do interior da aeronave para o TPS no momento do desembarque e da sala de pré-embarque ao interior da aeronave quando da realização do embarque, tendo em vista a relação entre o número de passageiros processados e o tempo decorrido para a conclusão destas operações. Nesse sentido, assim como ocorre nos principais aeroportos que operam com o A380 em vôos comerciais e com relativa frequência, a utilização de três pontes de embarque é inevitável para que - com objetivo de fornecer nível de serviço adequado - seja garantida eficiência no processamento dos passageiros.

#### **5.2. Lado terrestre**

O lado terrestre do AIRJ/GIG contempla dois terminais de passageiros (TPS1 e TPS2), com capacidade para 7 milhões e 8 milhões de passageiros, respectivamente. Segundo a INFRAERO (2007), com a complementação do Terminal 2 e reforma total do Terminal 1, os terminais de passageiros passarão a ter capacidade nominal de 20 milhões de passageiros por ano. Essa capacidade considera a atual distribuição de embarques e desembarques ao longo do dia e é inferior à capacidade máxima dos terminais, que é aquela que pode ser obtida com maior número de vôos nos períodos subutilizados nos terminais.

### **5.2.1. Terminal de passageiros**

Para efeitos de verificação das instalações existentes nos terminais de passageiros, efetuar-se-á um comparativo entre a geometria e a infra-estrutura presente nas instalações e a previamente estimada, tendo como referência as necessidades dos passageiros provenientes dos vôos operados por aeronaves tipo NLA. Assim, analisaram-se as instalações a seguir:

#### **Área de *check-in***

De acordo INFRAERO (2008), o número total de balcões de *check-in* existentes no AIRJ/GIG é 171. Este número é bastante satisfatório frente aos 10 balcões necessários para a realização do procedimento de *check-in* dos passageiros com embarque previsto em aeronaves tipo NLA. Entretanto, a disponibilização exclusiva de 10 balcões para o atendimento destes passageiros pode vir a ser o principal problema para as companhias aéreas, uma vez que a duração prevista das operações de *check-in* é da ordem de 2 horas e neste intervalo de tempo é bastante provável que a empresa opere mais vôos. Uma solução para este problema é a alocação de vôos de aeronaves tipo NLA em horários de baixo movimento de passageiros no terminal.

#### **Área de vistoria de passaportes - AVP**

A verificação dos parâmetros de infra-estrutura referentes à área de vistoria de passaportes teve como base a planta de arquitetura do TPS2 do AIRJ/GIG. Por meio desta planta, levantou-se a área aproximada de 320 m<sup>2</sup>, abrangendo 6 postos de atendimento.

Os parâmetros supracitados foram levantados para a entrada do embarque internacional que se encontra na região reversível internacional/doméstico, localizada na região central do TPS2. Embora não seja a entrada principal para o embarque internacional,

esta via de acesso às salas de pré-embarque pode se tornar uma alternativa interessante para o processamento exclusivo dos passageiros das NLA.

Deste modo, a área encontrada para a AVP atende às necessidades estimadas para a realização da vistoria de passaporte dos 555 passageiros provenientes do processo de *check-in*, pois, conforme previamente calculado, a necessidade de espaço é da ordem de 75 m<sup>2</sup> considerando-se 3 postos de atendimento.

### **Área de vistoria de segurança**

Uma vez realizada a vistoria de passaportes dos passageiros, o processo subsequente é a realização da vistoria de segurança, também chamada de controle de acesso. Na entrada situada na região reversível para embarque internacional/doméstico do TPS2 do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro, este controle constitui-se de 2 esteiras para a realização do Raio-X da bagagem de mão e de 2 detectores de metal adjacentes a estas. A área existente para a realização deste procedimento é de 160 m<sup>2</sup>.

De acordo com as estimativas de infra-estrutura e espaço para esta instalação, encontrou-se valor necessário de 108 m<sup>2</sup> e também, a necessidade de 3 esteiras para a realização do Raio-X da bagagem de mão dos passageiros. Assim, embora a instalação disponha de apenas 2, é possível a implantação de mais uma, dada a margem disponível de aproximadamente 50 m<sup>2</sup> entre a área existente e a necessária para a realização dos serviços de controle de acesso.

### **Salas de pré-embarque**

Ainda segundo a planta de arquitetura do TPS2 do AIRJ/GIG, a sala de pré-embarque escolhida para fins de quantificação da área disponível foi a sala de pré-embarque da região reversível internacional/doméstico adjacente às instalações da área de vistoria de segurança - segmento C deste terminal.

Esta instalação apresenta área útil aproximada de 980 m<sup>2</sup> e atende aos 900 m<sup>2</sup> estimados para a acomodação dos 555 passageiros previstos para o embarque no A380. Também, o dimensionamento da área necessária teve caráter conservativo e considerou a lotação máxima da referida sala, situação que será atingida somente se a liberação do embarque na aeronave ocorrer após a chegada do último passageiro na instalação. Em caso negativo, pode-se precisar de menos espaço uma vez que a lotação máxima da sala de pré-embarque não será atingida.

