

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA**



**Artur Pereira Ricardo**

**O IMPACTO DA DESREGULAÇÃO DO LIMITE  
DE ALCANCE DAS ROTAS NA CAPACIDADE  
INSTALADA DO AEROPORTO DE CONGONHAS**

Trabalho de Graduação  
2017

**Engenharia Civil-Aeronáutica**

**Artur Pereira Ricardo**

**O IMPACTO DA DESREGULAÇÃO DO LIMITE DE  
ALCANCE DAS ROTAS NA CAPACIDADE INSTALADA DO  
AEROPORTO DE CONGONHAS**

Orientador

Prof. Dr. Cláudio Jorge Pinto Alves - ITA

**ENGENHARIA CIVIL-AERONÁUTICA**

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2017

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação**  
**Divisão de Informação e Documentação**

Ricardo, Artur Pereira

O impacto da desregulação do limite das rotas na capacidade instalada do Aeroporto de Congonhas / Artur Pereira Ricardo,  
São José dos Campos, 2017.  
72f.

Trabalho de Graduação – Engenharia Civil-Aeronáutica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica,  
2017. Orientador: Prof. Dr. Cláudio Jorge Pinto Alves.

1. Aeroporto de Congonhas. 2. Terminais de Passageiros. 3. Capacidade Aeroportuária 4. Planejamento de Aeroportos. I. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. II. O impacto da desregulação do limite das rotas na capacidade instalada do Aeroporto de Congonhas

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

RICARDO, Artur Pereira. **O impacto da desregulação do limite das rotas na capacidade instalada do Aeroporto de Congonhas**. 2017. 72f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Artur Pereira Ricardo

TÍTULO DO TRABALHO: O impacto da desregulação do limite das rotas na capacidade instalada do Aeroporto de Congonhas.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Graduação / 2017

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 deste trabalho de graduação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.

Artur Pereira Ricardo

Artur Pereira Ricardo

Rua H8-B, 232

12228-461, São José dos Campos - SP

# O IMPACTO DA DESREGULAÇÃO DO LIMITE DE ALCANCE DAS ROTAS NA CAPACIDADE INSTALADA DO AEROPORTO DE CONGONHAS

Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação



---

Artur Pereira Ricardo

Autor



---

Prof. Dr. Cláudio Jorge Pinto Alves (ITA)

Orientador



---

Prof. Dr. Eliseu Lucena

Coordenador do Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

São José dos Campos, 13 de novembro de 2017

Dedico este trabalho a todos que fizeram parte desta caminhada, em especial aos meus pais.

## Agradecimentos

Agradeço inicialmente à minha família, por sempre estarem ao meu lado desde o início desta caminhada. Em especial à minha mãe Ana Cláudia, por ter sempre lutado para que eu e minha irmã tivéssemos educação de qualidade, e ao meu pai Joaquim Pereira, por ter sido fonte de apoio e inspiração. Ao longo desses cinco anos, aprendi a admirá-los e amá-los como nunca. Vocês são sensacionais!

Aos vários professores que me auxiliaram a concretizar o sonho de entrar no ITA, deste a professora Nelândia e o prof. Augusto, despertando o desejo de prestar vestibulares concorridos ao longo do ensino fundamental, passando pelos professores Cláudio Márcio, Felipe Custódio, Pedro Madeira, Ulisses Castro, Milton Colares, Onofre Campos e o pelo prof. Gerardo Montefusco, que foram fundamentais na minha preparação para o vestibular. Serei eternamente grato a todos!

Aos professores do ITA. Em especial ao prof. Armando Gouveia, que se tornou um grande amigo, desde a semana do vestibular me passou tranquilidade para persistir em meio as dificuldades até os anos de curso profissional, trazendo discussões e ensinamentos que levarei para a vida. Aos professores Koshun Iha e Eliseu Lucena, meus conselheiros durante o curso, pela amizade e apoio ao longo dos anos, e ao meu orientador prof. Cláudio Jorge por ter me apresentado a área que mais me identifiquei dentro do curso e pelo apoio durante a confecção deste trabalho.

Aos meus colegas de turma ITA/IME, com quem pude compartilhar um ambiente de extrema amizade, alegria e de dedicação que sempre irei me recordar e orgulhar de ter vivido. Aos colegas de ITA Júnior, que deram sentido aos meus primeiros anos de ITA e com quem pude aprender e vivenciar ensinamentos únicos. Nós realmente fomos um bando de amigos tentando fazer a melhor empresa do mundo. À Super Civil 17, com quem pude vivenciar bons momentos e tornaram a caminhada muito mais fácil ao longo dos anos. Vivemos momentos difíceis, mas que só fortaleceram a nossa amizade e a minha admiração por vocês.

Por fim, gostaria de agradecer à INFRAWAY, por ter me proporcionado uma experiência de estágio sensacional e ter feito meus olhos brilharem novamente pela engenharia.

*” There is no finish line.  
So love the journey.”*  
(David Weekly)

## Resumo

O Aeroporto de Congonhas é um dos principais aeroportos do país em movimentação de aviação comercial. Após o acidente da TAM em 2007, diversas restrições foram impostas às operações, implicando na diminuição de movimentação de aeronaves e conseqüentemente de passageiros. Entre elas, o Aeroporto de Congonhas passou a não poder operar voos com distância entre a origem e destino com mais de 1.500 km.

Em 2015, após concluir que não havia razão técnica ou econômica que justificasse a restrição de alcance das rotas, a ANAC revogou a resolução de 2007. Com isso, era esperado que, com a disponibilidade de voos medium haul e conseqüente reformulação da malha aérea por parte das companhias, houvesse um aumento natural da demanda do tráfego aéreo, bem como mudanças no perfil dos passageiros.

Tendo a queda da resolução em vista, o presente trabalho propõe-se analisar a capacidade atual dos principais processadores de embarque e desembarque e o impacto das mudanças decorrentes da desregulação na capacidade instalada.

## **Abstract**

Congonhas Airport is one of the main airports in the country in commercial aviation. After the TAM accident in 2007, several restrictions were imposed on its operations, implying in the decrease of aircraft movement and consequently of passengers. Among them, the Congonhas Airport was not able to operate flights with a distance between the origin and destination with more than 1,500 km.

In 2015, after concluding that there was no technical or economic reason justifying the restriction of the reach of the routes, ANAC revoked the resolution of 2007. With this, it was expected that, with the availability of medium haul flights and consequent airlines, there was a natural increase in demand for air traffic as well as changes in the passenger profile.

Considering the fall of the resolution in view, the present work proposes to analyze the current capacity of the main processors of loading and unloading and the impact of the changes due to deregulation in the installed capacity.

## Lista de Figuras

Figura 1.1 – Aeroporto de Congonhas.....	21
Figura 2.1 – Tabela de Nível de Serviço Tempo vs. Espaço.....	35
Figura 2.2 – Tabela de Nível de Serviço .....	36
Figura 3.1 – Estrutura de Trabalho.....	43
Figura 4.1 – Perfil de Passageiros Processados na Hora-Pico.....	51
Figura 4.2 – Saguão de Embarque.....	53
Figura 4.3 – Check-in Tradicional.....	55
Figura 4.4 – Totens de Autoatendimento .....	56
Figura 4.5 – Vistoria de Segurança .....	58
Figura 4.6 – Salas de Embarque de Contato.....	60
Figura 4.7 – Salas de Embarque Remoto .....	60
Figura 4.8 – Sala de Desembarque/Restituição de Bagagens.....	62
Figura 4.9 – Saguão de Desembarque .....	63

## Lista de Tabelas

Tabela 1.1 – Medidas reguladoras após o acidente da TAM.....	19
Tabela 1.2 – Medidas Revogadas .....	20
Tabela 1.3 – Parâmetros relacionados ao perfil do passageiro na Pesquisa de Satisfação da SAC .....	27
Tabela 2.1 – Definições de Hora-Pico.....	34
Tabela 2.2 – Aspectos Relacionados à Percepção de Qualidade.....	37
Tabela 2.3 – Principais Componentes Operacionais Domésticos .....	38
Tabela 2.4 – Tipos de Análises Capacidade e Dimensionamento.....	41
Tabela 2.5 – Tendências em Aeroportos .....	42
Tabela 3.1 – Comparativo das Metodologias Utilizadas.....	45
Tabela 3.2 – Componentes Seleccionados .....	46
Tabela 3.3 – Dados Utilizados.....	47
Tabela 4.1 – Infraestrutura Existente.....	49
Tabela 4.2 – Resumo Análise de Capacidade.....	52
Tabela 4.3 – Saguão de Embarque .....	52
Tabela 4.4 – Check-in Tradicional .....	54
Tabela 4.5 – Check-in Totens de Autoatendimento .....	55
Tabela 4.6 – Vistoria de Segurança .....	57
Tabela 4.7 – Salas de Embarque.....	59
Tabela 4.8 – Salas de Embarque Remoto .....	59
Tabela 4.9 – Salas de Desembarque/Restituição de Bagagens.....	61
Tabela 4.10 – Saguão de Desembarque.....	63

## Lista de Abreviaturas e Siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACI	Airport Council Internacional
ACRP	Airport Cooperative Research Program
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ASK	Available Seats Kilometers
ATM	Air Transport Movement
CGH	Aeroporto de Congonhas (São Paulo – SP)
CGNA	Centro de Gerenciamento de Navegação Aérea
DAC	Departamento de Aviação Civil
DAESP	Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
FAA	Federal Aviation Administration
HOTRAN	Horário de Transporte
IATA	International Air Transportation Association
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICAO	International Civil Aviation Organization
INFRAERO	Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
LoS	Level of Service
PAX	Passageiros
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
RPK	Revenue Passenger Kilometers
SBSP	Aeroporto de Congonhas (São Paulo – SP)

TPS	Terminal de Passageiros
TRB	Transportation Research Board
VRA	Voo Regular Ativo



## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
1.1	Objetivo .....	17
1.2	Escopo do Trabalho.....	17
1.3	Histórico .....	18
1.4	Análise de tendências .....	21
1.4.1	Séries Históricas .....	22
1.4.2	Perfil dos Passageiros .....	26
1.5	Impacto Esperado da Revogação da Restrição de Alcance .....	32
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>33</b>
2.1	Capacidade .....	33
2.2	Hora Pico .....	34
2.3	Nível de Serviço.....	34
2.4	Qualidade de Serviço.....	36
2.5	Componentes do Terminal.....	38
2.6	Abordagens metodológicas .....	39
2.7	Tecnologias no Terminal.....	41
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>43</b>
3.1	Análise Qualitativa .....	43
3.2	Análise Quantitativa.....	44
3.3	Modelagem Analítica.....	44
3.3.1	Metodologias Consideradas.....	44
3.3.2	Benchmarking.....	45
3.3.3	Seleção das Facilidades .....	46
3.4	Levantamento de Dados.....	46
3.5	Cenários de Comparação.....	47
3.6	Resultados e Recomendações.....	47
<b>4</b>	<b>APLICAÇÃO DOS MÉTODOS .....</b>	<b>48</b>
4.1	Infraestrutura Existente e Capacidade Declarada .....	48
4.1.1	Infraestrutura Existente.....	48
4.1.2	Capacidade Declarada .....	49

<b>4.2</b>	<b>Demanda na Hora-Pico .....</b>	<b>50</b>
<b>4.3</b>	<b>Análise de Capacidade .....</b>	<b>51</b>
4.3.1	Saguão de Embarque .....	52
4.3.2	Check-in .....	53
4.3.3	Despacho de Bagagens .....	56
4.3.4	Inspeção/Vistoria ade Raio X .....	56
4.3.5	Salas de Embarque.....	58
4.3.6	Sala de Desembarque/Restituição de Bagagens .....	61
4.3.7	Saguão de Desembarque.....	62
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>64</b>
<b>5.1</b>	<b>Conclusões e Recomendações .....</b>	<b>64</b>
<b>5.2</b>	<b>Trabalhos Futuros .....</b>	<b>65</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>66</b>
	<b>GLOSSÁRIO .....</b>	<b>70</b>

# **1 Introdução**

## **1.1 Objetivo**

Devido à suspensão de medidas regulatórias sobre o Aeroporto de Congonhas, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o impacto do aumento e mudança do perfil dos passageiros processados em componentes do terminal.

A hipótese da pesquisa é que a ampliação do alcance dos voos com origem no Aeroporto de Congonhas acarretará uma mudança no perfil dos usuários do aeroporto, afetando componentes de embarque e de desembarque. Neste trabalho será focado o despacho de bagagens e inspeção de segurança, no fluxo de embarque, e a área de restituição de bagagens, no fluxo de desembarque.

## **1.2 Escopo do Trabalho**

Afim de avaliar a hipótese levantada e fazer um diagnóstico geral da infraestrutura existente, o presente estudo foi estruturado da seguinte forma:

Introdução – Apresentação dos objetivos e escopo do trabalho, bem como analisar previamente o contexto histórico atual, e as perspectivas e tendências do Aeroporto de Congonhas.

Revisão Bibliográfica – Apresentação dos principais temas a que se refere o presente trabalho e discussão da revisão de literatura, onde são abordados os métodos utilizados em manuais, estudos, trabalhos, dissertações e teses correlacionados com os pontos a serem avaliados.

Metodologia – Descrição da estruturação do estudo, bem como a apresentação e discussão dos métodos e modelos utilizados e suas diferenças teóricas e práticas;

Aplicação dos Métodos – Aplicação e análise dos modelos considerados, bem como o processamento e análise de informações relevantes para a modelagem dos componentes considerados. Além de uma análise de sensibilidade dos resultados de capacidade-demanda obtidos pelos métodos nos diferentes cenários considerados e a apresentação de um diagnóstico geral da infraestrutura instalada;

Conclusões – Apresentação das principais conclusões da capacidade com base em melhorias operacionais e tecnológicas, desdobrando-as em ações e investimentos em infraestrutura.

### 1.3 Histórico

Em 1935, após um estudo técnico baseado nas condições de acessibilidade, visibilidade e drenagem, a região de Congonhas foi escolhida como melhor local para a construção de um novo aeroporto. No final da década de 40, foi iniciada a obra das três pistas previstas para o novo aeroporto, mas apenas a principal foi construída, embasado por estudos técnicos que mostravam que a pista seria suficiente para atender as especificações aeroportuárias da então Civil Aviation Authority – CAA.

Ao longo da década de 50, o Aeroporto Internacional de São Paulo – Congonhas tornou-se o terceiro aeroporto do mundo em movimentação de cargas aéreas e foram realizados investimentos em infraestrutura como ampliações de terminal e reformas na pista principal. Nos anos 70, devido a congestionamentos gerados pelo aumento da demanda, foram exigidas novas obras como as ampliações da ala internacional do terminal de passageiros e a construção do edifício de desembarque de bagagens da ala nacional. Na década seguinte, o comando administrativo foi transferido do DAESP<sup>1</sup> para a Infraero<sup>2</sup> e os voos comerciais internacionais foram transferidos para o novo Aeroporto de Guarulhos, construído em 1986, passando a receber apenas voos internacionais da aviação executiva (INFRAERO, 2017).

Durante o período de 1990 até 2006, Congonhas foi o aeroporto brasileiro mais movimentado, com reformas e melhorias consideráveis, no entanto, após o acidente com o avião A320 da TAM em julho de 2007 o aeroporto sofreu uma série de restrições que visavam mitigar riscos de operação. Entre elas, estão a limitação da distância de 1.500 km em linha reta dos voos com origem ou destino ao aeroporto e a restrição de capacidade do sistema de pistas, impedindo a utilização da pista secundária para voos comerciais, e o número máximo de operações por hora, que chegou a ser de 50 movimentos/hora e atualmente são cerca de 33 movimentos/hora. Além disso, em 2008, o Aeroporto de Congonhas deixou de operar voos internacionais da aviação executiva.

---

<sup>1</sup>Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo (DAESP) é parte da Secretaria de Transportes do Estado de São Paulo e é responsável pela operação de 26 aeroportos públicos dentro do estado de acordo com as diretrizes da ANAC.

