

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



Virgílio de Matos Santos Castelo Branco

**INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA PARA A COPA
DO MUNDO DA FIFA EM 2014: ESTUDO PARA BELO
HORIZONTE**

Trabalho de Graduação

2009

Civil

Virgílio de Matos Santos Castelo Branco

**INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA PARA A COPA DO
MUNDO DA FIFA EM 2014: ESTUDO PARA
BELO HORIZONTE**

Orientador

Professor Ph.D. Cláudio Jorge Pinto Alves

Divisão de Engenharia Civil

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
COMANDO GERAL DE TECNOLOGIA AEROESPACIAL
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Divisão de Informação e Documentação

Castelo Branco, Virgílio de Matos Santos
Infraestrutura aeroportuária para a Copa do Mundo da FIFA em 2014: Estudo para Belo Horizonte, 2009.
65 f.

Trabalho de Graduação – Divisão de Engenharia Civil –
Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2009. Orientador: Professor PhD Cláudio Jorge Pinto Alves

1. Aeroportos. 2. Infraestrutura (transporte). 3. Pistas (de pouso e decolagem). I. Comando Geral de Tecnologia Aeroespacial. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Divisão de Engenharia Civil. II. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CASTELO BRANCO, Virgílio de Matos Santos. **Infraestrutura aeroportuária para a Copa do Mundo da FIFA em 2014: Estudo para Belo Horizonte**. 2009. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

CESSÃO DE DIREITOS

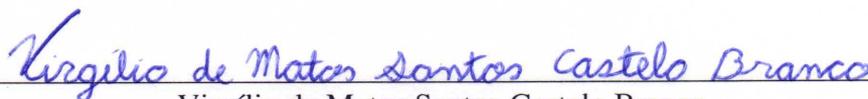
NOME DO AUTOR: Virgílio de Matos Santos Castelo Branco
TÍTULO DO TRABALHO: Infraestrutura aeroportuária para a Copa do Mundo da FIFA em 2014: Estudo para Belo Horizonte
TIPO DO TRABALHO: Graduação / 2009

É concedido 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.

Virgílio de Matos Santos Castelo Branco
Rua H8C, Apto 318, CTA
São José dos Campos, SP

INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA PARA A COPA DO MUNDO DA FIFA EM 2014: ESTUDO PARA BELO HORIZONTE

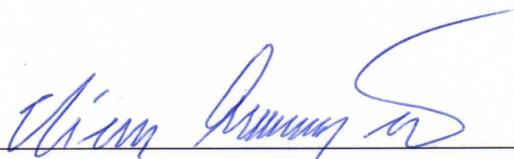
Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação.



Virgílio de Matos Santos Castelo Branco
Autor



Professor Ph.D. Cláudio Jorge Pinto Alves, (ITA)
Orientador



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

São José dos Campos, 05 de novembro de 2009

Agradecimentos

A Deus, pela vida e saúde.

Ao meu Orientador Prof. Ph.D. Cláudio Jorge Pinto Alves que, além de participar da minha formação como Engenheiro, me auxiliou no desenvolvimento deste trabalho.

À minha família, por toda a dedicação empreendida, sem a qual não conquistaria as vitórias alcançadas ao longo de minha vida.

À minha namorada Juliana, companheira a quem pude compartilhar alegrias e tristezas durante a graduação.

A todos os meus amigos por toda a ajuda, companheirismo e momentos de alegria.

Resumo

Este trabalho teve como objetivo a avaliação da Capacidade Instalada do Lado Aéreo para o Aeroporto Internacional Tancredo Neves (Confins) e para o Aeroporto Carlos Drummond de Andrade (Pampulha) no contexto da Copa do Mundo da FIFA em 2014. Para isso, foi calculada a Capacidade Instalada dos subsistemas Pista e Pátio para ambos os aeroportos. Em seguida, estimou-se o movimento na Hora-Pico partindo da demanda de passageiros estimada por Rogério Filho em seu Trabalho de Graduação intitulado “Previsão da demanda aeroportuária dos lados terrestre e aéreo nos aeroportos da região metropolitana de Belo Horizonte durante a Copa do Mundo de 2014”.

Desta forma, este trabalho mostrou que as Capacidades Instaladas referentes ao subsistema Pista dos Aeroportos de Confins e da Pampulha são suficiente para suprir a demanda prevista para Junho de 2014. O subsistema Pátio do Aeroporto de Confins se mostrou insuficiente para suprir tal demanda, e até mesmo a atual, o que mostra a necessidade de investimentos para mitigar esta carência. Para o Aeroporto da Pampulha, o subsistema Pátio se mostrou suficiente em apenas um dos cenários de demanda analisados para a Copa do Mundo de 2014.

Abstract

This work aimed to evaluate the installed capacity in the Air Side of the Tancredo Neves International Airport (Confins) and of the Carlos Drummond de Andrade Airport (Pampulha) in the context of the 2014 FIFA World Cup. For this, it was calculated the installed capacity of Runway subsystems and Gates for both airports. Next, it was estimated the hourly demand, starting from the estimated passenger demand by Rogério Filho in graduate work, entitled “Previsão da demanda aeroportuária dos lados terrestre e aéreo nos aeroportos da região metropolitana de Belo Horizonte durante a Copa do Mundo de 2014”.

Thus, this study showed that the Installed Capacities of the Runway subsystem of Pampulha Airport and Confins Airport are sufficient to meet the demand expected in June 2014. The Gate subsystem of Confins Airport was classified as insufficient to meet such demand, and even the current, which shows the need for investments to address this deficiency. For the Pampulha Airport, the Courtyard subsystem proved sufficient in only one of the scenarios analyzed for the World Cup 2014