## **Imigração**

Ao se iniciar o processo de análise das atividades subseqüentes do desembarque dos passageiros, tem-se que o primeiro processo a ser realizado é o controle de imigração. No Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro a área destinada à realização deste processo encontra-se na parte C do mezanino e tem por objetivo a unificação do controle de passaporte dos passageiros provenientes de todos os vôos internacionais destinados ao aeroporto. De acordo com a planta de arquitetura do mezanino do AIRJ/GIG, a área disponível é de aproximadamente 700 m<sup>2</sup> e existem no local 8 balcões de atendimento - cada um com capacidade para 2 atendentes.

Ao se fazer um comparativo entre os requisitos recomendados para o processamento das atividades de controle de imigração dos passageiros e os existentes, observa-se que a instalação atende com folga aos 115 m<sup>2</sup> e 4 balcões de atendimento propostos no dimensionamento prévio para o local. Porém, analogamente às instalações em que ocorre confluência dos fluxos de passageiros procedentes de diversos vôos, deve-se alocar desembarques de passageiros provenientes de aeronaves tipo NLA em horários em que o movimento é menor, de forma a manter o nível de serviço esperado sem haver a necessidade de superdimensionamento da infra-estrutura da instalação.

### **Área de restituição de bagagens**

Segundo planta de arquitetura do piso térreo do TPS2, existem 5 áreas de restituição de bagagens - também chamadas de áreas de recuperação de bagagens. Cada ARB possui 2 esteiras com comprimento em torno de 70 m e apresenta dimensões similares às outras, consistindo de aproximadamente 1.000 m<sup>2</sup>. Conforme cálculo prévio - embora dependente de parâmetros estatísticos referentes à probabilidade de o passageiro encontrar sua bagagem imediatamente após sua chegada na ARB - estimou-se área necessária de 650 m<sup>2</sup> e comprimento total de esteiras igual a 110 m. Para facilitar o processo de encontro da bagagem, é importante a utilização de uma esteira para cada andar da aeronave, de modo que cada passageiro possa se dirigir à esteira certa para recolher sua bagagem, conseqüentemente diminuindo o tempo de permanência no local.

Assim, os parâmetros de infra-estrutura apresentados pelas instalações em questão satisfazem às necessidades calculadas no que se refere ao provimento de área útil, bem como comprimento de esteira disponível, aos passageiros em processo de recuperação de bagagem.

### **Área de alfândega**

Por fim, o AIRJ/GIG possui no TPS2, duas áreas de alfândega cujos valores de área - 750 e 1.500 m<sup>2</sup> - foram retirados da planta de arquitetura do referido terminal de passageiros. Cada área de alfândega é responsável pelo atendimento específico dos passageiros provenientes de determinadas áreas de restituição de bagagens. No caso de passageiros provenientes de operações de aeronaves tipo NLA, as dimensões de cada área em questão são suficientes para o atendimento destes quando se considera atendimento exclusivo, o que se sabe não ser verdade devido à coincidência de horários de chegada de alguns vôos internacionais.

Deste modo, as instalações em questão atendem à estimativa de 90 m<sup>2</sup> necessários para a realização de atividades de alfândega em passageiros oriundos do desembarque das NLA.

## 6. FLEXIBILIZAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES DA ICAO E FAA

As recomendações da ICAO e da FAA partem inicialmente da divisão dos diversos tipos de aeronaves em classes, as quais a ICAO define - segundo o Anexo XIV - como sendo de “A” a “F” e a FAA - por meio da Advisory Circular 150/5300 - considera como pertencentes aos grupos de I a VI. O A380 é classificado como ICAO código F e FAA grupo VI.

Conforme GENOTTIN & BURGER (2006), é importante notar que a infraestrutura requerida para a operação das aeronaves é baseada nas dimensões da maior aeronave do grupo e isto pode significar que a infra-estrutura para determinado grupo pode estar superdimensionada em relação ao que seria necessário para promover a acomodação segura de uma aeronave específica. Este é o caso do A380.

Deste modo, surge a necessidade de se buscar, principalmente por questões de viabilidade econômica, novas especificações que, embora não se ajustem às recomendações ICAO/FAA, permitam que pequenas modificações permitam uma operação segura das NLA nos principais aeroportos do mundo. Este processo é reconhecido pela ICAO e pela FAA, que permitem que seja desenvolvida infra-estrutura customizada para operações de uma aeronave específica com base em estudos aeronáuticos que garantam o atendimento do nível desejado de segurança.

Assim, segundo ICAO (2005), com o objetivo de facilitar a introdução das NLA nos aeroportos existentes, várias autoridades européias de aviação civil deram início a estudos específicos. O AACG<sup>9</sup> (*A380 Airport Compatibility Group*), que compreende Inglaterra, França, Alemanha e Holanda, foi formado de modo a assegurar que as recomendações e materiais de direcionamento fossem publicados de maneira coordenada. Ao final de 2002, o AACG publicou o *Common Agreement Document*, documento com finalidade de apontar maneiras para facilitar as operações das NLA de modo seguro em

---

<sup>9</sup> O AACG é um grupo formado com o objetivo de promover um posicionamento comum entre seus membros - com respeito às aplicações das recomendações ICAO - no que tange à infra-estrutura necessária às operações do A380 na maioria dos aeroportos europeus.

aeroporos que não atendessem os requisitos da categoria F. As especificações provenientes do documento acabaram sendo um meio-termo entre os códigos “E” e “F” da ICAO.