<sup>2</sup> Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO) é um órgão governamental responsável pela operação dos principais aeroportos comerciais brasileiros.

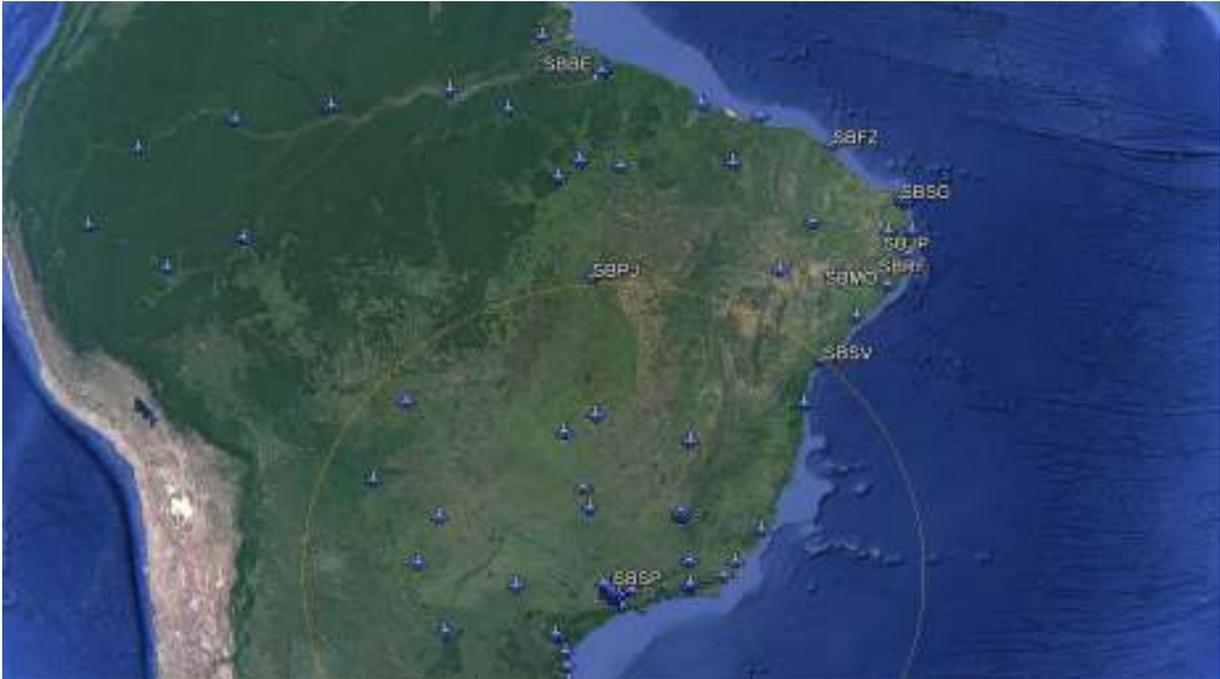
**Tabela 1.1 – Medidas reguladoras após o acidente da TAM**

Ano	Restrição	Impacto
2007	Redução do Comprimento de Pista	Alcance das aeronaves
2007, acidente da TAM	Operação das aeronaves Fokker 100, 737-700 e 737-800	Diminuição da demanda e alcance das aeronaves
2007, acidente da TAM	Operações de rotas com mais de 1.500 km limitadas.	Voos transferidos para GRU; Diminuição da demanda de passageiros
2008, redução do ruído aeronáutico	Horário de operação limitado ao período de 6-23h	Diminuição da capacidade operacional do aeroporto
2008	Operação de voos internacionais de aviação executiva	Diminuição de demanda

Fonte: ANAC (2017), INFRAERO (2017), Adaptado.

Em 2015, após concluir que não havia razão técnica ou econômica que justificasse a restrição de alcance das rotas, a ANAC revogou a resolução de 2007 (ANAC, 2017). Com isso, era esperado que, com a disponibilidade de voos medium haul<sup>3</sup> e consequente reformulação da malha aérea por parte das companhias, houvesse um aumento natural da demanda do tráfego aéreo, bem como mudanças no perfil dos passageiros.

<sup>3</sup> Denominação dada à voos com duração entre 3 e 6 horas.

**Figura 1.1 – Aeroportos influenciados pela limitação do alcance**

Fonte: Google Earth, INFRAERO.

**Tabela 1.2 – Medidas Revogadas**

Ano	Medida	Impacto
2014	Liberação de slots <sup>4</sup>	Aumento da capacidade de operação horária
2015	Alcance das rotas	Aumento da demanda de passageiros

Fonte: ANAC (2017), INFRAERO (2017), Adaptado.

O Aeroporto de Congonhas é, atualmente, o 2º aeroporto mais movimentado do Brasil. Localizado na zona sul da cidade de São Paulo, no distrito do Campo Belo, 10,6 km distante do centro da capital e a 35 km do Aeroporto Internacional de Guarulhos. Congonhas tem vantagens estratégicas que proporcionam uma grande capacidade de absorver demanda caso medidas de aumento de capacidade sejam tomadas.

<sup>4</sup> Denominação dada às partições de tempo em um intervalo de uma hora durante as quais apenas uma operação de pouso ou decolagem é permitida.

**Figura 1.1 – Aeroporto de Congonhas**

Fonte: Google Earth

**Gráfico 1.1 – Linha temporal em Congonhas**

Acidente da TAM e primeiras restrições operacionais		Medidas de aumento de load factor e TMA		Atinge a saturação de mov/hora após as restrições		Segundo aeroporto mais movimentado do país		Queda da restrição do alcance de rotas	
2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Restrições relacionadas à ruídos e voos internacionais		Aumento do número de pax/mov		Concessão dos aeroportos de GRU e VCP		Liberação de Slots		Aumento de PAX de estados à mais de 1.500 km	

## 1.4 Análise de tendências

De 2000 a 2006, o número de passageiros em CGH<sup>5</sup> cresceu em média 7,7% ao ano, sendo interrompido pelas restrições operacionais decorrentes do acidente da TAM em 2007, além das restrições de horário de funcionamento em 2008 devido aos níveis de ruído no entorno.

Mesmo com a queda considerável de demanda durante os dois anos seguintes ao acidente da TAM, atingindo cerca de -9,9% ao ano, houve uma retomada de esse mercado perdido ao longo de 2009 a 2011 com uma posterior estagnação, que durou até meados de 2014.

<sup>5</sup> Código IATA do Aeroporto de Congonhas

Após a flexibilização recente de parte das medidas regulatórias, o Aeroporto de Congonhas pôde aumentar em cerca de 9,7% a sua capacidade de movimentos e consequentemente retomar o seu crescimento no processamento de passageiros, atingindo um aumento de 5,7% ao ano no período de 2008 a 2016. Os efeitos comentados podem ser observados no Gráfico 1.2.

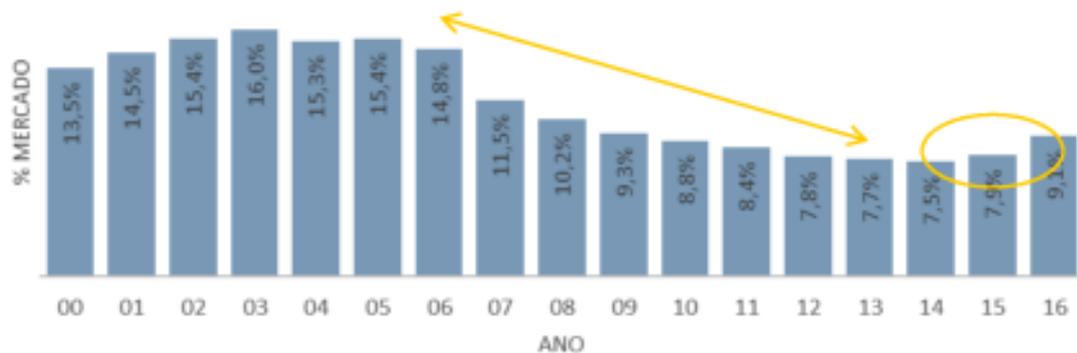
**Gráfico 1.2 – Evolução de passageiros no Aeroporto de Congonhas**



Fonte: ANAC (2017).

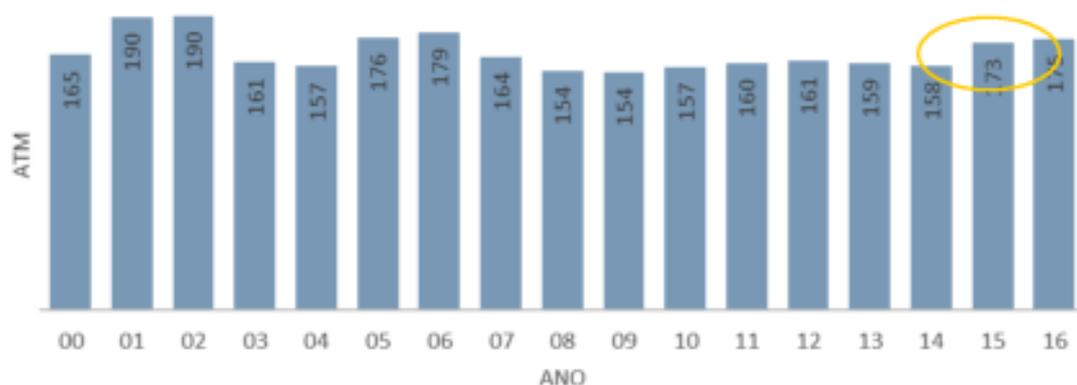
#### 1.4.1 Séries Históricas

Em comparação com o mercado de transporte aéreo brasileiro, as medidas restritivas tomadas implicaram numa queda considerável de participação no mercado do aeroporto, perdendo quase 50% de sua participação relativa. Com a crise político-econômica iniciada em 2015 e as medidas de aumento de número de slots e de alcance de rotas, houve uma recuperação do mercado relativo nos últimos anos, conforme apresentado no Gráfico 1.3.

**Gráfico 1.3 – Evolução da participação de mercado do Aeroporto de Congonhas**

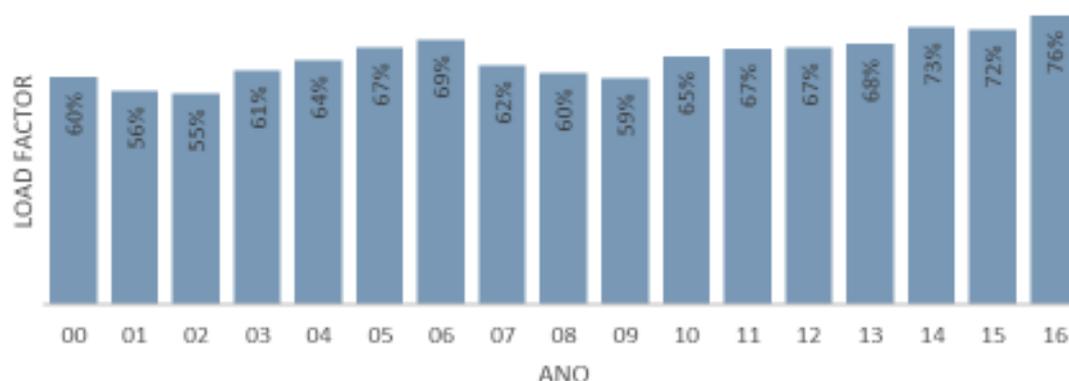
Fonte: ANAC (2017), Análise do autor.

Conforme apresentado no Gráfico 1.4, pode-se constatar que o aumento de movimentos decorrente do aumento de slots de 2014 foi um dos principais motivadores de crescimento do movimento anual de passageiros. Além disso, também pode-se observar que a variação do número de movimentos-ano não foi um fator importante no crescimento da movimentação de passageiros, observada de 2009 a 2011.

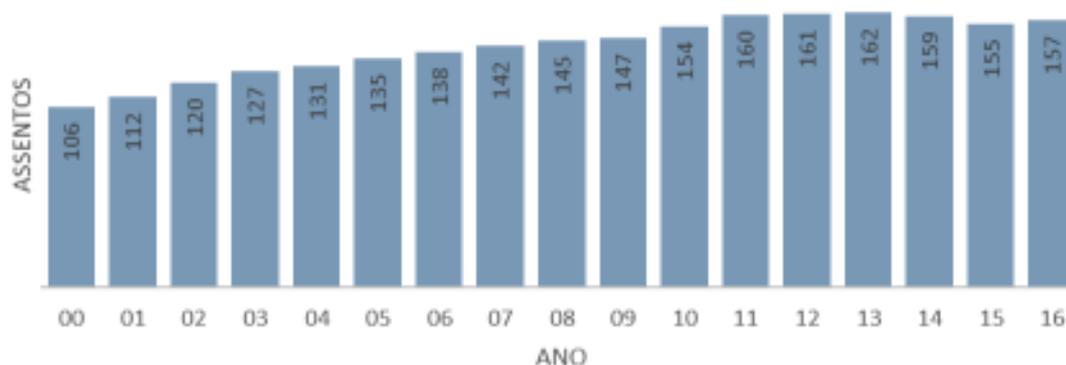
**Gráfico 1.4 – Evolução da movimentação de aeronaves do Aeroporto de Congonhas**

Fonte: ANAC (2017), Análise do Autor.

A principal causa levantada para esse aumento foi o crescimento de load factor, Gráfico 1.5, e/ou o aumento do tamanho médio de aeronaves, Gráfico 1.6, que se mostraram crescimentos consistentes ao longo desses anos. O efeito resultante da evolução desses dois parâmetros pode ser observado no Gráfico 1.7.

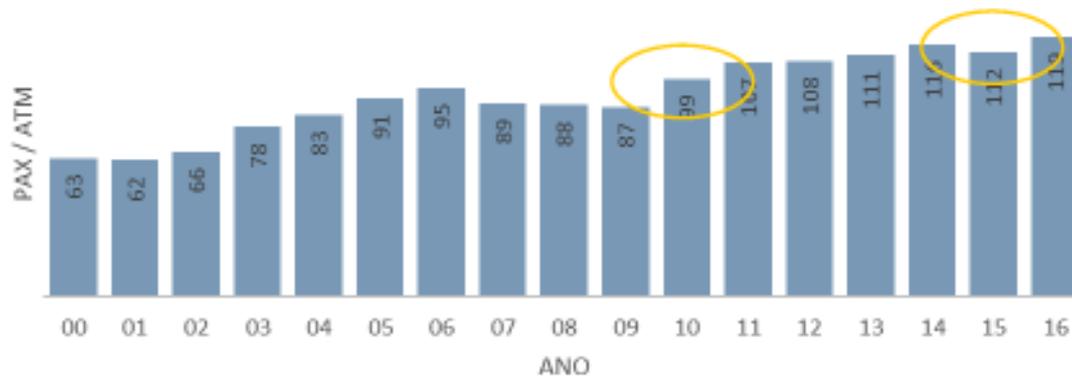
**Gráfico 1.5 – Evolução do load factor médio do Aeroporto de Congonhas**

Fonte: ANAC (2017), Análise do autor.