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aeródromos públicos por administração	16
Figura 2 – Região de Belo Horizonte	17
Figura 3 - Perfil da pista do Aeroporto Internacional Tancredo Neves.....	18
Figura 4 – Carta ADC do Aeroporto Internacional Tancredo Neves	19
Figura 5 - Perfil da pista do Aeroporto Carlos Drummond de Andrade	20
Figura 6 - Carta ADC do Aeroporto Carlos Drummond de Andrade	21
Figura 7 – Perfil da pista do Aeroporto Carlos Prates.....	22
Figura 8 - Carta ADC do Aeroporto Carlos Prates.....	23
Figura 9 – Etapas para o cálculo de Capacidade CGNA	25
Figura 10 – Etapas para o cálculo de Capacidade FAA	26
Figura 11 - Etapas para o cálculo de Capacidade de Pátio FAA	28
Figura 12 – Mix por categoria no Aeroporto de Confins	32
Figura 13 – Mix por categoria no Aeroporto da Pampulha.....	33
Figura 14 – Índice Mix no Aeroporto de Confins	33
Figura 15 - Índice Mix no Aeroporto da Pampulha.....	34
Figura 16 – Configuração de Pista selecionada para o Aeroporto da Pampulha e Confins	35
Figura 17 – Pátio do Aeroporto de Confins.....	42
Figura 18 – Pátio do Aeroporto da Pampulha	42
Figura 19 – Mix de aeronaves wide-body.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Movimentação no Aeroporto Internacional Tancredo Neves	18
Tabela 2 - Movimentação no Aeroporto Carlos Drummond de Andrade	20
Tabela 3 – Movimentação no Aeroporto Carlos Prates.....	22
Tabela 4 – Valores D e H baseados no Índice Mix	28
Tabela 5 – Categorização das aeronaves que utilizaram SBCF e SBBH desde 1999	30
Tabela 6 – Movimentos de aeronaves no Aeroporto de Confins	31
Tabela 7 – Movimentos de aeronaves no Aeroporto da Pampulha	32
Tabela 8 – Mix por categoria no Aeroporto de Confins.....	32
Tabela 9 – Mix por categoria no aeroporto da Pampulha.....	33
Tabela 10 – Cenários para o Índice Mix.....	34
Tabela 11 – Fatores de Saída para o Aeroporto de Confins	36
Tabela 12 – Cálculo do Fator de Saída para o Aeroporto da Pampulha.....	36
Tabela 13 - Fatores de Saída para o Aeroporto da Pampulha	37
Tabela 14 - Capacidade Horária Base	37
Tabela 15 – Capacidade Horária	38
Tabela 16 – Capacidades Balanceadas	38
Tabela 17 – Variáveis D e H	39
Tabela 18 - Capacidade Anual para os Aeroportos de Confins e Pampulha.....	39
Tabela 19 – Análise de Sensibilidade para a Capacidade Horária de Confins.....	40
Tabela 20 – Análise de Sensibilidade para a Capacidade Horária da Pampulha	40
Tabela 21 – Análise de Sensibilidade para a Capacidade Anual de Confins	41
Tabela 22 – Análise de Sensibilidade para a Capacidade Anual da Pampulha.....	41
Tabela 23 – Mix de aeronaves wide-body	43
Tabela 24 – Passageiros por movimento para o Aeroporto de Confins	47
Tabela 25 – Passageiros por movimento para o Aeroporto da Pampulha.....	47
Tabela 26 – Passageiros por Movimentação para o Aeroporto de Confins.....	47
Tabela 27 – Passageiros por Movimentação para o Aeroporto da Pampulha	48
Tabela 28 – Movimentação de aeronaves estimada para Julho de 2014 em Confins	48

Tabela 29 – Movimentação de aeronaves estimada para Julho de 2014 na Pampulha	48
Tabela 30 – Hora-Pico de Movimentação para o Aeroporto de Confins em Junho de 2014 ...	49
Tabela 31 – Hora-Pico de Movimentação para o Aeroporto da Pampulha em Junho de 2014	49
Tabela 32 – Hora-Pico de Movimentação de Aeronaves Comerciais para o Aeroporto da Pampulha em Junho de 2014	49
Tabela 33 – Capacidade de Pista para o Aeroporto de Confins	50
Tabela 34 – Capacidade de Pista para o Aeroporto da Pampulha	50
Tabela 35 – Demanda estimada versus Capacidade de Pista para o Aeroporto de Confins.....	50
Tabela 36 – Demanda estimada versus Capacidade de Pista para o Aeroporto da Pampulha .	51
Tabela 37 – Demanda estimada versus Capacidade de Pátio para o Aeroporto de Confins	51
Tabela 38 - Demanda estimada versus Capacidade de Pátio para o Aeroporto de Pampulha .	52

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CGNA	Centro de Gerenciamento de Navegação Aérea
CNF	Sigla IATA do Aeroporto de Confins
COMAR	Comando Aéreo Regional
DAC	Departamento de Aviação Civil
DAESP	Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo
FAA	Federal Aviation Administration
FIFA	Fédération Internationale de Football Association
HOTRAN	Horário de Trânsito
IATA	International Air Transport Association
ICAO	International Civil Aviation Organization
IFR	Instrument Flight Rules
IM	Índice Mix
INFRAERO	Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária
PAX	Passageiros
PLU	Sigla IATA do Aeroporto de Confins
PMD	Peso Máximo de Decolagem
SBBH	Código ICAO do Aeroporto da Pampulha
SBCF	Código ICAO do Aeroporto de Confins
SGTC	Sistema de Gerenciamento de Torre de Controle
TOP	Tempo de Ocupação de Pista
TOPD	Tempo de Ocupação de Pista para Decolagem
TOPP	Tempo de Ocupação de Pista para Pouso
VFR	Visual Flight Rules

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Escopo.....	13
2. INFRA-ESTRUTURA AEROPORTUÁRIA.....	15
2.1. Situação de Belo Horizonte.....	16
2.1.1. Aeroporto Internacional Tancredo Neves.....	18
2.1.2. Aeroporto Carlos Drummond de Andrade	20
2.1.3. Aeroporto Carlos Prates	22
3. METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE	24
3.1. Capacidade.....	24
3.2. Revisão da Literatura.....	24
3.2.1. Metodologia para Capacidade de Pista CGNA	24
3.2.2. Metodologia para Capacidade de Pista FAA	26
3.2.3. Metodologia para Capacidade de Pátio FAA	28
3.3. Metodologia Adotada	29
4. AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE.....	30
4.1. Pista.....	30
4.1.1. Cálculo do Índice Mix	30
4.1.2. Percentual de Toques e Arremetidas	34
4.1.3. Seleção da Configuração de Pista.....	35
4.1.4. Cálculo da Capacidade Horária	35
4.1.5. Cálculo da Capacidade Balanceada.....	38
4.1.6. Cálculo da Capacidade Anual.....	39
4.2. Pátio	41
4.2.1. Número de Posições de Parada.....	41
4.2.2. Mix de aeronaves wide-body.....	43
4.2.3. Pontos de parada que admitem aeronaves wide-body.	43
4.2.4. O parâmetro R:	44
4.2.5. Calculo da capacidade horária:.....	44

5. RECOMENDAÇÕES.....	45
5.1. Demanda Estimada	45
5.1.1. Hora-Pico de Movimentação em Junho de 2009.....	45
5.1.2. Movimentação Mensal de Junho de 2014	46
5.1.3. Hora-Pico de Movimentação em Junho de 2014.....	49
5.2. Demanda versus Capacidade.....	49
5.2.1. Pista	49
5.2.2. Pátio.....	51
5.3. Conclusões	52
6. CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS	54
APÊNDICE I: DISTRIBUIÇÃO DAS MOVIMENTAÇÕES EM JUNHO - CFN	55
APÊNDICE II: DISTRIBUIÇÃO DAS MOVIMENTAÇÕES EM JUNHO - PLU	59
ANEXO: FIGURAS UTILIZADAS PARA O CÁLCULO DE CAPACIDADE.....	63

1. INTRODUÇÃO

No dia 30 de Outubro de 2007 a FIFA ratificou o Brasil como país-sede da Copa do Mundo de 2014. Durante a escolha das cidades sede para a Copa, muito se discuti sobre a infraestrutura das cidades candidatas no que se refere aos estádios de futebol, à rede hoteleira, ao transporte urbano e, também, à infraestrutura aeroportuária das cidades.