Alguns exemplos de flexibilização dos parâmetros de infra-estrutura mínima recomendada para o lado aéreo podem ser percebidos principalmente quanto às configurações de pista e pouso e decolagens e a de táxi. A seguir, têm-se algumas mudanças propostas pelo AACG:

### **Largura de pista**

O Anexo XIV prescreve largura mínima de pista para operações de aeronaves de categoria F como sendo 60 m. A esta largura devem ser somados os acostamentos de, no mínimo, 7,5 m.

Já o *Common Agreement Document*, preconiza que as pistas que possuem 45 m de largura e acostamentos com 7,5 m (Categoria “E”) devem apenas ser alargadas com a construção de acostamentos-extras de 7,5 m em ambos os lados. Estes acostamentos servirão para proteção contra ingestão de FODs e erosões causadas pela exaustão das turbinas, bem como fornecerão suporte aos veículos terrestres de combate a incêndio, por exemplo.

Em princípio, geometricamente as dimensões necessárias não se alteraram uma vez que ambas as configurações apresentam 75 m de largura total, porém, deve-se atentar para a questão da capacidade de suporte do pavimento. Quando a ICAO considera uma largura de 60 m de pista, esta se refere à plena capacidade de suporte em toda a sua dimensão, sendo, portanto necessária a construção de mais 15 m de largura de pista além dos acostamentos preconizados, os quais possuem cerca de metade da capacidade de suporte da pista. Já pelas recomendações do AACG, basta apenas a construção de mais duas faixas de acostamento - uma de cada lado - na pista existente. Isso representa redução nos custos de compatibilização da infra-estrutura aeroportuária às operações do A380.

### **Largura da *taxiway***

Conforme já mencionado anteriormente, a ICAO preconiza que a largura mínima para as pistas de rolamento, quando da operação das NLA, deve ser de 25m e a distância mínima entre a roda mais externa do trem de pouso principal e o limite lateral da referida pista seja superior a 4,5m. Também, a largura total da pista somada às suas margens de segurança não deve ser inferior a 60 m.

Vários estudos realizados pelo AACG em aeroportos de todo o mundo demonstraram que o A380 pode operar com segurança em pistas de táxi categoria E, ou seja, com 23 m de largura, de tal forma que a largura total da pista, somada às suas margens de segurança não seja inferior a 44 m desde que disponham de formas de orientação ao piloto, tais como marcas e luzes de centro ou modos equivalentes de orientação em condições noturnas ou de pouca visibilidade.

### **Separação entre pista e *taxiway* paralela**

A separação entre pista e *taxiway* paralela para a categoria “F” é dada pela ICAO como sendo 115 m para pistas não instrumentadas e 190 m para pistas instrumentadas. Também, para a categoria “E” as separações correspondem a 107,5 m e 182,5 m respectivamente.

O AACG considera que a separação de 190 m para pistas instrumentadas pode ser demasiadamente conservativa. A regulamentação original da FAA, por exemplo, especificava uma separação de 600 ft (182 m) para os aeroportos americanos que operam com aeronaves tipo VI, porém, estes valores já foram alterados para 550 ft (167 m) em pistas instrumentadas tipo CAT II/III e 500 ft (152 m) para tipo CAT I.

Por fim, em aeroportos alternativos para o A380 ou que comportarão pequeno número de operações deste tipo de aeronave, parece claro que será praticamente inviável - em termos financeiros - prover o cumprimento das recomendações da ICAO. Desta

forma, estudos realizados pelo AACG têm como objetivo principal fornecer novos procedimentos e restrições operacionais a serem implementados de modo a colaborar com a operação das NLA sem sobrecarregar os aeroportos com o elevado custo das mudanças de infra-estrutura.

## 7. VIABILIDADE DE OPERAÇÃO DO A380: AISP/GRU E AIRJ/GIG

Uma vez realizados todos os estudos preliminares com vistas à determinação da infra-estrutura necessária para as operações comerciais de aeronaves tipo NLA no AISP/GRU e AIRJ/GIG, bem como sua comparação com a infra-estrutura existente nestas localidades, deseja-se agora sintetizar as análises efetuadas de modo a se estabelecer quais serão as alterações necessárias em cada aeroporto.