**Gráfico 1.6 – Evolução do tamanho médio de aeronaves do Aeroporto de Congonhas**

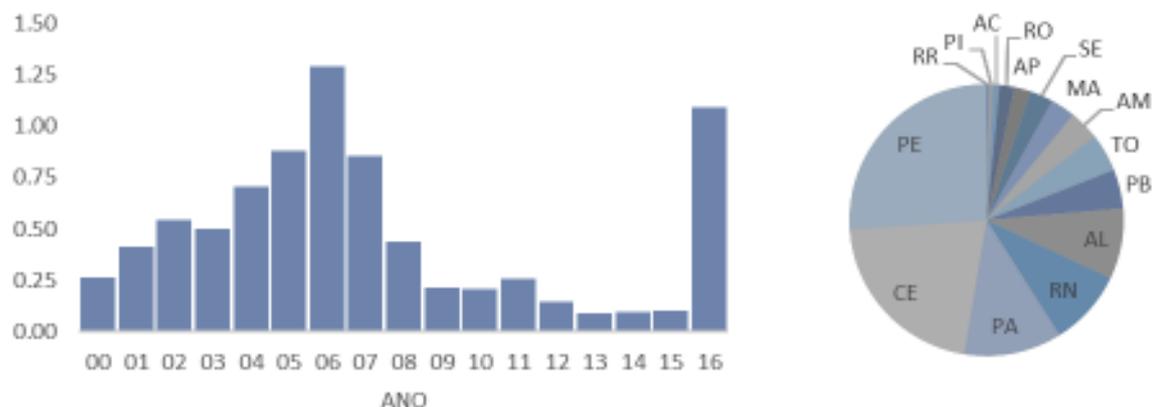
Fonte: ANAC (2017), Análise do autor.

A partir da análise da evolução da média de passageiros por movimento, Gráfico 1.7, também pode-se reforçar a hipótese sobre o aumento de slots na movimentação de passageiros em 2015. Por outro lado, com relação ao crescimento de 2016, o aumento do tamanho médio da aeronave pode ser considerado como o principal fator, já que a variação da movimentação de aeronaves entre 2015 e 2016 foi pequena, Gráfico 1.4, e houve um aumento da média de passageiros por movimento, Gráfico 1.7.

**Gráfico 1.7 – Evolução da média de passageiros por movimento no Aeroporto de Congonhas**

Fonte: ANAC (2017), Análise do autor.

Com as restrições de alcance das aeronaves em operação no aeroporto, o volume de passageiros transportados para os estados localizados a mais de 1.500 km caiu drasticamente refletindo na demanda, em valores nominais, aproximadamente um milhão de passageiros anuais. Sendo recuperado em quase a sua totalidade em cerca de um ano após a queda da medida. A evolução dos passageiros anuais transportados para estados localizados a mais de 1.500 km está apresentada no Gráfico 1.8.

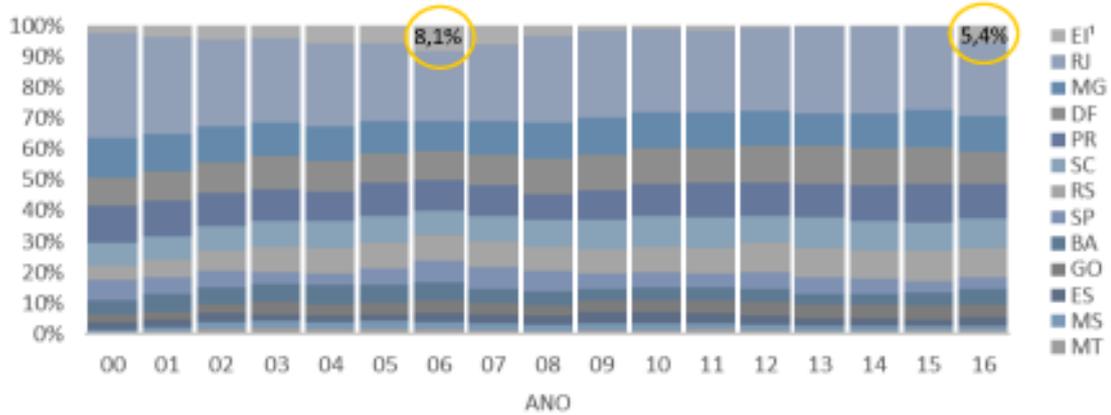
**Gráfico 1.8 – Evolução de passageiros em rotas com distâncias superiores à 1.500 km**

Fonte: ANAC (2017), Análise do autor.

Em termos relativos, podemos observar que o share atual dessas rotas em relação as em operação no aeroporto ainda é pequeno, já que atualmente esse percentual ainda é cerca de 5,4%, enquanto em 2006, ano de maior participação, esse índice foi em torno de 8,1%. A

participação de mercado dos principais estados na demanda do Aeroporto de Congonhas está apresentada no Gráfico 1.9.

**Gráfico 1.9 – Evolução do share de mercado dos estados na movimentação de Congonhas**



Fonte: ANAC (2017), Análise do autor.

#### 1.4.2 Perfil dos Passageiros

Para a avaliação de capacidade, bem como o dimensionamento de infraestrutura requerida de um terminal de passageiros, alguns parâmetros de perfil dos usuários devem ser levantados. A variação desses parâmetros ao longo dos meses ou anos, por refletir o comportamento dos usuários, implicam diretamente em variações de infraestrutura requerida.

A

Tabela 1.3 apresenta alguns desses parâmetros e os componentes do terminal que ele afeta a infraestrutura requerida.

**Tabela 1.3 – Parâmetros relacionados ao perfil do passageiro na Pesquisa de Satisfação da SAC**

Parâmetro	Componentes influenciados
Antecedência de Chegada	Áreas de espera, Check-in, Despacho de bagagens.
% Classe Econômica e Prioritária	Áreas de espera, Check-in.
Tempos de processamento	Check-in, Despacho de bagagens, Inspeção de Segurança.
Acompanhantes por passageiro	Áreas de espera
% Check-in online e tradicional	Check-in
Meio de acesso e egresso ao terminal	Meio-fio
Bagagens por passageiro	Despacho de bagagens, Restituição de bagagens, Inspeção de Segurança

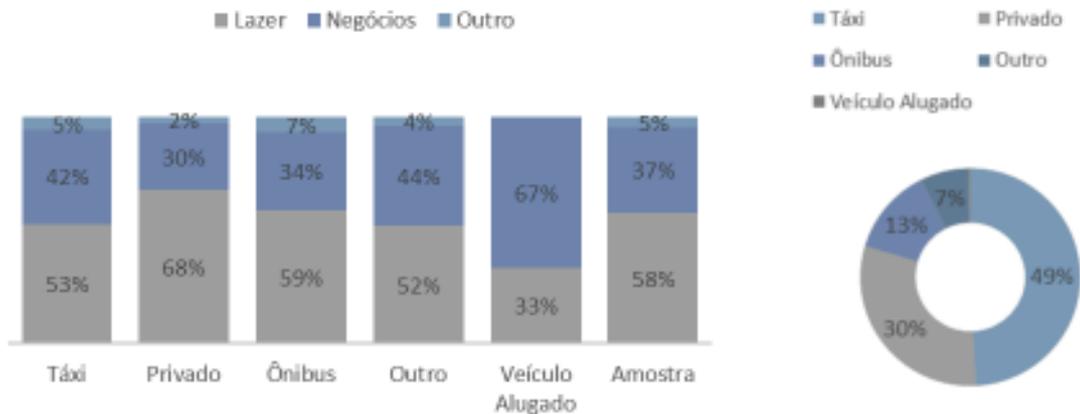
Fonte: Metodologias da Análise de Capacidade IATA (2015), ACRP (2010), Adaptado.

Com base na Pesquisa de Satisfação da SAC<sup>6</sup> feita nos anos de 2015 e 2016 no Aeroporto de Congonhas, foi traçado o perfil dos passageiros com relação ao uso de meio-fio, check-in<sup>7</sup>, antecedência de chegada, quantidade de acompanhantes, familiaridade com o aeroporto e frequência de voos. Além disso, foi analisada a evolução do share de passageiros a lazer e a negócios, já que as tendências de evolução juntamente com o perfil são um indicativo da tendência de necessidades dos usuários em Congonhas.

Com relação ao uso do meio-fio, Gráfico 1.10, pode-se observar que, de modo geral, os passageiros a lazer usam os meios de transporte privado com maior frequência, enquanto passageiros a negócios usam veículos alugados. No entanto, a participação de veículos privados no meio-fio é muito mais representativa. Assim, o crescimento de passageiros turísticos impactaria mais fortemente o meio-fio do ponto de vista de comprimento disponível necessário. Os demais meios de transporte não destoaram muito da média, assim desconsiderou-se o efeito da mudança de perfil dos passageiros na demanda desses por esses meios.

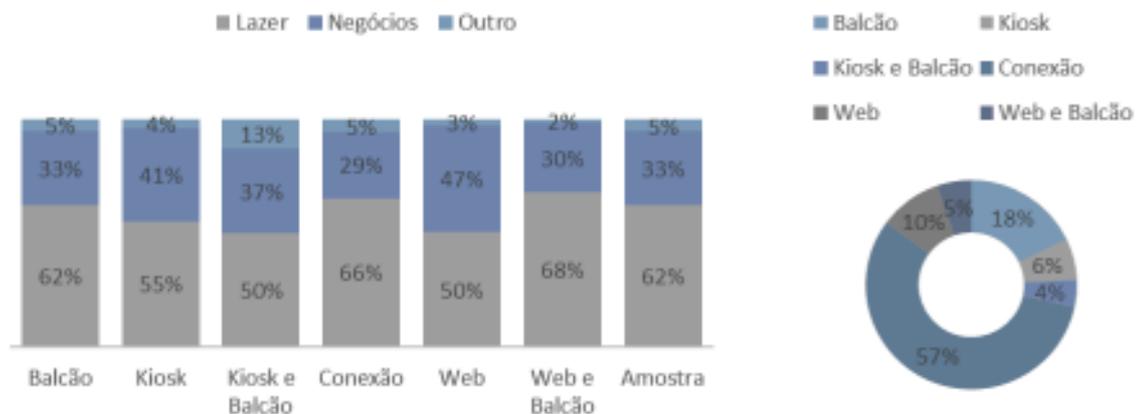
<sup>6</sup> Secretaria de Aviação Civil (SAC)

<sup>7</sup> Check-in é o processo ou processador do registro que cada passageiro deve realizar antes do embarque.

**Gráfico 1.10 – Uso do meio-fio por motivo da viagem**

Fonte: Pesquisa SAC, Análise do autor.

No Gráfico 1.11, pode-se perceber que o uso de quiosques e check-in via internet por parte dos passageiros turísticos está consideravelmente abaixo da proporção passageiros a lazer e passageiros a negócios. Isso indica que, de modo geral, os passageiros a negócios antecipam o processo de check-in, impactando no tempo de processamento e consequentemente em áreas de filas requeridas e quantidade de balcões. Vale ressaltar que há uma quantidade acima da esperada do percentual de passageiros em conexão, caracterizando um possível viés das coletas efetuadas na pesquisa.

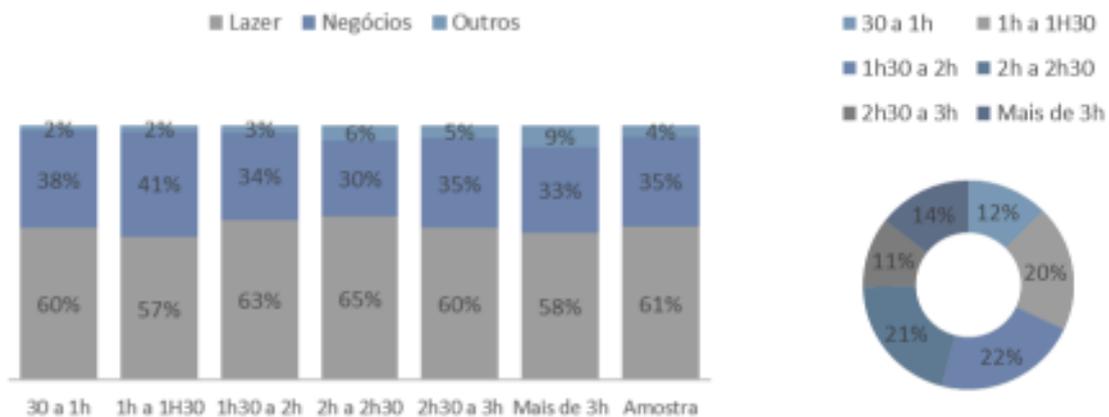
**Gráfico 1.11 – Forma de check-in por motivo da viagem**

Fonte: Pesquisa SAC, Análise do autor.

Após a obtenção da distribuição de chegada dos passageiros, percebeu-se que, em geral, a distribuição de passageiros a lazer e a negócios não está correlacionado com a antecedência

de chegada. Isso deve-se ao fato do tempo de antecedência na chegada ser mais importante para voos internacionais e que Congonhas atualmente só conta com rotas domésticas. Assim, supõe-se que o aumento de voos com distâncias superiores a 1.500 km não tenha impacto considerável nos tempos de permanência nos saguões de embarque.

**Gráfico 1.12 – Antecedência de chegada por motivo da viagem**



Fonte: Pesquisa SAC, Análise do autor.

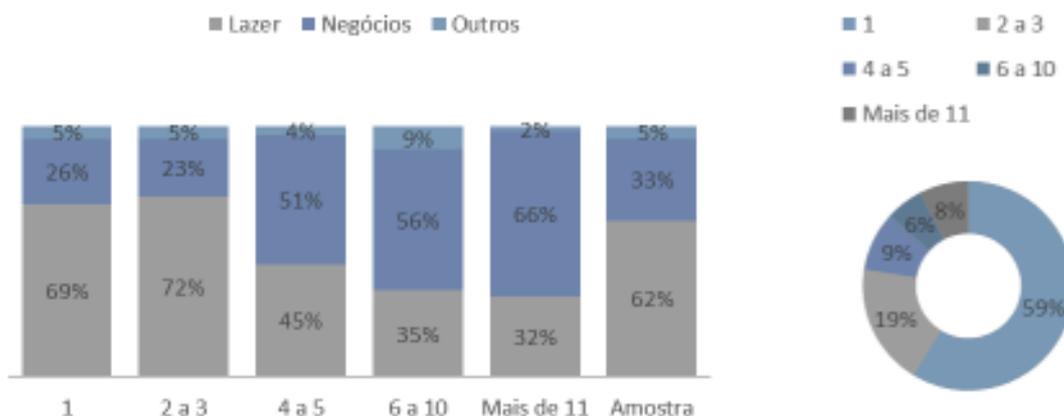
Já com relação à média de acompanhantes por passageiros, fica claro que os passageiros a negócios, em geral, não estão acompanhados. Para todas os casos, exceto desacompanhado, os passageiros a negócios ficam consideravelmente abaixo da média. Do ponto de vista da infraestrutura, maiores áreas de saguão e conveniência serão necessárias, já que os acompanhantes passam a maior parte do tempo nelas.

Calculando a média de acompanhantes por passageiros com base na distribuição, pode-se observar que os passageiros a lazer levam, em geral, mais de 3 vezes acompanhantes do que os passageiros a negócios, 0,73 contra 0,22.

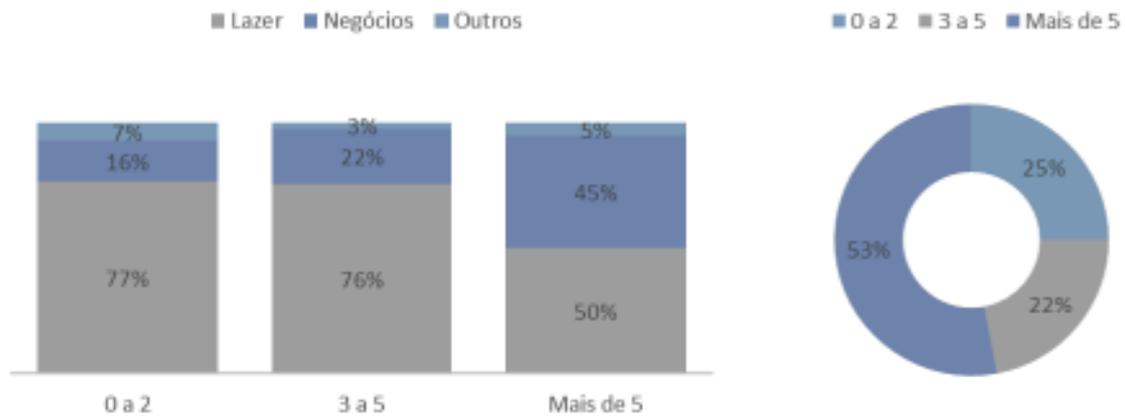
**Gráfico 1.13 – Acompanhantes por passageiro por motivo da viagem**

Fonte: Pesquisa SAC, Análise do autor.