O setor aeroportuário é um dos que mais gera preocupação, pois, em muitas cidades já se encontra em nível de saturação, apresentado um baixo nível de serviço. Além disso, devido à realização da Copa, ocorrerá um significativo aumento na demanda, proveniente das pessoas que irão a estas cidade com intuito de ver os jogos, ou mesmo de turistas internacionais que aproveitarão a vinda ao Brasil para conhecer outras cidades brasileiras. Para agravar a situação, a Copa do Mundo será realizada em Julho, mês normalmente de grande movimentação em decorrência das férias escolares.

Para o secretário-geral da FIFA Jérôme Valcke, o Brasil não tem bons aeroportos. “O bom funcionamento dos aeroportos me preocupa. Conheço muita gente que me diz que vir ao Brasil durante uma Copa é algo já marcado na agenda. Então, precisamos cuidar bem dessa parte”, disse em entrevista ao jornal “O Globo”.

1.1. Escopo

A cidade de Belo Horizonte possui uma situação peculiar. É dotada de dois aeroportos, Pampulha e Confins. Por motivos regulatórios, ocorreu de 2003 a 2005 uma grande mudança na quantidade e no perfil dos vôos nesses aeroportos.

Posto isso, escolheu-se como tema deste trabalho o estudo da Infraestrutua Aeroportuária para a Cidade de Belo Horizonte. Este estudo tem como objetivo o cálculo da Capacidade do Lado Aéreo dos aeroportos de Confins e Pampulha. O trabalho é complementar ao Trabalho de Graduação de Rogério Filho, intitulado “Previsão da demanda aeroportuária dos lados terrestre e aéreo nos aeroportos da região metropolitana de Belo Horizonte durante a Copa do Mundo de 2014”.

Para isso, primeiro será estudada a infraestrutura aeroportuária brasileira, e como a cidade de Belo Horizonte se situa neste contexto. Depois, serão estudadas as metodologias

existentes na literatura para o cálculo da Capacidade do Lado Aéreo e uma dessas será escolhida para ser utilizada.

Por fim, espera-se contrapor a demanda prevista por Rogério Filho à capacidade calculada identificando-se os eventuais setores que mereçam investimentos para que a infraestrutura suporte os fluxos em níveis satisfatórios de serviço.

2. INFRA-ESTRUTURA AEROPORTUÁRIA

Segundo o Código Brasileiro de Aeronáutica [1] de 1986 em seu artigo 25, define-se a Infraestrutura Aeronáutica como “o conjunto de órgãos, instalações ou estruturas terrestres de apoio à navegação aérea, para promover-lhe a segurança, regularidade e eficiência, compreendendo:

- I** - o sistema aeroportuário;
- II** - o sistema de proteção ao vôo;
- III** - o sistema de segurança de vôo;
- IV** - o sistema de Registro Aeronáutico Brasileiro;
- V** - o sistema de investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos;
- VI** - o sistema de facilitação, segurança e coordenação do transporte aéreo;
- VII** - o sistema de formação e adestramento de pessoal destinado à navegação aérea e à infraestrutura aeronáutica;
- VIII** - o sistema de indústria aeronáutica;
- IX** - o sistema de serviços auxiliares;
- X** - o sistema de coordenação da infraestrutura aeronáutica.”

Este trabalho aborda apenas o item I – o sistema aeroportuário, definido pelo artigo 26 do mesmo código, como “sistema constituído pelo conjunto de aeródromos brasileiros, com todas as pistas de pouso, pistas de táxi, pátio de estacionamento de aeronave, terminal de carga aérea, terminal de passageiros e as respectivas facilidades.”

Segundo o antigo Departamento de Aviação Civil (DAC), aeródromo é definido como “toda área destinada a pouso, decolagem e movimentação de aeronaves”, conceito que inclui os aeroportos, também definido pelo DAC como “todo aeródromo público dotado de instalações e facilidades para apoio às operações de aeronaves e de embarque e desembarque de pessoas e cargas.”

O Brasil, segundo a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) [2], possuía em 2006 um total de 2498 aeródromos, sendo destes 1759 privados e 739 públicos. Os aeródromos públicos, apresentados na Figura 1, são administrados por diferentes órgãos como:

- INFRAERO - Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária;
- COMAR – Comando Aéreo Regional;

- Estados – DAESP (Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo);
- Municípios;
- Aeroclubes;
- Empresas.

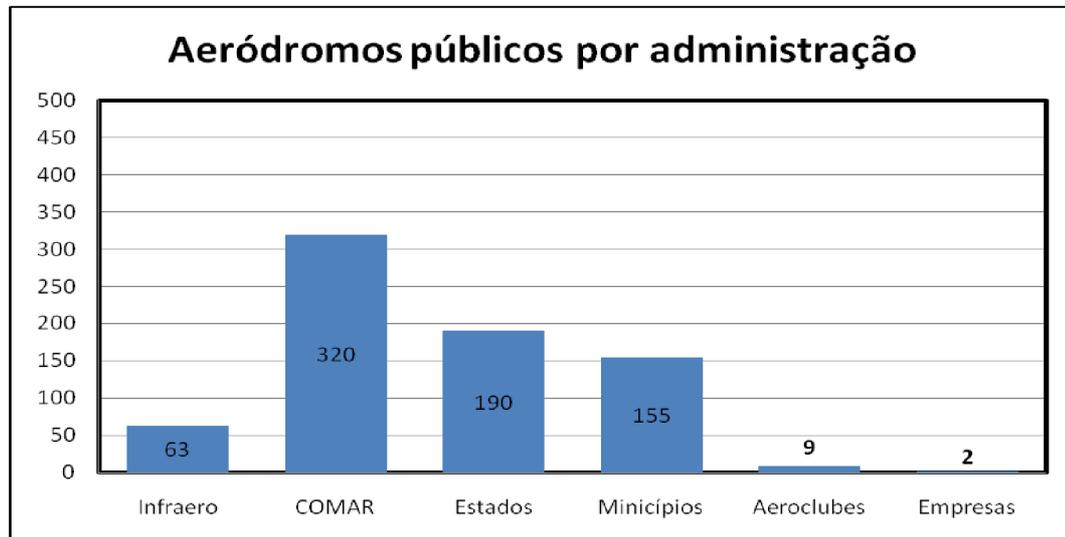


Figura 1 - Aeródromos públicos por administração

Fonte: ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil [2]

2.1. Situação de Belo Horizonte

Belo Horizonte possui três aeroportos públicos administrados pela INFRAERO:

- CNF¹/SBCF² - Aeroporto Internacional Tancredo Neves (Aeroporto de Confins);
- PLU/SBBH - Aeroporto Carlos Drummond de Andrade (Aeroporto da Pampulha);
- ***³/SBPR - Aeroporto Carlos Prates

Na Figura 2 está apresentada uma planta de localização dos aeroportos da região de Belo Horizonte.