- **AISP/GRU - Lado aéreo**

### **Pista**

A pista de pouso/decolagem 09L/27R não fornece condições às operações do A380 em vôos comerciais quando a decolagem se der com peso máximo de decolagem (PMD) no que se refere ao comprimento útil de pista. Segundo análise prévia, para as dimensões existentes da pista, o peso bruto de decolagem deverá ser, no máximo, 550 t. Este valor, frente às 560 t correspondentes ao PMD, poderá inviabilizar vôos com alcance próximo ao alcance máximo devido ao *trade-off* entre passageiros e combustível na composição do peso bruto de decolagem da aeronave. Outra solução possível, além da restrição de peso bruto de decolagem, é o aumento de comprimento útil de pista em 600 m se as condições geométricas do terreno permitirem tal alteração.

Já no que se refere à largura da pista, de acordo com a AACG basta apenas a construção dos chamados acostamentos-extras (7,5 m para cada lado) de forma a integralizar largura final (45 m de largura da pista e 2 acostamentos com largura individual de 15 m) igual a 75 m.

Por fim, quanto à capacidade estrutural da pista, o pavimento existente apresenta condições de suporte às cargas de roda proporcionadas pela aeronave mesmo em

situação de peso máximo de decolagem, possibilitando assim, operações irrestritas em termos de peso e frequência de vôos.

### ***Taxiway***

A pista de rolamento do AISP/GRU, paralela às pistas de pouso/decolagem, apresenta 45 m de largura - sendo 22 m referentes aos acostamentos - e de acordo com a AACG esta dimensão pode ser mantida sem prejuízo à segurança das operações do A380 desde que se promovam condições adequadas de auxílio à orientação dos pilotos em situações de movimentação noturna ou em pouca visibilidade. Adicionalmente, embora a largura da pista de rolamento não requeira alterações, deve-se efetuar estudos mais específicos quanto à questão dos raios de curvatura das saídas de pista, os quais segundo ALVES (2007), devem ser suficientes para prover uma sobrelargura para facilitar a passagem dos trens principais.

Também, a capacidade de suporte da pista de rolamento, assim como a da pista de pouso/decolagem 09L/27R, é suficiente para comportar a aeronave com peso máximo de decolagem em número irrestrito de operações.

### **Pátio e serviços de apoio**

Quanto à infra-estrutura de pátio e serviços de apoio, deve-se, primeiramente, providenciar a terceira ponte de embarque na posição de parada escolhida para aeronave. Esta medida permitirá movimentação de passageiros com maior comodidade e menor tempo nas operações de embarque e desembarque destas e, conseqüentemente, um tempo menor de ocupação da posição de parada pela aeronave.

No que se refere à capacidade estrutural do pavimento do pátio de manobras, o valor do PCN informado é inferior ao ACN da aeronave. Nesta situação, a avaliação da capacidade de suporte do pavimento deve ser revista e, em caso de ratificação do atual valor

de PCN, as operações de movimentação de aeronaves devem sofrer restrições quanto a seu peso ou frequência de operação.

- **AISP/GRU - Lado terrestre**

### **Terminal de passageiros**

A operação das aeronaves tipo NLA não implicará necessidade de mudança na infra-estrutura dos terminais de passageiros existentes no Aeroporto Internacional de São Paulo. Contudo, esta afirmação vale apenas para a situação de operações comerciais com baixa frequência de vôos deste tipo de aeronave. Em outras palavras, a simultaneidade de operações de vôos com elevado número de passageiros pode provocar “gargalos” em áreas comuns de processamento, tais como balcões de *check-in*, áreas de vistoria de segurança, salas de pré-embarque, com conseqüente redução no nível dos serviços oferecidos pelo aeroporto.

- **AIRJ/GIG - Lado aéreo**

### **Pista**

A pista de pouso/decolagem 10/28, com relação ao seu comprimento disponível, fornece as condições necessárias para a operação do A380 sob a consideração de peso bruto de decolagem igual ao PMD. Já a largura existente da pista é insuficiente para atender às recomendações da AACG, que preconizam a construção de acostamentos adicionais. Deste modo, faz-se necessária a ampliação da largura total da pista, dos atuais 60 m para os 75 m recomendados.

Além disso, o PCN da pista é suficiente para garantir operação irrestrita da aeronave quanto a seu peso bruto de decolagem ou sua frequência de pousos/decolagens.

## ***Taxiway***

A pista de rolamento paralela à pista 10/28 possui largura suficiente para a movimentação das aeronaves tipo NLA - já consideradas as condições adequadas de auxílio à orientação aos pilotos em situações de movimentação noturna ou em pouca visibilidade - não havendo, portanto, a necessidade de intervenção construtiva. Todavia, a capacidade de suporte, representada pelo PCN, é insuficiente para atender às solicitações de carga apresentadas pelo A380 e este fato, em caso de comprovação do PCN informado, será restritivo às operações da aeronave.

## **Pátio e serviços de apoio**

Da mesma forma que o AISP/GRU, a primeira necessidade relativa ao pátio e serviços de apoio é a instalação de terceira ponte de embarque na posição de parada escolhida para as operações do A380 no AIRJ/GIG. Devido à redução do tempo de movimentação de passageiros em operações de embarque e desembarque, haverá redução nas tarifas decorrentes do tempo de ocupação da posição de parada.