Outro ponto relevante é a familiarização com os procedimentos de embarque e desembarque do aeroporto. Conforme tanto com o Gráfico 1.14, quanto com o Gráfico 1.15, pode-se perceber que os passageiros a negócios estão muito mais familiarizados. Assim, supõe-se que as necessidades por sistemas de sinalização e informação, bem como tempos de permanência e processamento sejam menores.

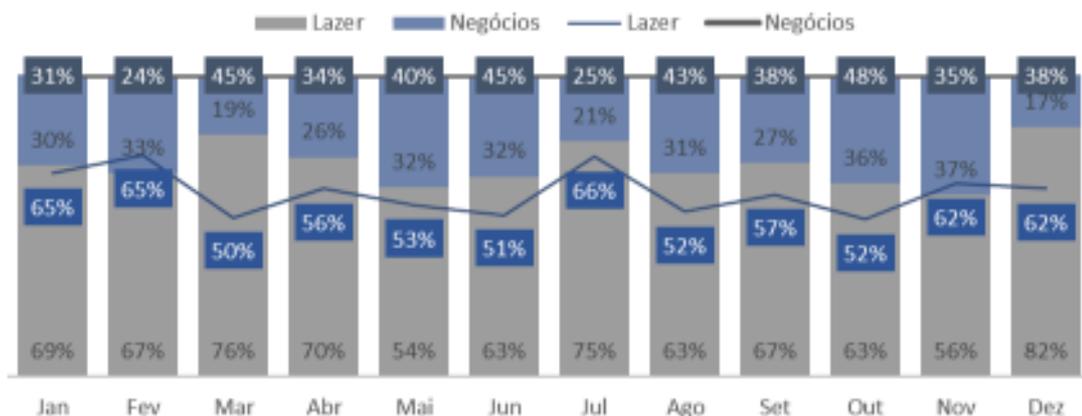
**Gráfico 1.14 – Voos em Congonhas nos últimos 12 meses por motivo de viagem**

Fonte: Pesquisa SAC, Análise do autor.

**Gráfico 1.15 – Frequência por motivo da viagem**

Fonte: Pesquisa SAC, Análise do autor.

Por fim, com base na evolução do perfil anual do share de passageiros a lazer e a negócios, pode-se perceber uma pequena variação na sua distribuição percentual a partir de março de 2016. Essa variação indica o aumento de passageiros a lazer e a redução de passageiros a negócios. Essa tendência, possivelmente devido à queda da restrição de alcance de aeronaves, em conjunto com as correlações apresentadas anteriormente, justifica um aumento de atenção em alguns componentes do terminal de passageiros afim de proporcionar um nível de serviço adequado.

**Gráfico 1.16 – Comparativo do perfil de passageiros de 2015 e 2016**

Fonte: Pesquisa SAC, Análise do autor.

Apesar da sua importância na avaliação da capacidade instalada, as pesquisas da SAC disponibilizadas não contemplaram a taxa de bagagens despachadas por passageiros processados.

## **1.5 Impacto Esperado da Revogação da Restrição de Alcance**

Caracterizado por um percentual considerável de passageiros a negócios em voos na ponte aérea SP-RJ, a inserção de voos mais longos (medium haul e long haul) implicaria num maior percentual de passageiros turísticos. Ao contrário dos turísticos, passageiros a negócios, em geral, possuem uma maior familiaridade com as facilidades do aeroporto implicando num processamento mais ágil, além de requerer menos amenidades relacionadas à exploração comercial, já que os tempos de permanência desse tipo de passageiro no terminal são, em geral, menores.

Conforme apresentado em 1.4.2, entre as principais implicações esperadas na operação decorrentes da mudança no perfil dos passageiros, estão os tempos de processamento, à tolerância à espera, o número médio de bagagens por passageiro e o número médio de acompanhantes/visitantes por passageiros.

Além disso, espera-se uma queda do nível de serviço oferecido devido ao simples aumento de demanda decorrente da retirada das restrições, caso não sejam implementadas melhorias na infraestrutura existente.

## 2 Revisão Bibliográfica

Neste capítulo foram apresentados os principais temas a que se refere o presente trabalho e uma discussão sobre a literatura, onde são abordados os métodos utilizados em manuais, estudos, trabalhos e teses correlacionados com os pontos avaliados.

A avaliação de capacidade e dimensionamento de infraestrutura requerida podem ser entendidos como processos inversos, uma vez que os inputs de um modelo, em geral, são os outputs do outro. A avaliação de capacidade se caracteriza pela identificação de demanda que determinada infraestrutura é capaz de processar, enquanto que o dimensionamento obtém a infraestrutura necessária para que se processe uma determinada demanda.

Assim, a análise de capacidade consiste em uma técnica de análise diagnóstica ou descritiva, enquanto a de dimensionamento uma técnica de análise prescritiva ou preditiva. As modelagens apresentadas no item 2.1.1 foram criadas para auxiliar o dimensionamento de infraestrutura, sendo adaptadas no Capítulo 0 para a avaliação da capacidade dos componentes do Aeroporto de Congonhas.

### 2.1 Capacidade

Svrcek (1994) define três formas fundamentais de avaliar a capacidade para estimar o potencial de congestionamento e atrasos, dependendo do componente a ser analisado.

A primeira delas é a capacidade estática que se refere à capacidade de armazenamento de uma área de espera e geralmente expressa o número de ocupantes que determinado componente suporta.

A seguinte é a capacidade dinâmica, empregada para estimar a máxima taxa de processamento de um sistema, ou seja, passageiros ou bagagens por unidade de tempo. Suas unidades, em geral, dependem da característica e operação de cada componente avaliado.

E por fim, a capacidade contínua, ou sustentada, comumente usada para descrever a capacidade geral de um sistema ou subsistema para acomodar a demanda em um período contínuo de tempo com os mesmos padrões de nível de serviço, ou seja, parâmetros de tempo e espaço.

## 2.2 Hora Pico

Um dos parâmetros fundamentais para a modelagem da capacidade é a hora-pico, que define o fluxo de projeto em termos de passageiros, ou seja, a demanda que deve ser atendida. Esse conceito possui algumas definições, apresentadas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Definições de Hora-Pico

Referência	Definição
Beinhaker, 1972	A hora cujo movimento não é excedido em mais de 15 vezes ao ano.
IATA, 1976	Typical Peak-Hour Passenger (TPHP) é hora de maior movimentação de passageiros do dia médio do mês pico.
BAA	Standard Busy Rate (SBR) é a trigésima hora de maior movimentação de passageiros no ano.
Heathrow Airport	Busy Hour Rate (BHR) é a hora-pico correspondente à uma taxa de processamento que não é ultrapassada em 95% do tempo.
Horonjeff, 1983	A hora de maior movimentação de passageiros do dia da semana média do mês pico.
ICAO, 1987	A trigésima hora de maior movimentação de passageiros no ano.
FAA, 1988	A hora mais ocupada do dia mais ocupado da semana típica.
Wang (1999)	A hora representativa que atenda 96,5% do movimento anual de passageiros.
ANAC, 2012	Intervalo de 60 minutos mais movimentados no dia médio do mês pico do ano civil.

Fonte: Medeiros (2004), ANAC (2012), ACRP 082 (2013) e Paulo Wang (1995)

As definições têm como objetivo evitar um dimensionamento além do necessário, já que apenas um percentual pequeno estaria incluso nas horas com uma movimentação acima da considerada e o impacto na infraestrutura requerida para atender a hora máxima seria considerável. Para o presente estudo, será adotada a definição da IATA que considera o dia médio do mês pico.

## 2.3 Nível de Serviço

Segundo Bruneta e Andreatta (2007) o nível de serviço (LoS) representa a qualidade de serviço experimentado de um ou mais componentes pelos passageiros. Os parâmetros tipicamente utilizados para a sua avaliação, como tempos de espera, tempos de processamento

e distâncias percorridas, possuem uma correlação. Ainda assim, possuir metas para esses parâmetros é essencial, devido à suas implicações para o aeroporto do ponto de vista de aspectos econômicos e de imagem.

De acordo com IATA (2015), o tempo e o espaço são variáveis importantes para o conceito de nível de serviço. No caso de componentes processadores e suas respectivas áreas de fila, duas importantes variáveis ditam o nível de serviço: a área de fila por passageiro e os tempos de espera. Assim, ambos os eixos, tempo e espaço, são requeridos para a determinação do nível de serviço, conforme a Figura 2.1.

Figura 2.1 – Tabela de Nível de Serviço Tempo vs. Espaço

	Superdimensionado ( $>Y \text{ m}^2$ )	Ótimo ( $Y \text{ até } X \text{ m}^2$ )	Sub-ótimo ( $<X \text{ m}^2$ )
Superdimensionado ( $<A \text{ segundos}$ )	Além do Necessário	Ótimo	Considerar Melhorias
Ótimo ( $B \text{ até } A \text{ segundos}$ )			
Sub-ótimo ( $>B \text{ segundos}$ )	Considerar Melhorias	Reconfigurar	

Fonte: IATA (2015), Adaptado.

O ADRM 10 também estabelece um benchmark para a análise de capacidade e dimensionamento de acordo com o nível de serviço para os componentes de terminais. A Figura 2.2 apresenta os valores a serem considerados para tempo e espaço de acordo com o componente e o nível de serviço.

Figura 2.2 – Tabela de Nível de Serviço

	Padrão de Espaço para Áreas de Espera (m <sup>2</sup> /pax)			Padrão de Tempo de Espera para Áreas de Processamento (minutos)			Padrão de Tempo de Espera para Áreas de Processamento (minutos)			Proporção de Passageiros Sentados (%)		
				Classe Econômica			Classe Prioritária/Negócios					
	A e B	C	D e E	A e B	C	D e E	A e B	C	D e E	A e B	C	D e E
ADRM 9ª Edição	Superdím.	Ótimo	Sub Ótimo	Superdím.	Ótimo	Sub Ótimo	Superdím.	Ótimo	Sub Ótimo	Superdím.	Ótimo	Sub Ótimo
Saguão de Embarque	>2,3	2,0 - 2,3	<2,0									
Check-in												
Autoatendimento	>1,8	1,3 - 1,8	<1,3	<1	1 - 2	>2	<1	1 - 2	>2			
Despacho de Bagagens	>1,8	1,3 - 1,8	<1,3	<1	1 - 5	>5	<1	1 - 3	>3			
Check-in Tradicional							Classe Negócios					
	>1,8	1,3 - 1,8	<1,3	<10	10 - 20	>20	<3	3 - 5	>5			
							Classe Prioritária					
							<1	1 - 3	>3			
Vistoria de Segurança	>1,2	1,0 - 1,2	<1,0	<5	5 - 10	>10	<1	1 - 3	>3			
Emigração	>1,2	1,0 - 1,2	<1,0	<5	5 - 10	>10	<1	1 - 3	>3			
Sala de Embarque												
Sentados	>1,7	1,5 - 1,7	<1,5									
Em pé	>1,2	1,0 - 1,2	<1,0							>70%	50% - 70%	<50%
Imigração	>1,2	1,0 - 1,2	<1,0									
Restituição de Bagagens				Primeiro Passageiro a Primeira Bagagem								
Narrow-Body	>1,7	1,5 - 1,7	<1,5	<1	1 - 15	>15	<1	1 - 15	>15			
Wide-Body	>1,7	1,5 - 1,7	<1,5	<1	1 - 25	>25	<1	1 - 15	>15			
Saguão de Desembarque	>2,3	2,0 - 2,3	<2,0							>20%	15% - 20%	<15%

Fonte: IATA (2015), Adaptado.

## 2.4 Qualidade de Serviço

Segundo a ACRP (2013), a qualidade do serviço oferecido, medida pela satisfação dos passageiros, impacta diretamente no entendimento de necessidades de investimentos em melhorias do terminal. Além disso, quando em aeroportos de alto nível de serviço oferecido, os passageiros tendem a vivenciar uma melhor experiência, consumindo e utilizando os produtos e serviços oferecidos em maior escala. Em cidades com múltiplos aeroportos, como São Paulo, a cultura de medir a performance dos serviços oferecidos é um importante diferencial competitivo.

A Tabela 2.2 apresenta um resumo dos principais aspectos que impactam a percepção dos passageiros.

Tabela 2.2 – Aspectos Relacionados à Percepção de Qualidade

Referência	Aspecto
ACRP (2013)	Acesso
	Experiência no Portão de Embarque
	Velocidade da rotina de processamento
	Concessões
	Cortesia dos Funcionários
	Limpeza
ANAC (2017)	Serviços Diretos
	Disponibilidade de Equipamentos
	Instalações do Lado Ar
	Pesquisa de Satisfação dos Passageiros
Bezerra (2015)	Check-in
	Segurança
	Conveniências
	Ambiente
	Serviços Básicos
	Mobilidade
	Preços

Fonte: ACRP 048 (2013), SAC

Dantas (2015) fundamentou, por meio da Análise Fatorial Exploratória<sup>8</sup> e Modelos de Regressão Multivariada, a importância da análise do nível de serviço por parte dos aeroportos, em especial para o Aeroporto de Congonhas. Em seu trabalho, levantou os principais fatores em que a qualidade de serviço pode ser arranjada e a sua contribuição na percepção do passageiro. Entre as suas conclusões, ele apresenta a carga negativa da frequência dos passageiros, ou seja, quanto mais frequente é o passageiro (frequent flyer) maior é o seu grau de exigência.

Fernanda (2009) avaliou a qualidade dos níveis de serviços oferecidos nos terminais de passageiros do Aeroporto Internacional do Galeão, Aeroporto Santos Dumont e do Aeroporto de Congonhas, de acordo com o processo de pesquisa “percepção-resposta” dos usuários.

<sup>8</sup>A Análise Fatorial Exploratória (AFE) é uma técnica da estatística destinada a representar um processo aleatório multivariado por meio da criação de novas variáveis, derivadas das variáveis originais e, geralmente, em menor número, que representa as comunalidades do processo restando às variáveis espúrias serem não descritas pelo modelo fatorial.

## 2.5 Componentes do Terminal

Os componentes de um terminal de passageiros são áreas destinadas a operação de atividades específicas como áreas de concessão, check-in e restituição de bagagens. Esses componentes podem ser classificados como operacionais ou não operacionais. No presente estudo, serão analisados apenas os operacionais, que consistem naqueles destinados a atividades essenciais ao processamento dos passageiros, tais como a sala de desembarque e a área de despacho de bagagens (check-in).

Os componentes operacionais podem ser categorizados em processadores, áreas de espera ou áreas de fluxo. Os processadores e áreas de fluxo tem um caráter dinâmico, ou seja, são função da área, espaço requerido por usuário e da taxa de processamento. Assim, para esses componentes, calcula-se a capacidade dinâmica. Já para as áreas de espera, usualmente se requer a área de acordo com o nível de serviço desejado, isto é, o espaço requerido por usuário. Para as áreas de espera, calcula-se a capacidade instantânea ou estática, que é definida como a quantidade de pessoas que podem permanecer no local em um instante de tempo.

Dentre os componentes do terminal de passageiros, alguns grupos atuam de forma interdependente de modo que o processamento de um influencia na capacidade/demanda do outro. Os principais são no desembarque (sala de restituição de bagagens) e no embarque (check-in, despacho de bagagens, vistoria de segurança, e sala de embarque).

Tabela 2.3 – Principais Componentes Operacionais Domésticos

Fluxo	Tipo	Componente	Interdependência
Embarque	Processador	Portão de Embarque	-
		Meio-fio de Embarque	Vias de Acesso
		Balcões de Check-in	Meio-fio e Despacho de Bagagens
		Despacho de Bagagens	Meio-fio e Check-in
		Vistoria de Tickets	Check-in e Despacho de Bagagens
		Vistoria de Segurança	Vistoria de Tickets
	Área de Espera	Saguão de Embarque	-
		Sala de Espera	-
Desembarque	Processador	Restituição de Bagagens	-
		Meio-fio de Desembarque	-
	Áreas de Espera	Saguão de Desembarque	-

Fonte: Feitosa (2000), Adaptado.