¹ Sigla IATA - International Air Transport Association

² Código ICAO - International Civil Aviation Organization

³ Aeroporto Carlos Prates não possui sigla IATA

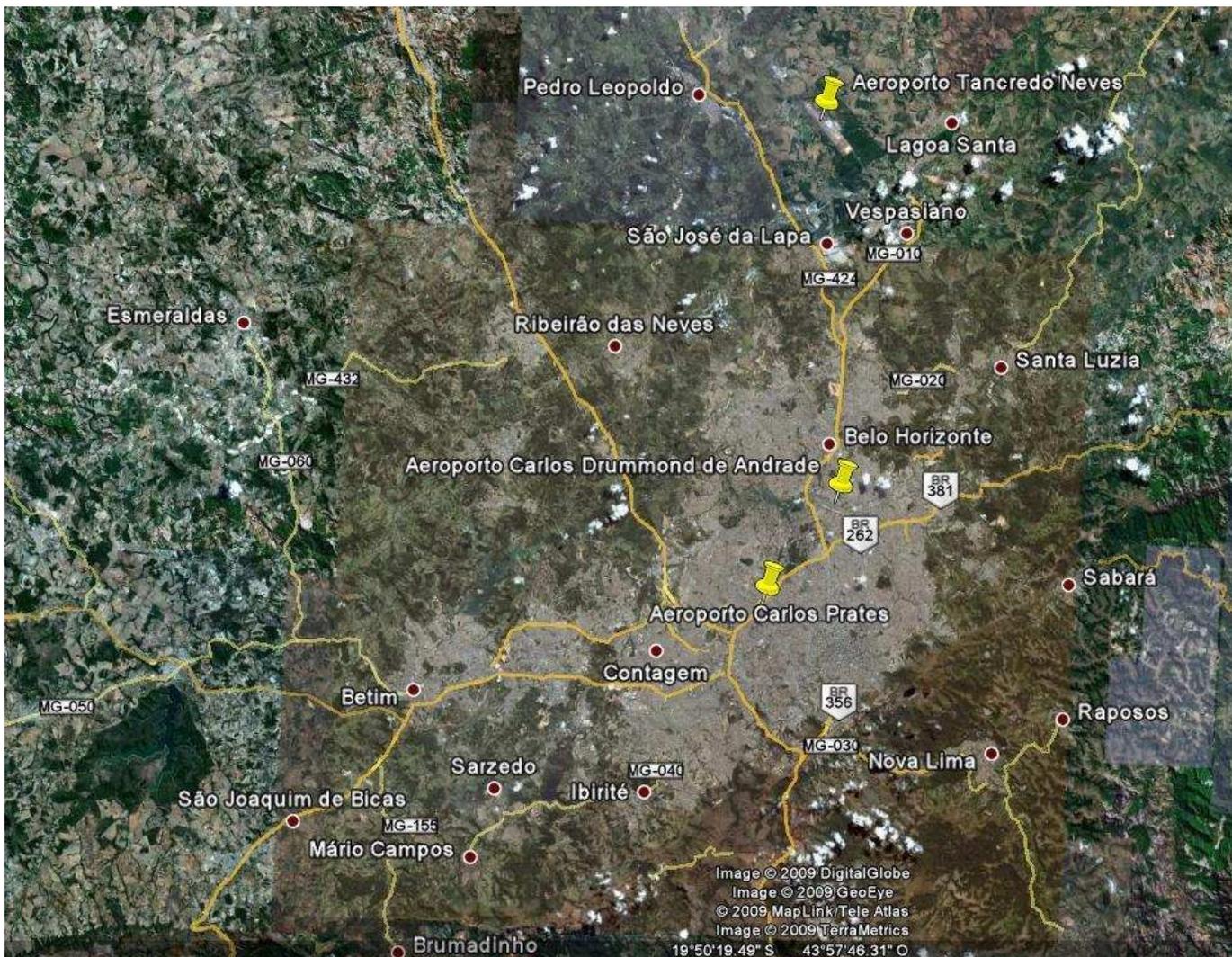


Figura 2 – Região de Belo Horizonte

Fonte: Google Earth

2.1.1. Aeroporto Internacional Tancredo Neves

O Aeroporto Internacional Tancredo Neves encontra-se na Região Metropolitana de Belo Horizonte, no município de Confins. Este é o principal aeroporto da região tanto em movimentação de passageiros, quanto movimentação de carga. Possui uma distância ao centro de Belo Horizonte de 43 km, tornando o seu acesso demorado.

Algumas características do Aeroporto Internacional Tancredo Neves:

- Sítio Aeroportuário Área: 15.010.000,00 m²
- Pátio das Aeronaves Área: 86.000 m²
- Pista Dimensões: 3.000 x 45 m
- Área do Terminal de Passageiros: 53.950 m²
- Estacionamento Capacidade: 1.300 vagas
- Balcões de Check-in Número: 42
- Estacionamento de Aeronaves Nº de Posições: 15

A Tabela 1 apresenta dados da movimentação de aeronaves, de carga aérea e de passageiros, no Aeroporto Internacional Tancredo Neves nos últimos 5 anos. A Figura 3 apresenta um perfil ilustrativo da pista existente e Figura 4 apresenta Carta ADC do aeroporto.

Tabela 1 - Movimentação no Aeroporto Internacional Tancredo Neves

Aeronaves		Carga Aérea		Passageiros	
Ano	Quantidade	Ano	Quantidade (t)	Ano	Quantidade
2004	10.650	2004	8.822.371	2004	388.580
2005	36.842	2005	14.770.288	2005	2.893.299
2006	45.437	2006	16.173.319	2006	3.727.501
2007	55.491	2007	16.422.992	2007	4.340.129
2008	59.544	2008	19.663.195	2008	5.189.52

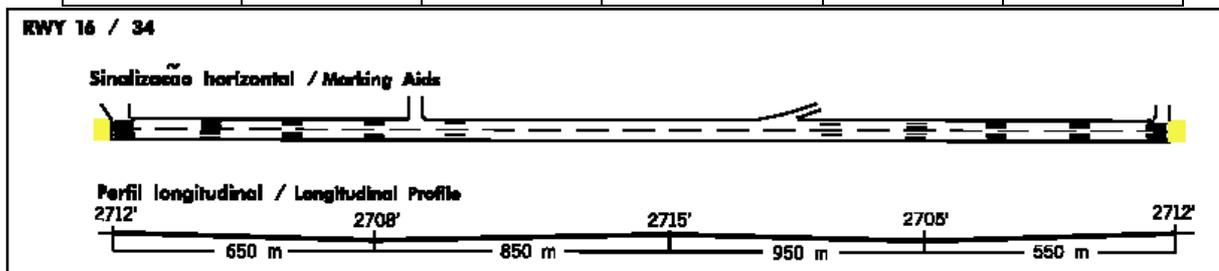


Figura 3 - Perfil da pista do Aeroporto Internacional Tancredo Neves

Fonte: AIP Brasil [3]