Adicionalmente, um ponto que requer estudo mais específico é a quantidade de veículos de apoio existentes no terminal de modo a oferecer os serviços de rampa necessários à aeronave. Embora geralmente terceirizados, estes serviços são igualmente importantes para a otimização do tempo de ocupação da posição de parada no pátio.

Por último, a capacidade estrutural apresentada pelo pavimento, por meio do PCN, é suficiente para suportar as cargas provocadas pelo trem de pouso da aeronave, as quais são mais intensas quando a mesma encontra-se parada.

- **AIRJ/GIG - Lado terrestre**

### **Terminal de passageiros**

O terminal de passageiros do AIRJ/GIG no qual se procederam as análises foi o TPS2, o qual não apresentou restrições concernentes à infra-estrutura mínima para atendimento exclusivo aos passageiros provenientes de vôos de aeronaves tais como o A380. Possíveis “gargalos” poderão ser observados se ocorrerem simultaneidade no processamento de passageiros de vários vôos coincidentes ou de mais de uma operação de NLA com horários muito próximos.

Por fim, considerando-se questões de flexibilização das recomendações ICAO/FAA e baseando-se a análise de viabilidade de acordo com as recomendações AACG, percebe-se que a operação do A380 nos principais aeroportos de passageiros do país é viável em ambos. Todavia, desconsiderando questões relativas ao potencial turístico ou de negócios, desenvolvimento social da região onde o aeroporto está inserido ou às decisões políticas, percebe-se que o Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro está mais propenso a receber vôos deste tipo de aeronave devido à menor necessidade de intervenções construtivas quando comparado ao AISP/GRU.

## 8. CONCLUSÕES

A partir deste estudo de análise da operação de aeronaves tipo NLA no Aeroporto Internacional de São Paulo e no Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro - os quais devem passar por reformas a fim de suportarem este tipo operação - concluiu-se que, inicialmente, em aeroportos alternativos para o A380 ou nos que comportarão um pequeno número de operações deste tipo de aeronave, será praticamente inviável - em termos financeiros - prover o cumprimento total das recomendações da FAA/ICAO. Desta forma, uma solução possível será a adequação dos aeroportos às configurações provenientes de estudos realizados pelo AACG, que têm como objetivo principal fornecer novos padrões operacionais a serem implementados de modo a colaborar com a operação das NLA, porém sem sobrecarregar os aeroportos com o elevado custo proveniente das mudanças de infraestrutura.

Além da questão financeira, dependendo da coincidência entre o horário de operação de aeronaves *wide-bodies* e o A380, a capacidade de atendimento pode ser insuficiente frente ao número de passageiros que utilizarão as instalações aeroportuárias. Para tanto, deve-se alocar as movimentações de aeronaves tipo NLA - pousos e decolagens - em horários de baixo movimento de passageiros no terminal, procurando proporcionar atratividade no horário de partida dos vôos com destino aos aeroportos estudados e no horário de chegada dos vôos com origem em algum destes aeroportos em sua localidade de destino.

Ainda, em nenhum dos aeroportos supracitados, o espaço físico do TPS é restritivo, porém, faz-se necessário que as companhias aéreas disponibilizem atendimento prioritário aos passageiros das NLA - seja por meio de balcões exclusivos de *check-in* ou seja por meio de horários diferenciados dos vôos - uma vez que os atrasos no processamento destes provocarão, certamente, efeitos indesejáveis no nível dos serviços fornecidos pelo aeroporto.

Outro ponto que merece destaque é a necessidade de utilização de mais de uma esteira de processamento na ARB dos aeroportos devido ao elevado comprimento necessário para acomodação das bagagens dos passageiros quando do processo de recuperação destas. Por conseqüência, a companhia aérea deve prover meios de informação

ao passageiro sobre em qual esteira estará sua bagagem quando esta for disponibilizada, pois, caso contrário, o processo de recuperação de bagagens poderá se tornar um óbice às operações das NLA nos aeroportos brasileiros, ocasionando tumulto e mal estar aos clientes.

Já no que tange ao lado aéreo, a necessidade proeminente é a instalação da terceira ponte de embarque na posição de parada do A380, sem a qual não será possível a otimização do tempo de embarque dos passageiros na aeronave. Não obstante, a redução do tempo de permanência da aeronave no *gate*, devido à utilização de três pontes de embarque, permitiria uma redução nas tarifas aeroportuárias relativas à ocupação das posições de parada.

Ainda, sob a perspectiva do método utilizado para determinação dos requisitos referentes ao lado aéreo, notou-se amplo espectro de estudos realizados além das recomendações de autoridades da aviação civil tais como ICAO e FAA. Porém, no que tange ao lado terrestre, a bibliografia existente é bastante exígua, principalmente por se tratar de um assunto aplicado a cada aeroporto especificamente. Uma alternativa utilizada no estudo da movimentação de passageiros no terminal foi o método do momento de maior solicitação (MMS), o qual forneceu índices apropriados de dimensionamento de algumas instalações em situações de processamento exclusivo de passageiros de um voo específico. Na prática, não se nota este tipo de situação, as operações de atendimento aos passageiros são realizadas simultaneamente e uma análise mais apurada de cada instalação dependerá dos voos alocados em horários próximos ao do A380.