## 2.6 Abordagens metodológicas

As metodologias utilizadas para avaliar a capacidade de um terminal aeroportuário consistem basicamente em modelagens empíricas e analíticas dos componentes. As modelagens analíticas, em geral, são caracterizadas por serem bottom-up, ou seja, constroem a capacidade ou infraestrutura necessária com base em parâmetros específicos da operação, enquanto as empíricas, via de regra, são caracterizadas por serem top-down, isto é, obtêm a capacidade ou infraestrutura requerida com base em benchmarking e levantamento de parâmetros globais dos componentes e terminal.

Medeiros (2004) desenvolveu um método empírico de dimensionamento de componentes de um terminal com enfoque em índices de ocupação. Tomando como referencial a realidade brasileira, foram segmentados os parâmetros de dimensionamento de acordo com a classificação do aeroporto e o nível de serviço a ser provido.

ADRM 10 (2015) é o manual de referência de projetos da IATA. Ele apresenta diretrizes e modelos para planejamento e dimensionamento das principais infraestruturas de um aeroporto. Seus modelos consistem de metodologias analíticas baseadas em diretrizes e parâmetros de operação dos principais aeroportos do mundo.

ACRP 025 (2010) consiste em um estudo contendo diretrizes e modelos empíricos e analíticos para planejamento e dimensionamento de terminais. Nesse estudo são apresentadas as principais questões relacionadas a cada componente do terminal, passando pelos stakeholders, boas práticas e características de operação.

ANAC (2012) consiste em uma resolução, que não foi publicada, que define metodologias básicas para o cálculo da capacidade aeroportuária. A maioria dos modelos analíticos apresentados se assemelham aos descritos no ADRM 9 (2004).

FAA (1980 e 1988) propõe, por meio da AC 150/5360-13 (1988) uma metodologia para estimativas iniciais de projetos de acordo com fatores específicos do aeroporto em análise, e a AC 150/5360-9 (1980) para a avaliação de aeroportos não Hubs. Ambas as modelagens foram embasadas em aeroportos norte-americanos.

Sinthia (2016) propôs estabelecer um método de avaliação de capacidade para aeroportos de pequeno porte através da comparação de métodos existentes na literatura. Para tanto, foram estudados o método da IATA (2015), ANAC (2012), Medeiros (2004) e FAA (1980) avaliando, entre outras coisas, a sensibilidade e consistência dos resultados obtidos com as capacidades declaradas, e a aplicabilidade dos métodos. Entre as conclusões estão a limitação do método Medeiros em avaliar a capacidade dinâmica e sustentada dos processadores e as

diferenças entre a teoria e prática do método FAA devido ao modelo ter se baseado apenas nos aeroportos norte-americanos.

Fernandes e Pacheco (2002) avaliou, utilizando a metodologia DEA<sup>9</sup>, a capacidade de 35 aeroportos domésticos brasileiros a fim de determinar a eficiência em termos de passageiros processados. Com base na projeção de demanda de passageiros, foi possível determinar, para cada aeroporto, quando expansões de capacidades seriam necessárias para manter o nível de serviço necessário.

Feitosa (2000), com o auxílio do software ARENA, desenvolveu um modelo de simulação aplicável à análise operacional de terminais de passageiros de aeroportos regionais brasileiros.

Rolim (2016) modelou as operações do Terminal 3 do Aeroporto de Guarulhos com o auxílio do software CAST Terminal, e desenvolveu 273 cenários alternativos com a variação de parâmetros como número de balcões por companhia aérea e a utilização do autoatendimento. Entre outros resultados, foram obtidos os pesos que determinados fatores exercem sobre o tempo de espera na fila de check-in.

As abordagens metodológicas para análise de capacidade e dimensionamento podem ser segmentadas de acordo com a profundidade, tipo de análise, custo e tempo disponível. A Tabela 2.4 apresenta um resumo dessa segmentação.

---

<sup>9</sup> Análise do Emvelope de Dados, em inglês Data Envelopment Analysis (DEA), é um método não paramétrico em pesquisa operacional e economia usado para estimar fronteiras de produção medido empiricamente a eficiência de unidades de tomada de decisão.

Tabela 2.4 – Tipos de Análises Capacidade e Dimensionamento

Tipo	Profundidade	Tipo de Análise	Custo	Tempo	Exemplos
Empíricas	Baixa	Experiência do Especialista e Regras de Bolso	Baixo	Baixo	-
		Benchmarking, Análise de Layout e Métodos Paramétricos	Médio	Baixo	Medeiros (2004)
Analíticas	Média	Planilhas e Modelos de Fila	Médio	Médio	IATA (2015), ANAC (2012), e FAA <sup>10</sup> (1988).
		Modelos de Regressão e Estatísticos	Médio/Alto	Médio	DEA, Simulação de Monte Carlo.
Simulação	Alta	Modelos de Simulação	Alto	Alto	ARENA, ARCport e CAST.

Fonte: Sinthia (2016), ACRP 025 (2010), Adaptado.

## 2.7 Tecnologias no Terminal

ACRP 010 (2008) buscou identificar e desenvolver inovações que pudessem ser implementadas em aeroportos de vários tamanhos para melhorar a experiência dos passageiros e eficiência operacional dos aeroportos, revisando as mais relevantes publicações e identificando questões e problemas comumente enfrentados. Entre outras premissas da operação futura, foram tomadas o uso majoritário e compartilhado, por parte das companhias aéreas, de autoatendimento, tanto de check-in como de despacho de bagagens. Como resultado, foram obtidas dez inovações, examinadas quanto à fatores chave, premissas e pré-requisitos, potenciais benefícios e desafios para implementação. As principais tendências em operações aeroportuárias discutidas foram apresentadas na Tabela 2.5.

<sup>10</sup> Federal Aviation Administration (FAA) é uma autoridade norte americana responsável pela regulação da aviação civil.

Tabela 2.5 – Tendências em Aeroportos

Tendência	Consequências
Aumento das taxas de processamento	Redução de infraestrutura e pessoal requerido, e aumento da satisfação dos passageiros.
Investimentos em transportes públicos, principalmente ferrovias	Fácil acesso à terminais, infraestruturas intermodais, e serviços financeiramente mais acessíveis.
Mais opções de check-in, evitando filas desnecessárias	Foco em serviços de autoatendimento e operações em locais variados do aeroporto.
Fachada separada das infraestruturas do terminal	Aumentar a flexibilidade e diminuir os custos de investimentos em aumento de capacidade dos terminais, adaptando-os às necessidades dos passageiros.
Meios-fios, e outros componentes do terminal, realocados para edifícios garagem	Diminuição de cruzamentos
Sinalizações e circulação simplificadas, e grandes áreas públicas	Melhor visualização e entendimento do terminal
Hotéis e centros de negócios integrados com o terminal	Variedade de serviços atraindo clientes e relacionados ao transporte aéreo
Foco nos componentes de desembarque como primeira impressão do aeroporto.	Estacionamentos mais próximos e com mais vagas disponíveis, melhor sinalização do aeroporto e transportes terrestres.
Vias de acesso segmentadas por modal	Criação de centros para modais ao invés de segmentação por embarque de desembarque.
Sistemas de transporte de passageiros (APM <sup>11</sup> ) integrados para múltiplos usos	Fácil acesso a estacionamentos e infraestruturas remotas, facilitando o trânsito dos passageiros dentro do terminal.

Fonte: ACRP 010 (2008), Adaptado.

<sup>11</sup> Automated People Move (APM) são sistemas de transporte usados para conectar passageiros em aeroportos multi-terminal.

### 3 Metodologia

A estrutura metodológica proposta de avaliação do impacto da mudança do perfil de passageiros pressupõe uma análise preliminar dos processadores comparando-os com as capacidades declaradas e com a demanda observada, bem como uma análise de sensibilidade da capacidade dos processadores com os parâmetros vinculados à mudança no perfil dos passageiros.

Após a análise preliminar de capacidade e posterior análise comparativa e de sensibilidade, serão selecionados alguns componentes com o intuito de aprofundar a modelagem com base no levantamento de cenários que estarão relacionados com as mudanças de perfil de passageiros, evolução de parâmetros operacionais e variações de demanda.

Por fim, tendo em vista os resultados obtidos, será elaborada uma proposta final, considerando balanceamento de componentes, medidas e investimentos em tecnologia, além de investimentos em aumento da infraestrutura.

A Figura 3.1 apresenta a estrutura de trabalho do processo do estudo do impacto da mudança regulatória no Aeroporto de Congonhas.

Figura 3.1 – Estrutura de Trabalho



Fonte: Autor.

#### 3.1 Análise Qualitativa

Motivados pelas mudanças recentes na regulação do Aeroporto de Congonhas e nas tendências de tecnologia aplicadas à operação de aeroportos, levantou-se hipóteses relacionadas

a demanda proveniente de rotas com distância superior a 1.500 km, ao perfil de passageiros e evolução de parâmetros operacionais e os seus respectivos impactos operacionais. Assim, pode-se direcionar a busca de dados e as análises qualitativas a serem feitas, tornando o processo mais eficiente.

## **3.2 Análise Quantitativa**

Buscando validar as hipóteses levantadas, após uma revisão prévia do histórico do Aeroporto de Congonhas, buscou-se dados do histórico de movimentação dos passageiros e da percepção dos passageiros quanto aos serviços oferecidos, conforme apresentado no Capítulo 1. Assim, validada a consistência das hipóteses levantadas, pode-se mensurar o impacto das mudanças e esboçar cenários de operação à serem aprofundados por meio de modelagens analíticas.

## **3.3 Modelagem Analítica**

### **3.3.1 Metodologias Consideradas**

A escolha de métodos de natureza distinta tem papel importante para a análise comparativa das capacidades obtidas, uma vez que abordam o problema sob perspectivas diferentes facilitando a identificação de forças e oportunidades da avaliação efetuada.

Os métodos escolhidos foram os publicados por organizações do segmento de transporte aéreo, IATA (2015), ANAC (2012), ACRP (2010) e FAA (1980 e 1988), além do método Medeiros (2004) que propõe modelos baseados em aeroportos brasileiros. Uma breve descrição dos modelos está apresentada na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Comparativo das Metodologias Utilizadas

Metodologia	Tipo	Características	Nível de Serviço
ADRM 10 (2015)	Analítico	A metodologia consiste em modelos para estações de processamento (balcões, portões, etc.), áreas de fila para um dado tempo máximo de ocupação e áreas de espera de acordo com os níveis de serviço.	Utiliza a uma segmentação de superestimado, ótimo e sub ótimo de acordo com a classificação de A até E do ADRM 9.
ANAC (2012)	Analítico	Define modelos analíticos para cada processador de acordo com as características de operação para aeroportos de até 1 milhão de passageiros.	-
ACRP 025 (2010)	Analítico	Define modelos analíticos para cada processador de acordo com as características de operação	-
FAA (1988)	Analítico	Disponibiliza ábacos <sup>12</sup> para dimensionamento baseados em estatísticas de aeroportos norte-americanos.	-
Medeiros (2004)	Empírica	Disponibiliza parâmetros e regras de bolso baseados na infraestrutura disponível dos aeroportos brasileiros. Caracteriza-se por uma metodologia top-down.	A (Alto), B (Bom) e R (Regular) segmentados por categoria de aeroportos (Internacional, Doméstico ou Regional)

Fonte: ADRM 10 (2015), ANAC (2012), ACRP (2010), FAA (1988) e Medeiros (2004), Adaptado.

### 3.3.2 Benchmarking

Para balizar os resultados e premissas empregadas, foram utilizados benchmarks de manuais e estudos, bem como a experiência prática observada nos aeroportos nacionais. Com

<sup>12</sup> Ábacos são ferramentas gráficas comumente utilizadas para dimensionamento.

isso, buscou-se fazer uma análise preliminar de qualidade ainda que ainda haja diversos pontos a serem explorados e aprofundados para uma análise mais completa.

### 3.3.3 Seleção das Facilidades

O terminal de passageiros é composto por componentes operacionais, que realizam atividades essenciais, e não operacionais, que realizam atividades secundárias ou acessórias. Os componentes operacionais podem ser subdivididos em grupos ou subsistemas, que são correlacionados pela capacidade e demanda, ou seja, a capacidade de um interfere na demanda do outro e vice-versa. Assim, para a seleção dos componentes a serem avaliados de uma maneira mais profunda, considerou-se, além do status de cada componente (superdimensionado, ótimo ou subdimensionado), a situação de cada subsistema, já que são consideradas como possíveis recomendações o balanceamento da infraestrutura. Os componentes selecionados foram apresentados na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Componentes Selecionados

Processo	Componente
Embarque	Saguão de Embarque
	Check-in (Tradicional e Totens)
	Despacho de Bagagens
	Inspeção/Vistoria de Raio X
	Salas de Embarque
	Salas de Embarque Remoto
Desembarque	Sala de Desembarque/Restituição de Bagagens
	Saguão de Desembarque

Fonte: Autor.

## 3.4 Levantamento de Dados

O levantamento de dados foi feito em duas etapas. A primeira consiste em informações de séries históricas e parâmetros de fácil acesso disponibilizados por instituições e órgãos reguladores, afim de avaliar o contexto atual e histórico que o aeroporto está inserido e as tendências observadas, e a segunda no refinamento de premissas adotadas com base no levantamento estatístico de dados in loco. As principais informações levantadas e as respectivas análises realizadas foram apresentadas na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Dados Utilizados

Fonte	Base de Dados	Análises Realizadas
ANAC (2017)	Dados estatísticos do transporte aéreo brasileiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolução de Passageiros e Movimentos;</li> <li>• Evolução de Load Factor, Tamanho Médio de Aeronave e Passageiros por Movimento;</li> <li>• Demanda de rotas de mais de 1.500 km</li> </ul>
INFRAERO (2008)	Plantas do Terminal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensuração da infraestrutura existente;</li> <li>• Análise do layout do terminal.</li> </ul>
SAC (2017)	Pesquisa de Satisfação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolução do Perfil dos Passageiros;</li> </ul>
	Indicadores de Processos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levantamento de parâmetros operacionais para a modelagem analítica do terminal.</li> </ul>
Hotran (2017)	Agenda de Voos Programados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição de Hora-Pico.</li> </ul>
VRA (2017)	Agenda de Voos Realizados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição de Hora-Pico.</li> </ul>

Fonte: Autor.

### 3.5 Cenários de Comparação

Com o diagnóstico e seleção dos componentes nas etapas anteriores, foram listados os principais parâmetros a serem avaliados para que sejam feitas sugestões. Além do cenário base, que representa a situação atual, foram criados cenários alternativos. Relativos ao aumento de demanda única e exclusivamente, ao impacto da mudança do perfil dos passageiros e possíveis soluções de balanceamento e investimento em infraestrutura e ao impacto do investimento em tecnologia no atual terminal, otimizado e melhorando a qualidade dos diversos serviços oferecidos pelo aeroporto.

### 3.6 Resultados e Recomendações

Por fim, foi estruturada uma apresentação dos resultados e recomendações com base nas análises realizadas. Alertando sobre pontos de melhorias nos modelos, e desdobrando as recomendações em ações e resultados esperados.

## **Aplicação dos Métodos**

### **3.7 Infraestrutura Existente e Capacidade Declarada**

#### **3.7.1 Infraestrutura Existente**

De acordo com as plantas do terminal de passageiros do aeroporto de Congonhas e com o auxílio das imagens do google street view, foi avaliada a infraestrutura existente dos principais componentes operacionais do terminal. A Tabela 0.1 sumariza as principais áreas operacionais e os equipamentos da infraestrutura existente.