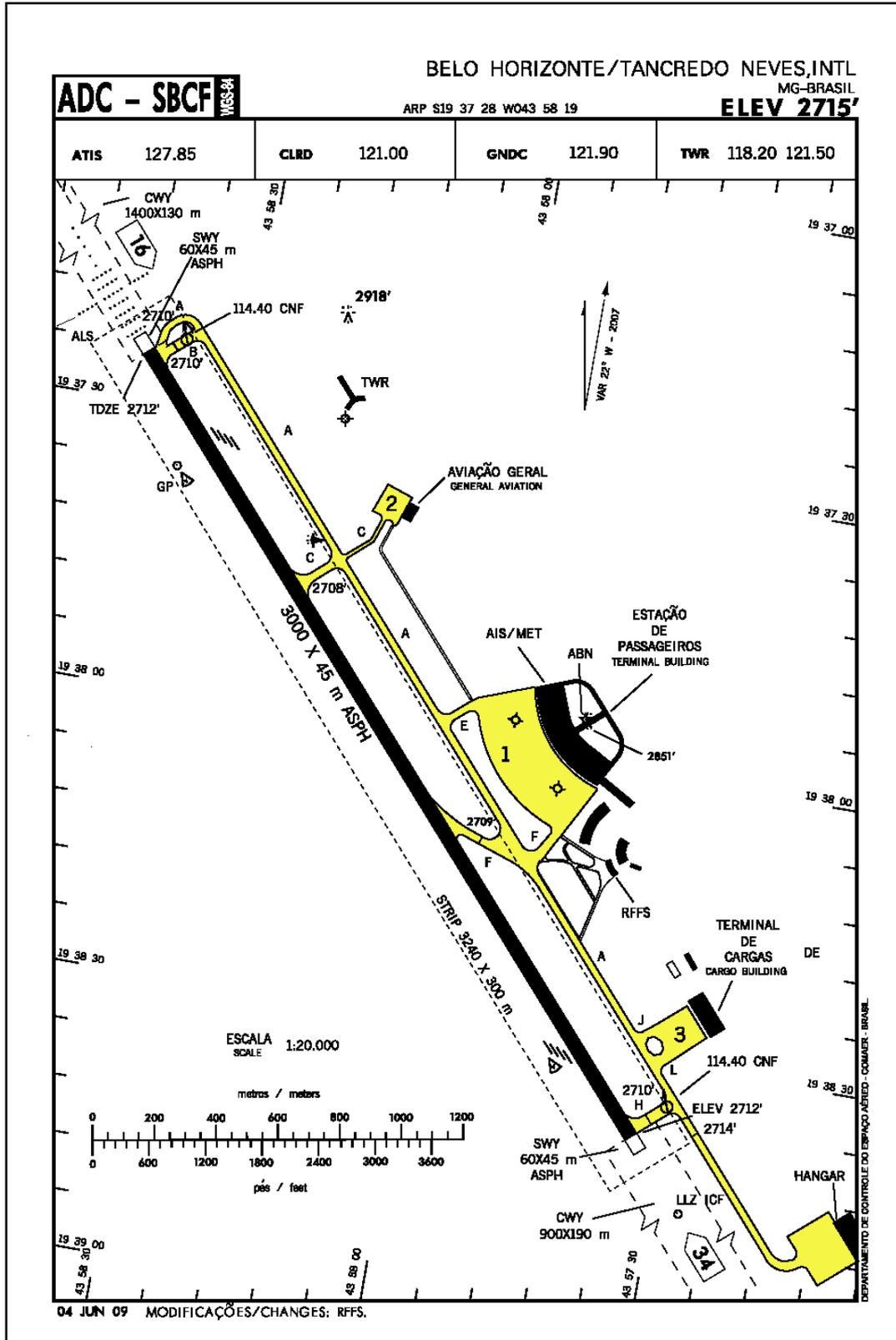


Figura 4 – Carta ADC do Aeroporto Internacional Tancredo Neves

Fonte: AIP Brasil [3]

2.1.2. Aeroporto Carlos Drummond de Andrade

O Aeroporto Carlos Drummond de Andrade, também conhecido como Aeroporto da Pampulha, apresenta um importante papel no transporte de passageiros em Belo Horizonte por possuir uma distância de 12 km ao centro, bastante inferior àquela apresentada pelo Aeroporto de Confins.

Algumas características do Aeroporto Carlos Drummond de Andrade:

- Sítio Aeroportuário Área: 1.827.584,00 m²
- Pátio das Aeronaves Área: 40.470 m²
- Pista Dimensões: 2.540 x 45 m
- Área do Terminal de Passageiros: 4.500 m²
- Estacionamento Capacidade: 226 vagas
- Estacionamento de Aeronaves Nº de Posições: 75 posições

A Tabela 1 apresenta dados da movimentação de aeronaves, de carga aérea e de passageiros, no Aeroporto Carlos Drummond de Andrade nos últimos 5 anos. A Figura 5 - Perfil da pista do Aeroporto Carlos Drummond de Andrade apresenta um perfil ilustrativo da pista existente e Figura 6 - Carta ADC do Aeroporto Carlos Drummond de Andrade apresenta Carta ADC do aeroporto.

Tabela 2 - Movimentação no Aeroporto Carlos Drummond de Andrade

Aeronaves		Carga Aérea		Passageiros	
Ano	Quantidade	Ano	Ano	Quantidade	Ano
2004	76.094	2004	8.709.565	2004	3.194.715
2005	49.467	2005	2.178.152	2005	1.281.745
2006	47.602	2006	629.378	2006	800.940
2007	52.812	2007	290.069	2007	759.824
2008	57.776	2008	-	2008	561.189

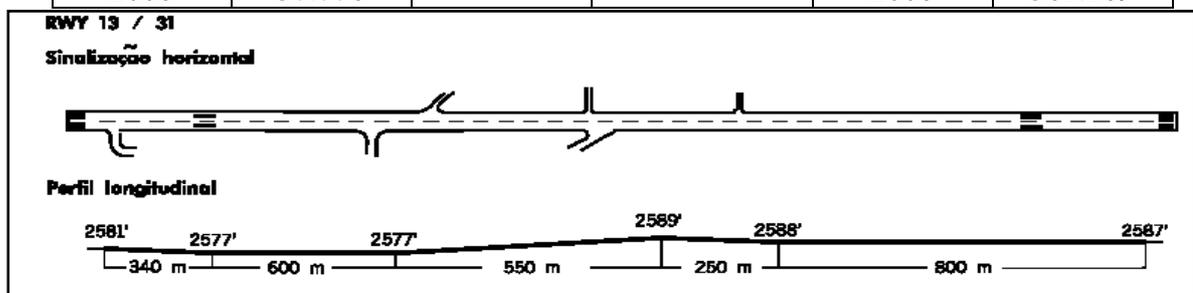


Figura 5 - Perfil da pista do Aeroporto Carlos Drummond de Andrade

Fonte: AIP Brasil [3]