Percebeu-se também, pela utilização do MMS, que as operações de *check-in* para voos do A380 se darão em um tempo aproximado de 3 horas, sendo necessária uma preocupação da companhia aérea ou mesmo da administração aeroportuária quanto ao fornecimento de serviços específicos a estes passageiros, dado o elevado tempo de espera até o embarque na aeronave. Estes serviços - tais como salas VIP, cinema, salas de entretenimento infantil - podem ser utilizados como incentivo para que os passageiros de voos operados por NLA cheguem mais cedo ao aeroporto e evitem congestionamentos na área de *check-in*, por exemplo.

Finalizadas as atividades de determinação dos requisitos de infra-estrutura necessários para suportar operações comerciais de aeronaves tipo NLA, de comparação destes

requisitos com os existentes nos aeroportos internacionais de São Paulo e Rio de Janeiro e posterior análise de viabilidade de operação deste tipo de aeronave nos aeroportos em questão, observou-se quanto ao tema escolhido que, tendo em vista a Copa das Confederações a ser sediada no Brasil em 2013 - preparativo para a Copa do Mundo em 2014 - e as possíveis Olimpíadas Rio 2016, o país estará sujeito a um incremento específico no número de vôos internacionais durante esses eventos, os quais deverão alavancar o turismo no Brasil. Deste modo, estudos complementares referentes às operações do A380 nos principais aeroportos brasileiros são bastante importantes se considerados com o objetivo futuro de viabilização de operações comerciais deste tipo de aeronave.

Assim, como sugestão para trabalhos futuros, fica a realização de análises de viabilidade das operações do A380 concernentes à sua movimentação no AISP/GRU e no AIRJ/GIG desde sua aterrissagem, contemplando seu trajeto a partir da saída da pista de pouso/decolagem, percurso na pista de rolamento, determinação da posição ideal de parada no pátio, bem como as manobras necessárias para a chegada na posição em questão, levantamento de possíveis restrições geométricas - tais como raios de curvatura das saídas de pista - e de interferências causadas às operações de outras aeronaves quando de sua movimentação nos aeroportos em questão, e ainda, a determinação de possíveis horários de operação em cada aeroporto.

Finalmente, todas as perspectivas convergem para a inserção dos principais aeroportos do país nas rotas operadas pelas NLA em um futuro não tão distante. Aos responsáveis fica a missão de viabilizar a infra-estrutura necessária para a operação destas aeronaves e garantir o desenvolvimento do transporte aéreo internacional, provendo segurança e qualidade nos serviços, de modo a corroborar com o desenvolvimento econômico do país.

## 9. REFERÊNCIAS

AACG (2002). **Common Agreement Document of the A380 Airport Compatibility Group - Version 2.1**. Disponível em: <<http://www.ecac-ceac.org/nla-forum/spip.php?article20>>. Acesso em: 25 out. 2008.

AIRBUS (2008), **A380 Airplane Characteristics**. Disponível em: <[http://www.airbus.com/fileadmin/documents/Airbus\\_Technical\\_Data/AC/AC\\_A380.pdf](http://www.airbus.com/fileadmin/documents/Airbus_Technical_Data/AC/AC_A380.pdf)>. Acesso em: 15 jul. 2008.

AIRBUS INFO (2007), **The A380: the solution for major routes**. Out. 2007. Disponível em: <<http://www.airbus.com/en/presscentre/presskits/index.jsp>>. Acesso em: 15 jul. 2008.

ALVES, C. J. P. (2007), **Geometria do lado aéreo**. Disponível em: <<http://www.ita.br/~claudioj/geolar.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2008.

ANAC (2008a). **Anuário Estatístico do Transporte Aéreo**. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>>. Acesso em: 10 set. 2008.

ANAC (2008b). **Instrução de Aviação Civil IAC 157-1001 - Resistência de Pavimento dos Aeródromos**. Disponível em: <[http://www.anac.gov.br/biblioteca/iac/IAC157\\_1001.pdf](http://www.anac.gov.br/biblioteca/iac/IAC157_1001.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2008.

ASHFORD, N. et al. (1997), **Airport Operations**. McGraw-Hill, Inc., 2 ed., New York, NY, USA.

BARICKMAN, A. et al., **A Practical Approach to Boarding/Deboarding an A380**. Disponível em: <[http://math.washington.edu/~morrow/mcm/alex\\_evan\\_harkirat.pdf](http://math.washington.edu/~morrow/mcm/alex_evan_harkirat.pdf)>. Acesso em 22 set. 2008.

BARROS, A. G. (1994) **Análise da Capacidade do Lado Aéreo do Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos**. Tese de mestrado - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP.

BARROS, A. G. (2001). **Planning of Airports for the New Large Aircraft**. Tese de doutorado - University of Calgary, Alberta, Canada.