Tabela 0.1 – Infraestrutura Existente

Fonte	Base de Dados	Análises Realizadas
Saguão de Embarque	Plantas do Terminal e Google Street View	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.360 m<sup>2</sup>, distribuídos no térreo e mezanino</li> </ul>
Check-in	Plantas do Terminal e Google Street View	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 650 m<sup>2</sup> de área de filas de check-in tradicional</li> <li>• 1.180 m<sup>2</sup> de área de circulação</li> <li>• 340 m<sup>2</sup> de área de totens e suas respectivas filas</li> <li>• 78 posições de check-in</li> <li>• 58 totens de autoatendimento</li> </ul>
Inspeção/Vistoria de Raio X	Plantas do Terminal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 150 m<sup>2</sup> de área de portões de controle</li> <li>• 6 portões de controle</li> <li>• 220 m<sup>2</sup> de área de fila</li> </ul>
Salas de Embarque	Plantas do Terminal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.360 m<sup>2</sup> de área de salas de embarque</li> <li>• 1.430 m<sup>2</sup> de área de salas de embarque remoto</li> </ul>
Sala de Desembarque e Restituição de Bagagens	Plantas do Terminal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.430 m<sup>2</sup> de área de restituição</li> <li>• 1 carrossel de 32.8 m de comprimento</li> <li>• 4 carrosséis de 39.5 m de comprimento</li> </ul>
Saguão de Desembarque	Plantas do Terminal e Google Street View	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.630 m<sup>2</sup> de área de saguão</li> <li>• 820 m<sup>2</sup> de área de circulação</li> </ul>

Fonte: INFRAERO (2017), Google Street View.

### 3.7.2 Capacidade Declarada

Considerando o período de 30/10/2016 à 25/03/2017, para o embarque, segundo o Ofício nº 2242/SBSP(SPGP-1) /2016 de 21 de novembro de 2016, o Aeroporto de Congonhas possui uma capacidade de 3.156 passageiros na hora pico, com a área de filas dos balcões do check-in como componente limitante e um nível de serviço código E (0,9 m<sup>2</sup>/pax). Segundo o ofício, esse valor foi adotado porque, pelas características dos passageiros do aeroporto, há um volume considerável de passageiros que não despacha bagagens. Já para o desembarque, o

componente crítico apresentado foi a esteira de restituição de bagagens, que atende a 3.375 passageiros por hora. Considerando que apenas 8% dos passageiros não despacham bagagens, chegou-se à capacidade de 3.645 passageiros na hora pico.

Por outro lado, para o período de 26/03/2017 à 28/10/2017, foi estimada uma capacidade de 3.235 para o processamento de embarques e de 3.645 para o de desembarques. Para tanto, foi considerado uma maior utilização de tecnologias alternativas para o check-in antes da chegada no aeroporto e um maior número de passageiros que não despacham bagagens na origem implicando em apenas 60% dos passageiros de desembarque utilizando as esteiras de restituição.

Ainda que, de acordo com os ofícios, a capacidade seja satisfatória, de modo geral, pouco se pode concluir sobre os demais componentes de embarque e desembarque, já que foram considerados níveis de serviço inferiores ao recomendado.

### **3.8 Demanda na Hora-Pico**

Para estimar a demanda atual na hora-pico de embarque e desembarque foi obtido inicialmente o mês pico e posteriormente o dia médio do respectivo mês. Para tanto, usou-se a base de dados do VRA para obter o histórico de movimentação realizada em 2015. Por meio do Hotran, pode-se avaliar as aeronaves em operação no dia pico e traçar o perfil de voos minuto a minuto, também conhecido como hora rolante. Assim, por meio do load factor médio das aeronaves, estimado por meio da base de dados da ANAC, e do perfil do número de movimentos ao longo do dia, obteve-se as hora-pico de passageiros desejadas, conforme apresentado na Figura 0.1.

Figura 0.1 – Perfil de Passageiros Processados na Hora-Pico



Fonte: ANAC (2017), Hotran (2017), VRA (2017), Análise do Autor.

Os valores obtidos foram de 2.390 passageiros em desembarque, 2.423 passageiros em embarque e 4.813 passageiros simultâneos na hora-pico. O perfil de passageiros embarcados e desembarcados foi apresentado na hora-pico foi apresentado na Figura 0.1.

### 3.9 Análise de Capacidade

A fim de avaliar o impacto da desregulação, foram selecionados os principais componentes de embarque e desembarque do terminal. Os componentes escolhidos foram apresentados na Tabela 3.2. Um resumo dos resultados obtidos foi apresentado na Tabela 0.2.

Tabela 0.2 – Resumo Análise de Capacidade

Componente	Demanda	Capacidade
Saguão de Embarque	• 2.390	• 2.827
Check-in	• 2.390	• 2.709 - Tradicional • 1.465 – Totens
Inspeção/Vistoria de Raio X	• 2.390	• 1.355
Salas de Embarque	• 2.390	• 2.600 - Contato • 1.016 – Remoto
Sala de Desembarque e Restituição de Bagagens	• 2.423	• 2.524
Saguão de Desembarque	• 2.423	• 2.103

Fonte: Análise do Autor.

### 3.9.1 Saguão de Embarque

Considerando a metodologia do ADRM 9, foram tomados como inputs a área de espera disponível proveniente das plantas do terminal e análise do layout, o fator de área por passageiros e os tempos médios de espera de passageiros e acompanhantes de acordo com o recomendado pela IATA (2015) e a taxa de acompanhantes por passageiros obtida pela pesquisa da SAC. Os inputs e resultados foram apresentados na Tabela 0.3 e na Figura 0.2.

Tabela 0.3 – Saguão de Embarque

Componente	Unidade	Análises Realizadas			
Área de Espera	m <sup>2</sup>	3.360	3.360	3.360	3.360
Tempo de Permanência do Passageiro	min	20	20	20	18
Tempo de Permanência do Visitante/Acompanhante	min	20	20	20	18
Taxa de Acompanhantes/Visitantes por Passageiro	visitantes/pax	0,55	0,70	0,70	0,70
Área de Espera por Pessoa	m <sup>2</sup> /pax	2,3	2,3	2,0	2,0
Capacidade Estimada do Saguão.	pax/h	2.827	2.578	2.965	3.294

Fonte: INFRAERO (2017), SAC (2017), Análise do Autor.

A principal variável envolvida com a mudança do perfil de passageiros é a taxa de acompanhantes. No entanto, mesmo considerando uma taxa de 0,70 acompanhantes por passageiro, a capacidade instalada seria suficiente para o processamento da demanda atual com folga. Além disso, segundo o IATA (2015), uma taxa de 2,0 a 2,3 m<sup>2</sup>/pax seria suficiente para atender o nível de serviço ótimo ou C, dando uma folga adicional de capacidade ao componente. Deste modo, não se considerou o saguão de desembarque como um componente crítico a ser avaliado.

Figura 0.2 – Saguão de Embarque



Fonte: INFRAERO (2008).

### 3.9.2 Check-in

Considerando a metodologia do ADRM 10, foram tomados como inputs a área de filas disponível proveniente das plantas do terminal e análise do layout, o fator de pico de passageiros assumido com base no perfil de passageiros ao longo do dia pico, os tempos médios de processamento de passageiros nos balcões e totens de autoatendimento de acordo com o obtido pela pesquisa da SAC, as áreas por passageiro e os tempos de espera em fila de acordo com o recomendado pelo ADRM 10. Os inputs e resultados foram apresentados na Tabela 0.3 e na Figura 0.3.

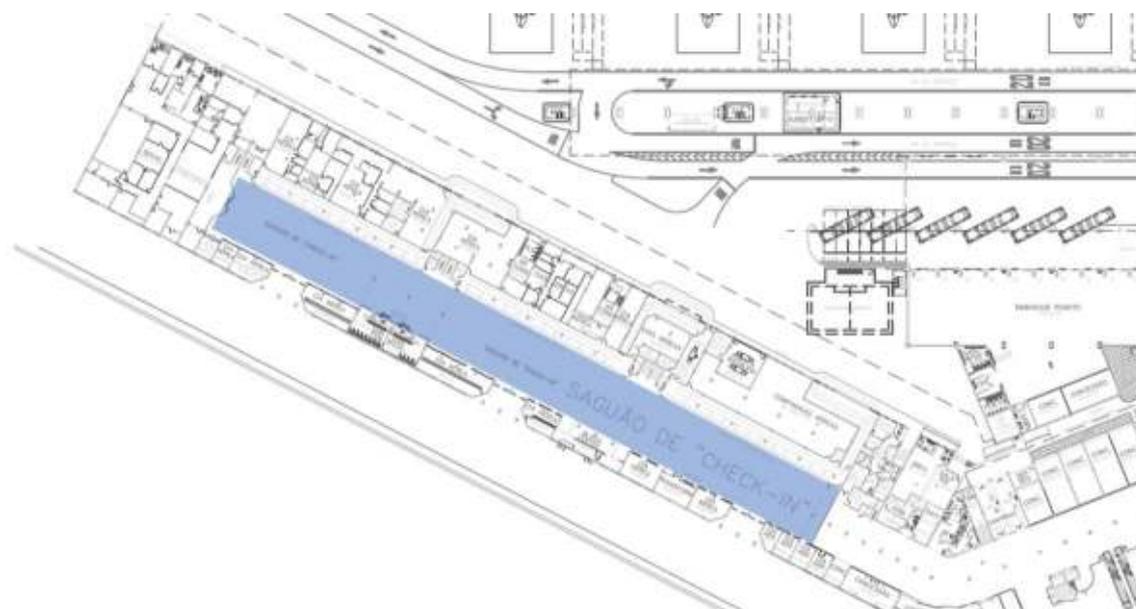
Tabela 0.4 – Check-in Tradicional

Componente	Unidade	Análises Realizadas		
Área de Filas	m <sup>2</sup>	430	430	430
Número de Balcões	unid.	78	78	78
Fator de Pico de 30 min	%	53%	53%	53%
Tempo de Espera Passageiros à Negócios	min	3	3	3
Tempo de Espera Passageiros à Lazer	min	10	10	10
Proporção de Passageiros à Negócios	%	40%	30%	30%
Proporção de Passageiros à Lazer	%	60%	70%	70%
Tempo de Processamento de Passageiros à Negócios	s	120	120	96
Tempo de Processamento de Passageiros à Lazer	s	90	90	72
Área por Passageiro	m <sup>2</sup> /pax	1,3	1,3	1,3
Capacidade Estimada dos Balcões	pax/h	2.709	2.723	3.403
Capacidade Estimada das Filas	pax/h	2.757	2.584	2.584

Fonte: INFRAERO (2017), SAC (2017), Análise do Autor.

O check-in tradicional, feito por meio de balcões convencionais, se mostrou capaz de atender a demanda existente. Entre os principais pontos a se destacar, está a capacidade de balcões, que possui grande capacidade de ser ampliada por meio da melhoria do tempo de processamento. No entanto, a área destinada à filas mostrou-se como um limitante no longo prazo. Entre as principais razões estão a falta de espaço para ampliações, a área demandada para circulação no saguão de check-in e para a locação de totens de autoatendimento e suas respectivas filas. Além disso, por possuir um tempo de permanência máximo de fila maior, os passageiros à lazer demandariam uma maior infraestrutura para atender a mesma demanda.

Figura 0.3 – Check-in Tradicional



Fonte: INFRAERO (2008)

Tabela 0.5 – Check-in Totens de Autoatendimento

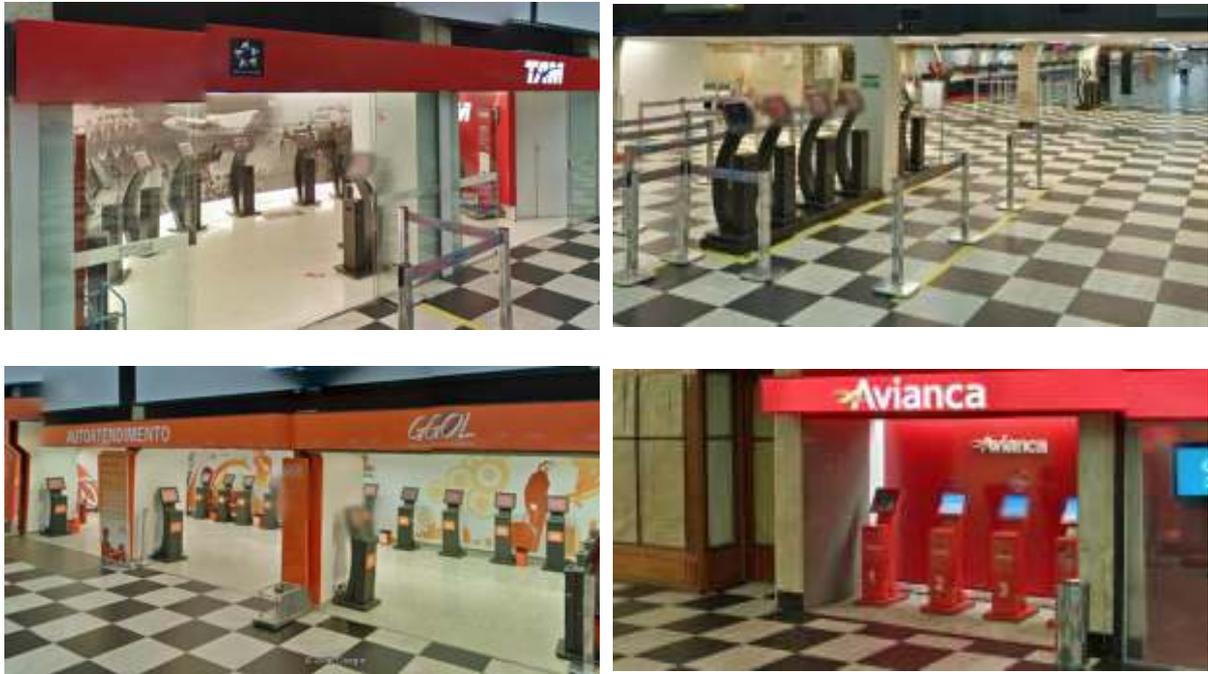
Componente	Unidade	Análises Realizadas		
Área de Filas	m <sup>2</sup>	150	150	150
Número de Totens	unid.	58	58	58
Fator de Pico de 30 min	%	53%	53%	53%
Tempo de Processamento de Passageiros	s	120	108	96
Área por Passageiro	m <sup>2</sup> /pax	1,3	1,3	1,3
Capacidade Estimada das Filas	pax/h	1.780	1.780	1.780
Capacidade Estimada dos Totens	pax/h	1.465	1.628	1.831

Fonte: INFRAERO (2017), SAC (2017), Análise do Autor

O check-in por meio de totens de autoatendimento mostrou-se com potencial de crescimento de capacidade por meio da diminuição do tempo de processamento dos totens. No entanto, a área destinada a filas mostrou-se como uma restrição. Atualmente, a maioria dos totens estão locados em áreas comerciais previamente destinadas às cias aéreas. Assim, a grande quantidade de totens locados por lote comercial faz com que a área de filas seja o principal

gargalo a longo prazo. A Figura 0.4 apresenta os totens em operação atualmente no aeroporto de Congonhas.

Figura 0.4 – Totens de Autoatendimento



Fonte: Google Street View.

### 3.9.3 Despacho de Bagagens

Não foram considerados balcões exclusivos para o despacho de bagagens. Assim, todos os balcões de check-in tradicional são destinados tanto ao check-in como despacho de bagagens, de modo a aumentar o tempo de processamento médio dos balcões.

### 3.9.4 Inspeção/Vistoria ade Raio X

Considerando a metodologia do ADRM 10, foram tomados como inputs a área de filas disponível proveniente das plantas do terminal e análise do layout, o fator de pico de passageiros assumido com base no perfil de passageiros ao longo do dia pico, os tempos médios de processamento de passageiros nos balcões e totens de autoatendimento de acordo com o obtido pela pesquisa da SAC, as áreas por passageiro e os tempos de espera em fila de acordo com o recomendado pelo ADRM 10. Os inputs e resultados foram apresentados na Tabela 0.3 e na Figura 0.5.