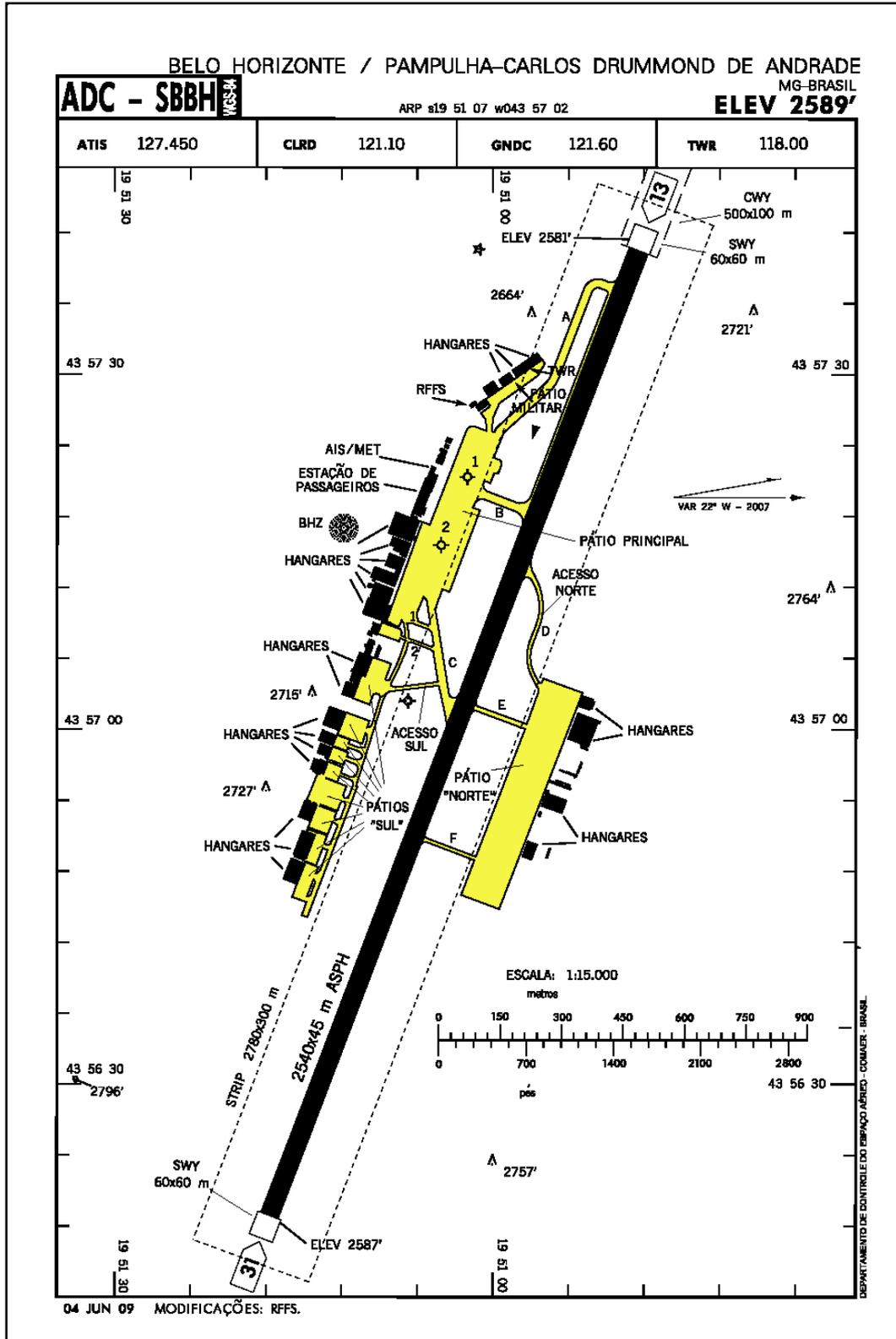


Figura 6 - Carta ADC do Aeroporto Carlos Drummond de Andrade

Fonte: AIP Brasil [3]

2.1.3. Aeroporto Carlos Prates

O Aeroporto de Carlos Prates iniciou suas atividades em janeiro de 1944, a fim de atender ao Aeroclubes do Estado de Minas Gerais, fundado em 06 de novembro de 1936 no Aeroporto da Pampulha. A finalidade do aeroclube sempre foi formar quadros para a aviação civil e militar. A partir de 1973 passou a ser administrado pela Infraero.

Algumas características do Aeroporto Carlos Prates:

- Sítio Aeroportuário Área: 547.586,99 m²
- Pátio das Aeronaves Área: 3.501 m²
- Pista Dimensões: 928 x 18 m
- Área do Terminal de Passageiros: 322 m²
- Estacionamento Capacidade: 50 vagas
- Estacionamento de Aeronaves Nº de Posições: 03 posições

A Tabela 3 apresenta dados da movimentação de aeronaves e de passageiros, no Aeroporto Carlos Prates nos últimos 5 anos. Não opera Aviação Comercial Regular. A Figura 7 apresenta um perfil ilustrativo da pista existente e Figura 8 apresenta Carta ADC do aeroporto.

Tabela 3 – Movimentação no Aeroporto Carlos Prates

Aeronaves		Passageiros	
Ano	Quantidade	Ano	Quantidade
2004	8.973	2004	9.066
2005	11.956	2005	13.648
2006	16.084	2006	15.472
2007	13.850	2007	14.342
2008	16.124	2008	13.172

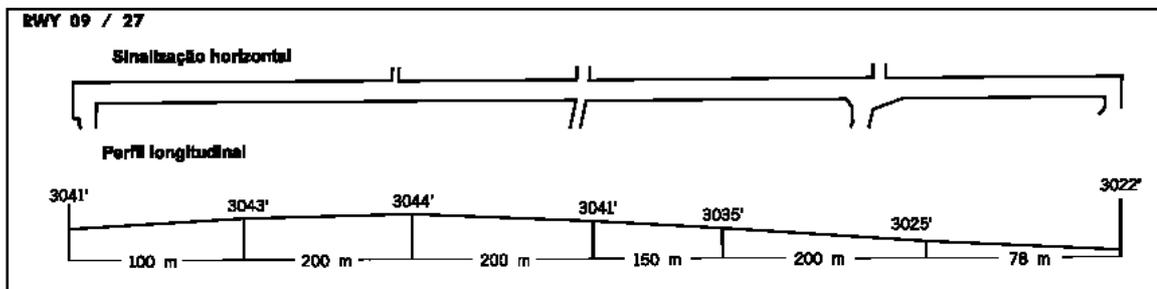


Figura 7 – Perfil da pista do Aeroporto Carlos Prates

Fonte: AIP Brasil [3]