COMANDO DA AERONÁUTICA (2005) **Demanda Detalhada dos Aeroportos Brasileiros**. Departamento de Aviação Civil, Rio de Janeiro – RJ – Brasil.

COMANDO DA AERONÁUTICA (2008). **AIP BRASIL**. Disponível em: <[www.aisweb.aer.mil.br/aisweb\\_files/indices/AIP-BRASIL/ad2.pdf](http://www.aisweb.aer.mil.br/aisweb_files/indices/AIP-BRASIL/ad2.pdf)>. Acesso em: 25 set. 2008.

DGAC (2006), **Airbus A380 operations at alternate airports**. v. 1. Disponível em: <<http://www.ecac-ceac.org/nla-forum/spip.php?article7>>. Acessado em: 22 set. 2008.

FILHO, S. R. & PESTANA, M. R. R (2007). **Notificação da resistência dos pavimentos em aeroportos: Um problema para a administração aeroportuária brasileira**. In: CONINFRA - Congresso Brasileiro de Infra-Estrutura de Transportes, São Paulo.

GAO - United States Government Accountability Office (2007). **Commercial Aviation - Potential Safety and Capacity Issues Associated with the Introduction of the New A380 Aircraft**. Report to Congressional Requesters. Disponível em: <<http://www.gao.gov/new.items/d07483.pdf>> Acesso em: 05 nov. 2008.

GENOTTIN, J., BURGER, T. (2006) **A380 Operations Ready for Take-off**. Disponível em: <<http://www.airport-technology.com/features/feature534/>>. Acesso em: 25 out. 2008.

HORONJEFF, R., MCKELVEY, F. X. (1983), **Planning and Design of Airports**. McGraw-Hill, Inc., 4 ed., New York, NY, USA.

ICAO (2005). **Operational Planning Sub-group (AOP/SG/6) - AOP/SG/6-WP/5.1**. In: Sixth Meeting of the aerodromes. Nairobi, Kenya. Disponível em: <[www.icao.int/icao/en/ro/wacaf/apirg/2005/AOPSG6/AOPSG6wp02-2\\_en.pdf](http://www.icao.int/icao/en/ro/wacaf/apirg/2005/AOPSG6/AOPSG6wp02-2_en.pdf)> Acesso em: 02 nov. 2008

INFRAERO (2007), **Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro Galeão - Antônio Carlos Jobim. Revitalização e ampliação 2007 - 2025**.

INFRAERO (2008a), **Movimento Operacional Acumulado da Rede INFRAERO dez/2003**. Superintendência de Planejamento e Gestão. Disponível em <<http://www.infraero.gov.br/movi.php?gi=movi>>. Acesso em: 15 jul. 2008.

INFRAERO (2008b), **Movimento Operacional Acumulado da Rede INFRAERO dez/2004**. Superintendência de Planejamento e Gestão. Disponível em <<http://www.infraero.gov.br/movi.php?gi=movi>>. Acesso em: 15 jul. 2008.

INFRAERO (2008c), **Movimento Operacional Acumulado da Rede INFRAERO dez/2005**. Superintendência de Planejamento e Gestão. Disponível em <<http://www.infraero.gov.br/movi.php?gi=movi>>. Acesso em: 15 jul. 2008.

INFRAERO (2008d), **Movimento Operacional Acumulado da Rede INFRAERO dez/2006**. Superintendência de Planejamento e Gestão. Disponível em <<http://www.infraero.gov.br/movi.php?gi=movi>>. Acesso em: 15 jul. 2008.

INFRAERO (2008e), **Movimento Operacional Acumulado da Rede INFRAERO dez/2007**. Superintendência de Planejamento e Gestão. Disponível em <<http://www.infraero.gov.br/movi.php?gi=movi>>. Acesso em: 15 jul. 2008.

INFRAERO (2008f), **Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos-Governador André Franco Montoro**. Disponível em: <[http://www.infraero.gov.br/aero\\_prev\\_home.php?ai=43](http://www.infraero.gov.br/aero_prev_home.php?ai=43)>. Acesso em: 03 nov. 2008.

INFRAERO (2008g), **Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro/Antônio Carlos Jobim**. Disponível em: <[http://www.infraero.gov.br/aero\\_prev\\_home.php?ai=42](http://www.infraero.gov.br/aero_prev_home.php?ai=42)>. Acesso em: 07 nov. 2008.

MEDEIROS, A. G. M. (2004). **Um método para dimensionamento de terminais de passageiros em aeroportos brasileiros**. Vol. I. Tese de mestrado - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP.

MUÑOZ, Rodrigo Ortega Cisternas (2004). **Dimensionamento de Áreas Funcionais Específicas em Terminais de Passageiros de Aeroportos**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP.

PASSENGER TERMINAL EXPO (2003). **A 380 accommodation at Paris - Charles de Gaulle airport**. Disponível em: <[http://www.dlr.de/esug/lectures/21st/A380\\_Paris\\_CDG.pdf](http://www.dlr.de/esug/lectures/21st/A380_Paris_CDG.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2008.