Tabela 0.6 – Vistoria de Segurança

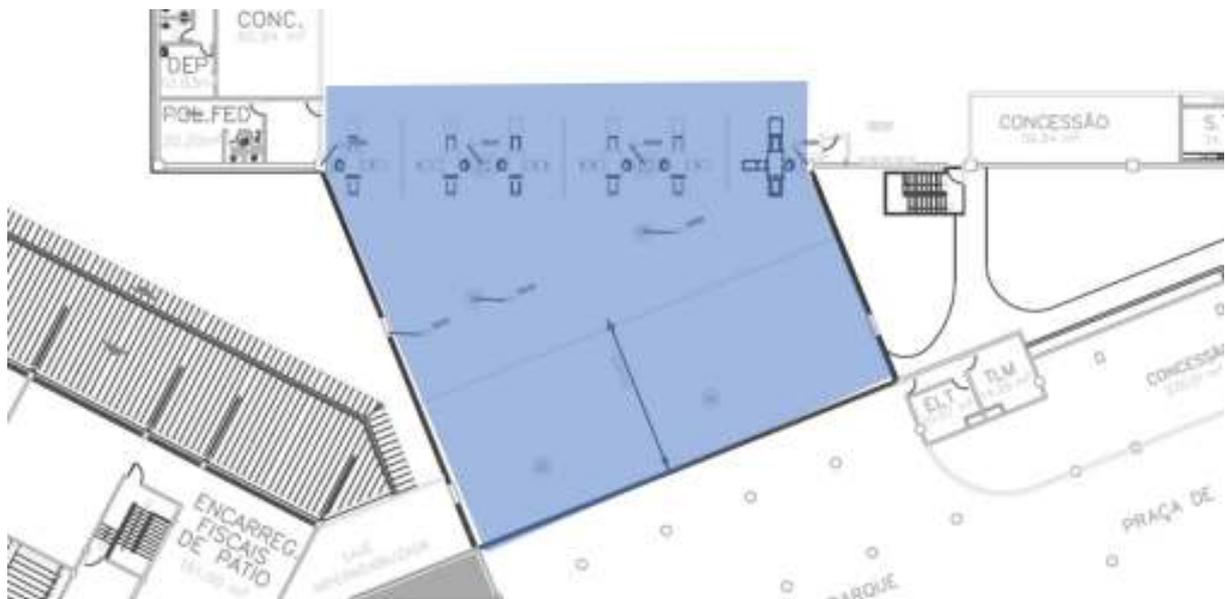
Componente	Unidade	Análises Realizadas		
Área de Filas	m <sup>2</sup>	220	220	220
Número de Balcões	unid.	6	6	6
Fator de Pico de 30 min	%	53%	53%	53%
Tempo de Processamento de Passageiros	S	15	12	9
Área por Passageiro	m <sup>2</sup> /pax	1,0	1,0	1,0
Tempo Máximo de Fila	min	5	5	5
Capacidade Estimada das Filas	pax/h	2,300	2,300	2,300
Capacidade Estimada dos Balcões.	pax/h	1,355	1,694	2,258

Fonte: INFRAERO (2017), SAC (2017), Análise do Autor.

De acordo com as plantas do terminal, o aeroporto de Congonhas conta com 6 portões de vistoria de segurança no embarque e uma área limitada para filas. Assim, esse componente se mostrou extremamente crítico para as operações do terminal. Além da capacidade atual limitada, com a desregulação, espera-se que além do aumento da demanda, este componente seja impactado do ponto de vista do tempo de processamento. Já que, passageiros menos frequentes, tanto no aeroporto quanto em voos, tendem a exigir um maior auxílio no processo.

No entanto, do ponto de vista do layout, o componente se mostrou flexível para ajustes na área de filas e na acomodação de novos equipamentos de vistoria.

Figura 0.5 – Vistoria de Segurança



Fonte: INFRAERO (2008).

### 3.9.5 Salas de Embarque

Considerando a metodologia do ADRM 9, foram tomados como inputs a área para passageiros em pé e sentados disponíveis proveniente das plantas do terminal e análise do layout, os tempos médios de permanência de passageiros de acordo com o obtido pela pesquisa da SAC, as áreas por passageiro e a porcentagem de passageiros em assentos de acordo com o recomendado pelo ADRM 10. Os inputs e resultados foram apresentados na Tabela 0.3 e na Figura 0.6, para as posições de contato, e na Tabela 0.8 e na Figura 0.7, para as posições remotas.

Tabela 0.7 – Salas de Embarque

Componente	Unidade	Análises Realizadas		
Área de Passageiros Sentados	m <sup>2</sup>	3.180	3.180	2.700
Área de Passageiros em Pé	m <sup>2</sup>	480	480	960
Ocupação Máxima da Sala	%	65%	65%	65%
Porcentagem de Passageiros Sentados	%	70%	70%	50%
Área por Passageiro Sentado	m <sup>2</sup> /pax	1,7	1,7	1,7
Área por Passageiro em Pé	m <sup>2</sup> /pax	1,2	1,2	1,2
Tempo Máximo de Permanência Sentado	Min	40	36	36
Tempo Máximo de Permanência em Pé	Min	20	18	18
Capacidade Estimada Sentado	pax/h	2,605	2,895	3.441
Capacidade Estimada em Pé.	pax/h	2,600	2,889	3.467

Fonte: INFRAERO (2017), SAC (2017), Análise do Autor.

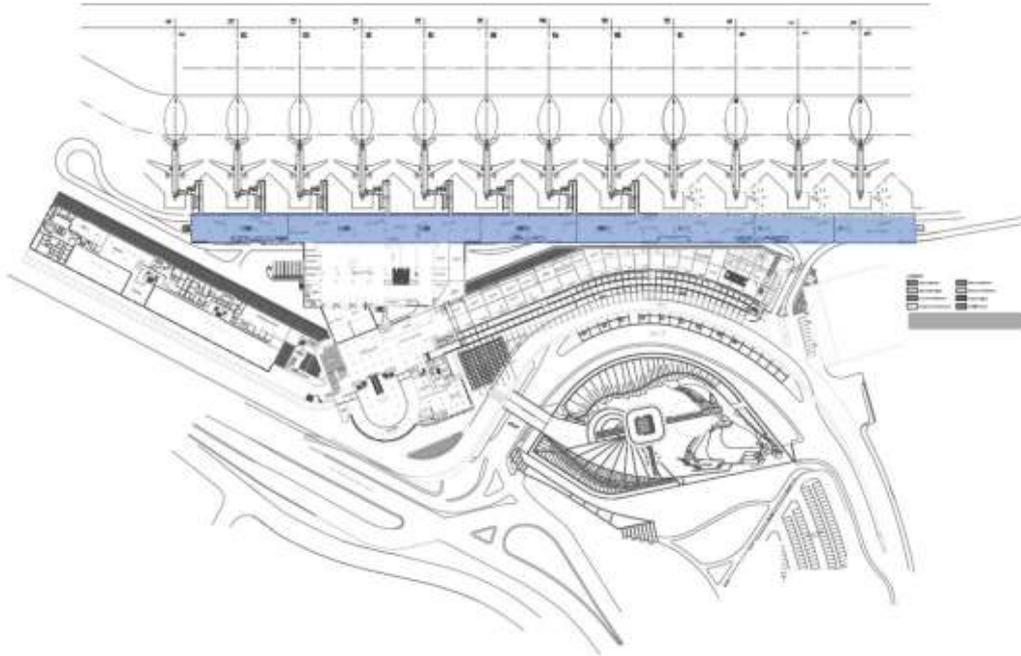
Tabela 0.8 – Salas de Embarque Remoto

Componente	Unidade	Análises Realizadas		
Área de Passageiros Sentados	m <sup>2</sup>	1.240	1.240	1.060
Área de Passageiros em Pé	m <sup>2</sup>	190	190	370
Ocupação Máxima da Sala	%	65%	65%	65%
Porcentagem de Passageiros Sentados	%	70%	70%	50%
Área por Passageiro Sentado	m <sup>2</sup> /pax	1,7	1,7	1,7
Área por Passageiro em Pé	m <sup>2</sup> /pax	1,2	1,2	1,2
Tempo Máximo de Permanência Sentado	Min	40	36	36
Tempo Máximo de Permanência em Pé	Min	20	18	18
Capacidade Estimada Sentado	pax/h	1.016	1.129	1.351
Capacidade Estimada em Pé.	pax/h	1.029	1.144	1.336

Fonte: INFRAERO (2017), SAC (2017), Análise do Autor.

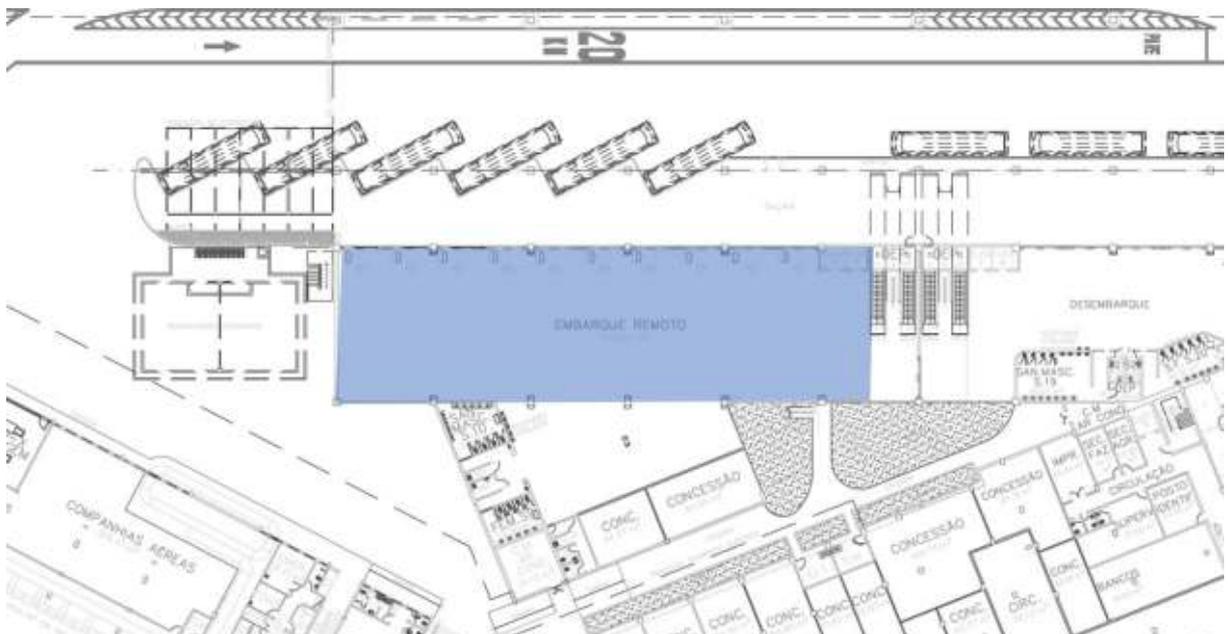
As salas de embarque não se mostraram um componente crítico, além de possuir uma capacidade bem acima da demandada, elas não se mostraram sensíveis à mudança do perfil dos passageiros. Além disso, a variável de tempo de ocupação de passageiros sentados e em pé poderia ser otimizada de modo a aumentar a capacidade da infraestrutura existente.

Figura 0.6 – Salas de Embarque de Contato



Fonte: INFRAERO (2008)

Figura 0.7 – Salas de Embarque Remoto



Fonte: INFRAERO (2008)

### 3.9.6 Sala de Desembarque/Restituição de Bagagens

Considerando a metodologia do ADRM 10, foram tomados como inputs a área para passageiros em pé e sentados disponíveis proveniente das plantas do terminal e análise do layout, os tempos médios de permanência de passageiros de acordo com o obtido pela pesquisa da SAC, as áreas por passageiro e a porcentagem de passageiros em assentos de acordo com o recomendado pelo ADRM 10. Os inputs e resultados foram apresentados na Tabela 0.3 e na Figura 0.8.

Tabela 0.9 – Salas de Desembarque/Restituição de Bagagens

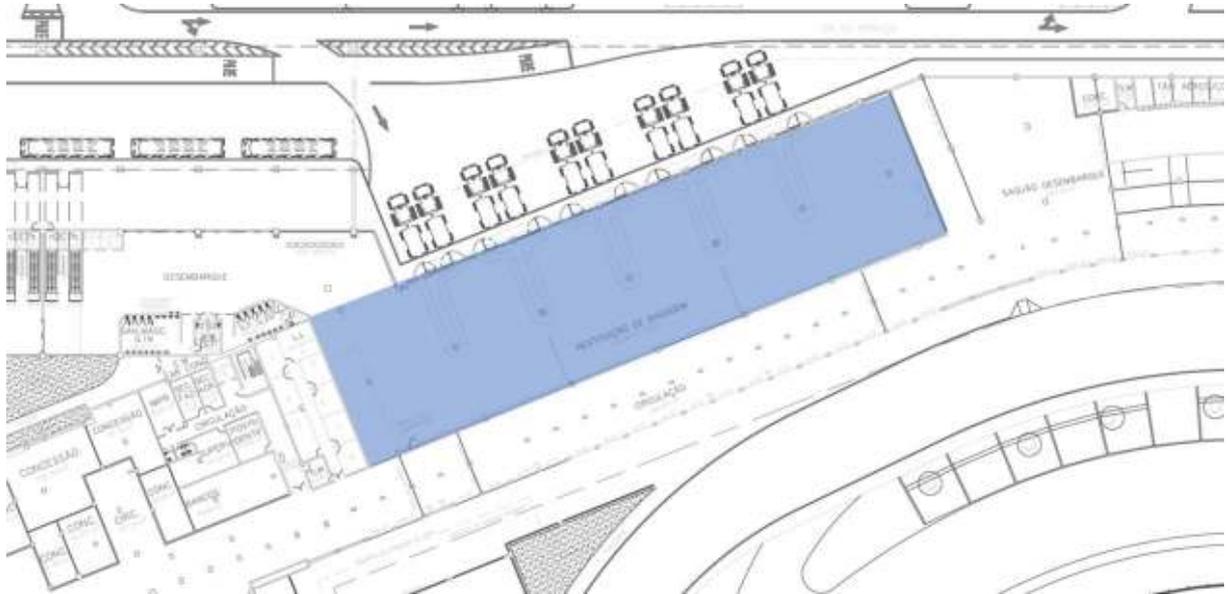
Componente	Unidade	Análises Realizadas		
Área de Restituição de Bagagens	m <sup>2</sup>	1430	1430	1430
Comprimento Carrossel Tipo 1	m	32,8	32.8	32.8
Comprimento Carrossel Tipo 2	m	39,5	39.5	39.5
Quantidade de Carrossel Tipo 1	unid.	1,0	1,0	1,0
Quantidade de Carrossel Tipo 2	unid.	4,0	4,0	4,0
Tempo de Ocupação Carrossel Tipo 1	Min	15	15	15
Tempo de Ocupação Carrossel Tipo 2	Min	15	15	15
Comprimento de Esteira por Passageiro	m/pax	0.9	0.9	0.9
Tempo Máximo de Permanência na Área de Restituição	min	20	20	15
Área por Passageiro	m <sup>2</sup> /pax	1,7	1,7	1,7
Proporção de Passageiros com Bagagens	%	60%	70%	70%
Taxa de Recirculação de Bagagens	%	50%	50%	50%
Capacidade Área de Restituição	pax/h	2.524	2.524	3.365
Capacidade Esteiras	pax/h	2.827	2.423	2.423

Fonte: INFRAERO (2017), SAC (2017), Análise do Autor.