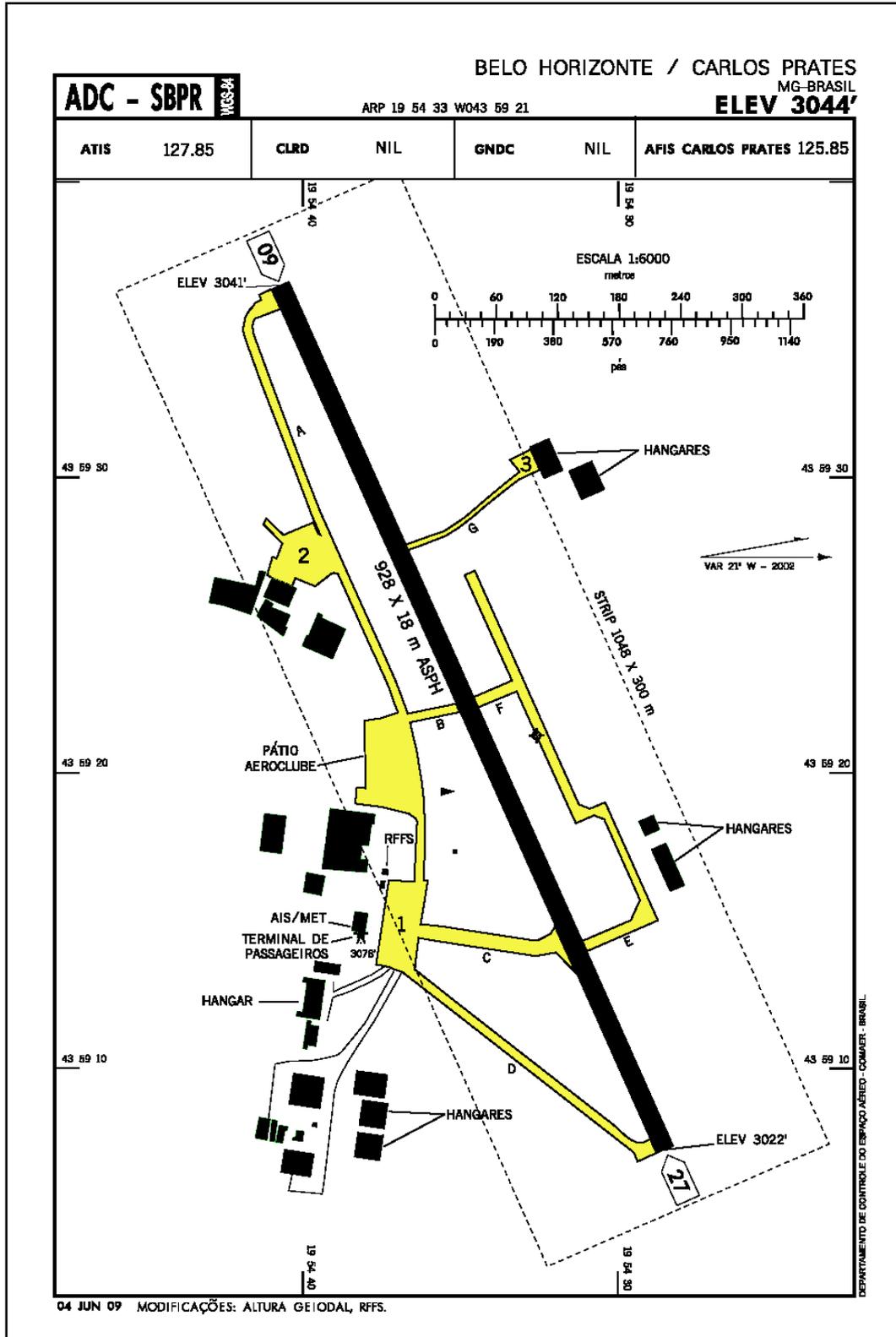


Figura 8 - Carta ADC do Aeroporto Carlos Prates

Fonte: AIP Brasil [3]

3. METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE CAPACIDADE

Neste capítulo serão apresentadas algumas metodologias existentes para o cálculo de capacidade, e por fim, a metodologia adotada.

3.1. Capacidade

Segundo o órgão CGNA [4], a capacidade aeroportuária representa a medida de habilidade da administração aeroportuária em prover serviços adequados às aeronaves que estão operando, em condições normais, no aeroporto. Essa capacidade é expressa como o número máximo de operações aéreas suportadas em um determinado aeroporto, em um dado período de tempo, levando em conta a infra-estrutura aeroportuária instalada.

Segundo Alves, a capacidade está sempre associada a um nível de serviço. Pode-se afirmar que qualquer sistema dispõe de um limite de capacidade, que corresponde a uma condição de atraso e desconforto inaceitáveis. A capacidade de um aeroporto está associada à capacidade de cada um dos seus subsistemas e limita-se pelo "gargalo".

3.2. Revisão da Literatura

Foram estudadas as seguintes metodologias para cálculo de capacidade de pista:

- CGNA [5]
- FAA [6]

Para o Pátio de Aeronaves, foi estudada a metodologia da FAA [6].

A seguir, serão apresentados os detalhamentos de todas as metodologias estudadas, bem como suas vantagens e desvantagens.

3.2.1. Metodologia para Capacidade de Pista CGNA [5]

Esta metodologia compreende as sete etapas seguintes apresentadas na Figura 9:

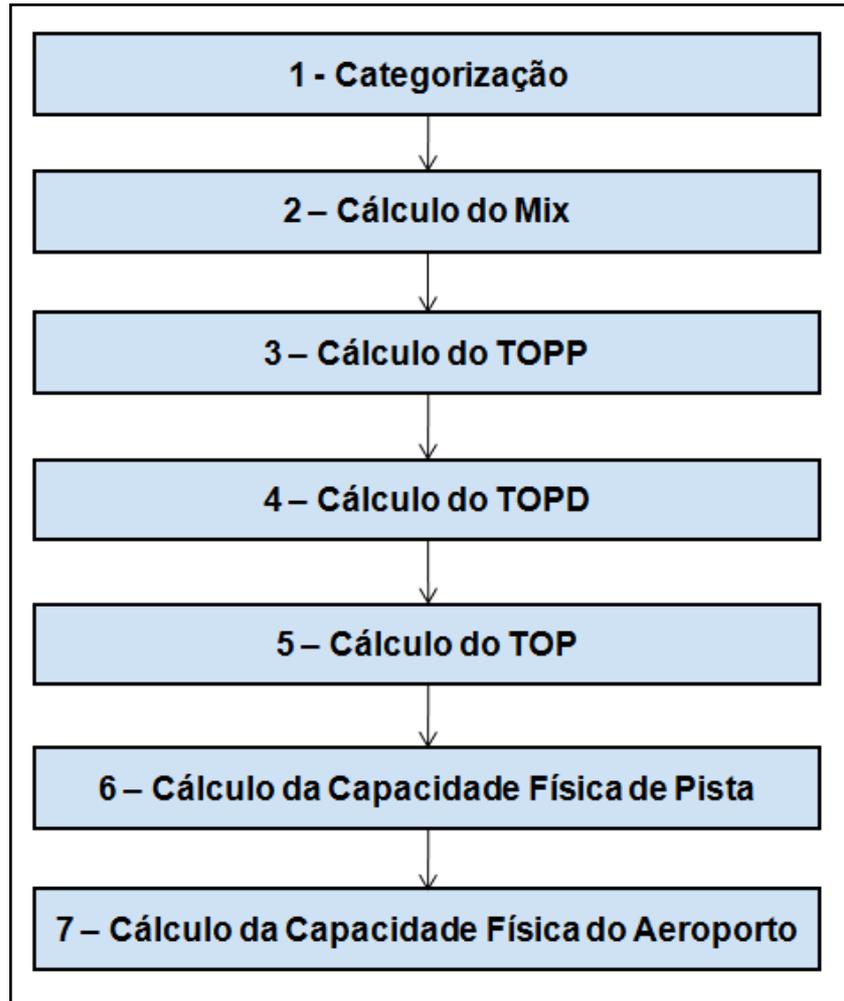


Figura 9 – Etapas para o cálculo de Capacidade CGNA [5]