RIBEIRO, J. F. (2007), Tendências Mundiais e Europeias do Transporte Aéreo e das Infraestruturas Aeroportuárias. **Prospectiva e Planejamento**. n. 14. Disponível em: <[http://www.dpp.pt/pages/files/Infraestruturas\\_aeroportuarias.pdf](http://www.dpp.pt/pages/files/Infraestruturas_aeroportuarias.pdf)>. Acesso em: 10 jul. 2008.

SANTANA, E. S. M (2002). **Análise de novos cenários operacionais para o Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos**. Tese de mestrado - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP.

SNEA - Sindicato Nacional das Empresas Aeroviárias (2008a). **Levantamento das Principais Deficiências nos Aeroportos**. Disponível em: <[http://www.snea.com.br/estudos/levantamento\\_pendencias\\_aeroportos\\_INFRAERO.pdf](http://www.snea.com.br/estudos/levantamento_pendencias_aeroportos_INFRAERO.pdf)>. Acesso em: 05 ago. 2008.

SNEA - Sindicato Nacional das Empresas Aeroviárias (2008b). **A Competitividade Internacional das Empresas Brasileiras: Uma análise das condições de atuação das empresas aéreas brasileiras frente a suas competidoras de outros países**. Disponível em: <[http://www.snea.com.br/estudos/A%20Competitividade%20Internacional%20abr08%20Texto\\_.pdf](http://www.snea.com.br/estudos/A%20Competitividade%20Internacional%20abr08%20Texto_.pdf)>. Acesso em: 05 ago. 2008.

TAPLEY, S., RILEY, D. (2005) **Baggage handling in narrow-bodied aircraft: Identification and assessment of musculoskeletal injury risk factors**. Disponível em: <<http://www.hse.gov.uk/airtransport/baggage.pdf>> Acessado em: 07 nov. 2008

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Dimensionamento e Projeto Básico de um Terminal de Passageiros de Aeroporto**. Disponível em: <[http://www.usp.br/fau/cursos/graduacao/arq\\_urbanismo/disciplinas/aut0133/Tps\\_Exercicio.pdf](http://www.usp.br/fau/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aut0133/Tps_Exercicio.pdf)>. Acesso em: 29 set. 2008.

WELLS, A. T. (1992), **Airport Planning & Management** . 2 ed., TAB Books.

WIKIPEDIA (2008a). **Check-in**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Check-in>> Acesso em: 23 set. 2008.

WIKIPEDIA (2008b). **Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos**. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Aeroporto\\_Internacional\\_de\\_S%C3%A3o\\_Paulo-Guarulhos](http://pt.wikipedia.org/wiki/Aeroporto_Internacional_de_S%C3%A3o_Paulo-Guarulhos)> Acesso em: 05 nov. 2008.

WIKIPEDIA (2008c). **Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro/Galeão**. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Aeroporto\\_Internacional\\_do\\_Rio\\_de\\_Janeiro](http://pt.wikipedia.org/wiki/Aeroporto_Internacional_do_Rio_de_Janeiro)> Acesso em: 05 nov. 2008.

WIRASINGHE, S. C. & M. SHEHATA (1998). Departure Lounge Sizing and Optimal Seating Capacity for a given Aircraft/Flight Mix – (i) Single Gate. (ii) Several Gates. **Transportation Planning and Technology** v. 13.

## FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO

1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO <p style="text-align: center;"><b>TC</b></p>	2. DATA 19 de novembro de 2008	3. REGISTRO N° CTA/ITA/TC-095/2008	4. N° DE PÁGINAS 99
5. TÍTULO E SUBTÍTULO:  Análise da Operação de Aeronaves VLCT em Aeroportos Brasileiros: Guarulhos e Galeão			
6. AUTOR(ES):  <b>Marcos Roberto Eurich</b>			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES):  Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR:  NLA, A380, Aeroporto Internacional de São Paulo, Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO:  Planejamento de aeroportos; Infra-Estrutura (transportes); Aeronaves de transporte gigantes; Tráfego aéreo; Terminais de passageiros; Administração de transportes			
10. APRESENTAÇÃO: <p style="text-align: right;"><b>X Nacional      Internacional</b></p> ITA, São José dos Campos. Curso de Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica. Orientador: Prof. Dr. Cláudio Jorge Pinto Alves. Publicado em 2008.			
11. RESUMO:  O Presente trabalho tem por objetivo fazer uma análise de viabilidade de operação de aeronaves classificadas como NLA nos aeroportos internacionais de São Paulo e Rio de Janeiro. Esta análise tem como objeto de estudo a geometria do lado aéreo - análise comparativa entre as recomendações da FAA, ICAO e AACG para este tipo de aeronave e a configuração existente - e as instalações do lado terrestre - análise dos terminais de passageiros com base na utilização do Método MMS (momento máximo de solicitação) e sua posterior comparação com a infra-estrutura disponível nos aeroportos em questão.			
12. GRAU DE SIGILO:  <b>(X) OSTENSIVO      ( ) RESERVADO      ( ) CONFIDENCIAL      ( ) SECRETO</b>			