A sala de desembarque e equipamentos de restituição de bagagens se mostraram capazes de atender a demanda. No entanto, a proporção de passageiros com bagagens se mostrou uma variável sensível para a avaliação da capacidade das esteiras de restituição. Além disso, o

aumento da capacidade por meio da introdução de novas esteiras seria de difícil implementação, tendo em vista as limitações da região de desembarque. Por outro lado, a área de restituição poderia ter sua capacidade aumentada com a diminuição do tempo médio de ocupação.

Figura 0.8 – Sala de Desembarque/Restituição de Bagagens



Fonte: INFRAERO (2008).

### 3.9.7 Saguão de Desembarque

Considerando a metodologia do ADRM 9, foram tomados como inputs a área de espera disponível proveniente das plantas do terminal e análise do layout, o fator de área por passageiros e os tempos médios de espera de passageiros e acompanhantes de acordo com o recomendado pela IATA (2015) e a taxa de acompanhantes por passageiros obtida pela pesquisa da SAC. Os inputs e resultados foram apresentados na Tabela 0.3 e na Figura 0.9.

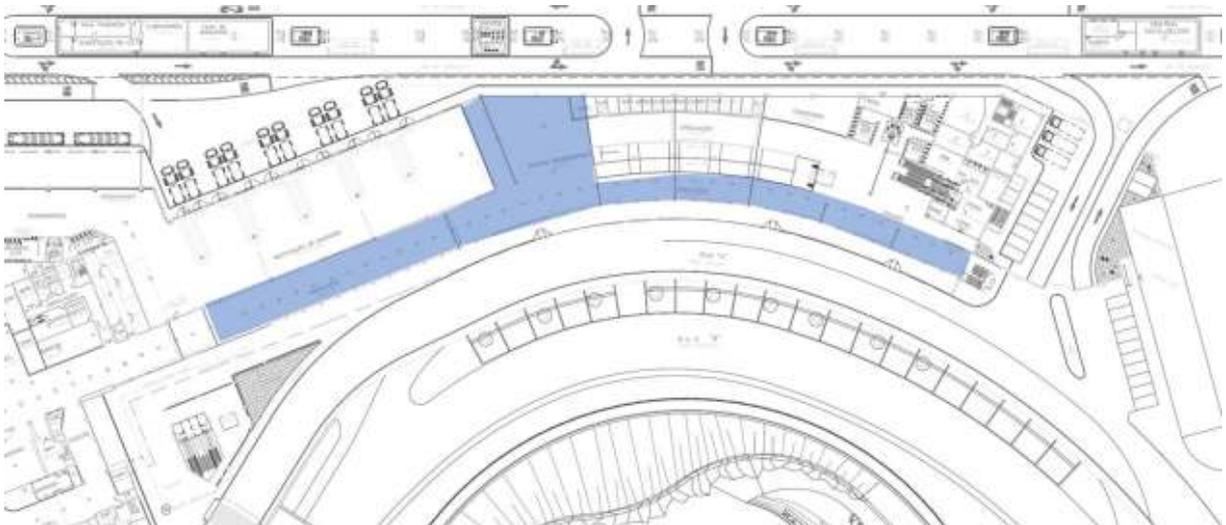
Tabela 0.10 – Saguão de Desembarque

Componente	Unidade	Análises Realizadas		
Área de Espera	m <sup>2</sup>	1.630	1.630	1.630
Tempo de Permanência do Passageiro	min	15	15	12
Tempo de Permanência do Visitante/Acompanhante	min	15	15	12
Taxa de Acompanhantes/Visitantes por Passageiro	visitantes/pax	0,55	0,70	0,70
Área de Espera por Pessoa	m <sup>2</sup> /pax	2,0	2,0	2,0
Capacidade Estimada do Saguão.	pax/h	2,103	1,918	2,397

Fonte: INFRAERO (2017), SAC (2017), Análise do Autor.

O saguão de desembarque se mostrou bastante crítico, além de estar aquém da demanda requerida, a mudança do perfil dos passageiros impactaria diretamente a taxa de visitantes. Entre as principais restrições para a melhoria deste componente, está a proximidade às regiões de alto volume de circulação de pessoas. Assim, principal medida para mitigar o efeito do aumento de demanda e mudança do perfil dos passageiros seria a diminuição dos tempos de ocupação.

Figura 0.9 – Saguão de Desembarque



Fonte: INFRAERO (2008).

## 5 Conclusões

### 5.1 Conclusões e Recomendações

Tendo em vista o objetivo proposto do trabalho, podemos afirmar que de fato a mudança do perfil de passageiros e aumento de demanda deviao à deregulação das rotas com mais de 1.500 km teve e terá impacto na capacidade dos componentes operacionais do Aeroporto de Congonhas.

Considerando o aumento de demanda e as principais mudanças tanto no perfil de passageiros quanto de melhorias devido à avanços tecnológicos os componentes avaliados reagem de diferentes modos.

Os saguões de embarque e desembarque, se por um lado serão impactados pelo aumento da taxa de acompanhantes/visitantes por passageiros, por outro podem ter as suas capacidades sensivelmente aumentadas com a diminuição dos tempos de ocupação.

O check-in, mostrou-se crítico à longo prazo do ponto de vista da área para filas e circulação. No entanto, a capacidade de balcões e totens de autoatendimento se mostraram aptas a melhorias apenas por otimizações operacionais.

A vistoria de segurança, apresentou como principal gargalo a capacidade das cabines de vistoria. Ainda que apresentado como o mais crítico, esse componente mostrou-se extremamente adaptável, já que há a possibilidade de alocação de mais cabines de vistoria bem como a melhoria operacional do processamento desses equipamentos.

As salas de embarque, mostraram-se com capacidade acima da demanda requerida e com possibilidades de melhorias com a diminuição do tempo de ocupação e da taxa de passageiros sentados para o mínimo recomendado pela IATA.

Por fim, para a restituição de bagagens, o principal gargalo detectado foi a capacidade dos equipamentos devido ao aumento de passageiros com bagagens. Além da redução da capacidade de processamento, a área de restituição de bagagens impõe restrições físicas a implementação de novos equipamentos. Ainda assim, medidas incentivadoras à preferência por bagagens de mão, como a taxação de bagagens despachadas mitigariam esse efeito. Já para as áreas de espera, melhorias operacionais de modo a reduzir o tempo de espera aumentariam sensivelmente a sua capacidade.

## **5.2 Trabalhos Futuros**

Com relação aos dados utilizados, como melhorias para trabalhos futuros se destacaria o levantamento de dados reais da operação com metodologia apropriada, que neste trabalho foram assumidos a partir de pesquisas de terceiros, benchmarking e recomendações de manuais, como tempos de processamento, tempos de espera, proporções de passageiros relativas à classe, bagagem e acompanhantes, entre outros. De posse dos dados coletados da operação, também seria possível a avaliação do nível de serviço oferecido.

Já com relação à modelagem, sugere-se a modelagem do despacho de bagagens e do meio-fio, bem como o uso de análise de simulação para a exploração do efeito combinado das mudanças nas variáveis consideradas.

## 6 Referências

- ACI – Airports Council International. Disponível em [http://www.airports.org/cda/aci\\_common/display/main/aci\\_content07\\_banners.jsp?zn=aci&cp=1\\_725\\_2\\_\\_\\_](http://www.airports.org/cda/aci_common/display/main/aci_content07_banners.jsp?zn=aci&cp=1_725_2___). Acesso de jan 2017 a nov. 2017.
- ACRP. Innovations for Airports Terminal Facilities. Report 10. Transportation Research Board. Washington D.C. 2008.
- ACRP. Airport Passenger-Related Processing Rates. Report 23. Transportation Research Board. Washington D.C. 2009.
- ACRP. Airport Passenger Terminal Planning and Design. Report 25. Transportation Research Board. Washington D.C. 2010.
- ACRP. Airport Curbside and Terminal Area Roadway Operations. Report 40. Transportation Research Board. Washington D.C. 2010.
- ACRP. Preparing Peak Period and Operational Profiles - Guidebook. Report 82. Transportation Research Board. Washington D.C. 2013.
- ACRP. Implementing Integrated Self-Service at Airports. Report 136. Transportation Research Board. Washington D.C. 2015.
- AMARAL, SINTHIA. Seleção de Método para Avaliação de Capacidade em Terminais de Passageiros de Pequeno Porte. 2016. 107f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Infraestrutura, Área de Transporte Aéreo e Aeroportos – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.
- ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. Disponível em <http://www.anac.gov.br>. Acesso de jan 2017 a nov. 2017.
- ANAC – Anuário Estatístico 2007. Disponível em <http://www.anac.gov.br/estatistica/estatisticas1.asp>. Acesso de jan 2017 a nov. 2017.
- ANDREATTA, G.; BRUNETTA, L. E RIGHI, L. (2007) Evaluating terminal management performances using SLAM: The case of Athens International Airport. Computers and Operations Research 34, pp 1532-1550, Elsevier.
- ASHFORD, N. J.; MUMAYIZ, S.; WRIGHT, P. H. Airport Engineering: Planning, Design and Development of 21<sup>st</sup> Century Airports. John Wiley & Sons, 2011.
- DAESP – Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo. Disponível em <http://www.daesp.sp.gov.br/>. Acesso de jan 2017 a nov. 2017.
- DANTAS, TALLES H. M. Análise de Qualidade de Serviço do Aeroporto de Congonhas Baseado na Percepção dos Passageiros. 2015. 57f. Trabalho de Graduação – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

FAA – Federal Aviation Administration. Disponível em <http://www.faa.gov/>. Acesso de jan 2017 a nov. 2017.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. FAA. Planning and Desing of Airport Terminal Building Facilities at Nonhub Locations. Advisory Circular 150/5360-9. 1980.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. FAA. Planning and Desing Guidelines for Airport Terminal Facilities. Advisory Circular 150/5360-13. 1988.

FEITOSA, M. V. M. Um modelo de simulação para terminais de passageiros em aeroportos regionais brasileiros. 2000. 141 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

FERNANDES, E.; PACHECO, R. R. Efficient Use of Airport Capacity. Transportation Research Part A, v. 36, p. 225-238, 2002.

BEZERRA, GEORGE L. E GOMES, CARLOS F. “The effect of service quality dimensions and passenger characteristics on passenger’s overall satisfaction with an airport”, Journal of Air Transport Management, Vol. 44-45, 2015, pp. 77-81.

HORONJEFF, R.; McKELVEY, F.X. Planning and design of airports. 4.ed. New York: McGraw-Hill, 1994.

HOTRAN - Horário de Transporte. Disponível em <http://www.anac.com.br/hotran>. Acesso de jan 2017 a nov. 2017.

INTERNATIONAL AIR TRASPOT ASSOCIATION. IATA. Airport Development Reference Manual. 10ª Edição. Agosto, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso de jan 2017 a nov. 2017.

INFRAERO. Disponível em <http://www.infraero.gov.br/>. Acesso de jan 2017 a out. 2017.

INFRAERO. <https://gl.map-of-sao-paulo.com/aeroportos-mapas/>. Acesso de jan 2017 a out. 2017.

KAZDA, Antonín; CAVES, Robert E. Airport Design and Operation. 2.ed. Cornwall: Emerald Group Publishing Limited, 2008.

MEDEIROS, A. G. Um método para dimensionamento de terminais de passageiros em aeroportos brasileiros. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

MENDONÇA, FERNANDA VIVIANA TORRES DE. Nível de Serviço nos Terminais de Passageiros dos Aeroportos/ Fernanda Viviana Torres de Mendonça. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2009.

NEUFVILLE, R.; ODoni, A. Airport Systems: planning, design and management. New York: McGraw-Hill, 2003.

ROLIM, P. S. W. Metodologia de Avaliação de Fatores Determinantes no Nível de Serviço Oferecido no Check-in de Voos Internacionais. 2016. 99f. Dissertação de mestrado em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica, Área de Transporte Aéreo e Aeroportos – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

SVRCEK, T. Planning level decision support for the selection of robust configurations of airport passenger buildings. (Tese – Doutorado em Ciências), Dept. of Aeronautics & Astronautics, Flight Transportation Laboratory Report R94-6, MIT, Cambridge, Ma, USA. 1994.

WANG, P.T. (1995), Forecasting Passenger Peak Hour - A Stability Analysis in Brazilian Airports, unpublished M.Sc. dissertation, Department of Aeronautical & Automotive Engineering and Transport Studies, Loughborough University.



## Glossário

Ábaco	Ferramenta para dimensionamento.
Check-in	Registro que cada passageiro deve realizar antes do embarque.
Dia-pico	Dia-pico se refere ao dia do mês-pico que ocorreu a maior movimentação acumulada de aeronaves.
Etapas média de voo	Somatório dos quilômetros percorridos pelo conjunto de voos considerados dividido pelo número de voos do conjunto.
Hora-pico	Hora-pico se refere ao intervalo de uma hora do dia-pico em que ocorreu a maior movimentação de aeronaves.
Load Factor	Nível de ocupação médio dos aviões, calculado pela razão entre passageiros-quilômetros pagos e assentos-quilômetros disponíveis.
Long haul	Voos com duração superior a 6 horas.
Malha aérea	Conjunto de rotas aéreas regulares existente em determinado país ou região.
Market Share	Termo que se refere a proporção do total do mercado.
Medium haul	Voos com duração entre 3 e 6 horas.
Meio-fio	Componete do terminal de passageiros reservado ao embarque e desembarque de passageiros.
Mês-pico	Mês-pico se refere ao mês do ano que ocorreu a maior movimentação acumulada de aeronaves.
Passageiro	Unidade de contagem de passageiros do ponto de vista da companhia aérea.
PAX	Unidade de contagem de movimentos de passageiros num aeroporto. Refere-se a passageiros embarcando, desembarcando e em conexão.

Um passageiro em um voo doméstico direto, por exemplo, será contado uma vez no aeroporto de origem e outra no aeroporto de destino.

Short haul

Voos cm duração de até 3 horas.

Sloteamento

Ato de distribuir slots em um aeroporto.

Slots

Denominação dada às partições de tempo em um intervalo de uma hora durante as quais apenas uma operação de pouso ou decolagem é permitida.

FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO			
1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO TC	2. DATA 21 de novembro de 2017	3. REGISTRO N° DCTA/ITA/TC-094/2017	4. N° DE PÁGINAS 72
5. TÍTULO E SUBTÍTULO: Impacto na capacidade instalada da desregulação do limite de alcance das rotas das aeronaves com origem no aeroporto de Congonhas-SP.			
6. AUTOR(ES): <b>Artur Pereira Ricardo</b>			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: 1. Aeroporto de Congonhas. 2. Terminais de Passageiros. 3. Capacidade Aeroportuária 4. Planejamento de Aeroportos.			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: Terminais de passageiros; Planejamento de aeroportos; Capacidade aeroportuária; Infraestrutura (transporte); Transporte.			
10. APRESENTAÇÃO: ITA, São José dos Campos. Curso de Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica. Orientador: Prof. Dr. Cláudio Jorge Pinto Alves. Publicado em 2017.			
11. RESUMO: O Aeroporto de Congonhas é um dos principais aeroportos do país em movimentação de aviação comercial. Após o acidente da TAM em 2007, diversas restrições foram impostas às operações, implicando na diminuição de movimentação de aeronaves e conseqüentemente de passageiros. Entre elas, o Aeroporto de Congonhas passou a não poder operar voos com distância entre a origem e destino com mais de 1.500 km. Em 2015, após concluir que não havia razão técnica ou econômica que justificasse a restrição de alcance das rotas, a ANAC revogou a resolução de 2007. Com isso, era esperado que, com a disponibilidade de voos medium haul e conseqüente reformulação da malha aérea por parte das companhias, houvesse um aumento natural da demanda do tráfego aéreo, bem como mudanças no perfil dos passageiros. Tendo a queda da resolução em vista, o presente trabalho propõe-se analisar a capacidade atual dos principais processadores de embarque e desembarque e o impacto das mudanças decorrentes da desregulação na capacidade instalada.			
12. GRAU DE SIGILO: <b>(X) OSTENSIVO</b> ( ) RESERVADO      ( ) SECRETO			