1. Na primeira etapa deve-se definir qual será a categorização feita das aeronaves. A metodologia do CGNA não sugere nenhuma categoria a ser utilizada.
2. Deve-se calcular o Mix de cada categoria a partir das observações de campo.
3. O Cálculo do TOPP (Tempo de Ocupação de Pista para Pouso) deve ser feito através de da medição dos tempos de aeronaves de cada mix.
4. O Cálculo do TOPD (Tempo de Ocupação de Pista para Decolagem) deve ser feito através de da medição dos tempos de aeronaves de cada mix.
5. Calcula-se o TOP (Tempo de Ocupação de Pista) a partir do TOPP e TOPD.
6. Com o TOP, calcula-se a Capacidade Física de Pista.
7. Caso o aeroporto possua mais pistas, calcula-se a Capacidade Física do Aeroporto.

Apesar de esta metodologia ser bastante robusta, os resultados obtidos podem não ser satisfatórios caso os inputs utilizados não sejam precisos. Desta forma, para sua utilização, deve-se contar com um operador devidamente treinado para efetuar as medições dos tempos de ocupação de pista. Uma alternativa para isso é a utilização de softwares para o cálculo do TOPP e TOPD como o REDIM. Porém, segunda a tese BARRAGAN [7] este software mostrou uma grande imprecisão nos seus resultados.

3.2.2. Metodologia para Capacidade de Pista FAA [6]

A metodologia para o cálculo de capacidade de pista de pouso da FAA [6] é apresentado na circular AC-150/5060-5. Tal metodologia consiste na execução de sete etapas apresentadas a seguir na Figura 10.

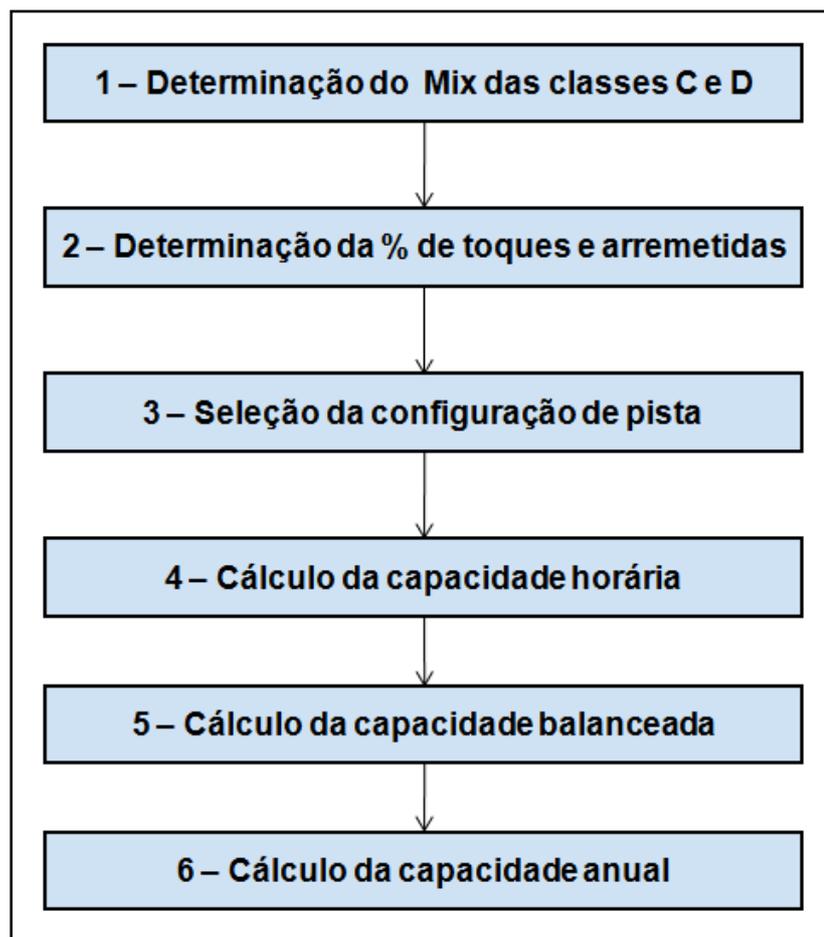


Figura 10 – Etapas para o cálculo de Capacidade FAA [6]

1. Na primeira etapa deve-se calcular o Índice Mix (IM) utilizando apenas as classes C e D segundo a forma a seguir:

$$IM = \%(C + 3D)$$

2. Deve-se determinar o percentual de toques e arremetidas $\%(T + G)$ de acordo com as seguintes expressões:

$$\%(T + G) = \frac{(T + G) * 100}{A + D + (T + G)}$$

$$\%(A) = \frac{A + \frac{1}{2} * (T + G) * 100}{A + D + (T + G)}$$

onde:

A = número de pousos em uma hora

D = número de decolagens em uma hora

(T + G) = número de toques e arremetidas em uma hora

3. Seleção da configuração de pista que melhor representa a utilização da pista do aeroporto.
4. Cálculo da Capacidade Horária a partir da capacidade horária básica (C^*), do fator de toque e arremetida (T) e do fator de saída (E), obtidos através dos ábacos contidos na circular.

$$Capacidade\ Horária = C^* * T * E$$

5. Cálculo da Capacidade Balanceada de pista através da seguinte expressão:

$$C_W = C_{VFR} * \%VFR + C_{IFR} * \%IFR$$

6. Cálculo da Capacidade Anual, ou Volume de Serviço Anual (VSA) através da seguinte expressão:

$$VSA = Cw * D * H$$

onde D e H são obtidos através da interpolação dos dados da Tabela 4.

Tabela 4 – Valores D e H baseados no Índice Mix

Índice Mix	D (Diária)	H (Horária)
0 – 20	280 – 310	7 – 11
21 – 50	300 – 320	10 – 13
51 – 180	310 – 350	11 – 15

Fonte: IAC, 2005

3.2.3. Metodologia para Capacidade de Pátio FAA [6]

Esta metodologia compreende as etapas apresentadas na Figura 11.

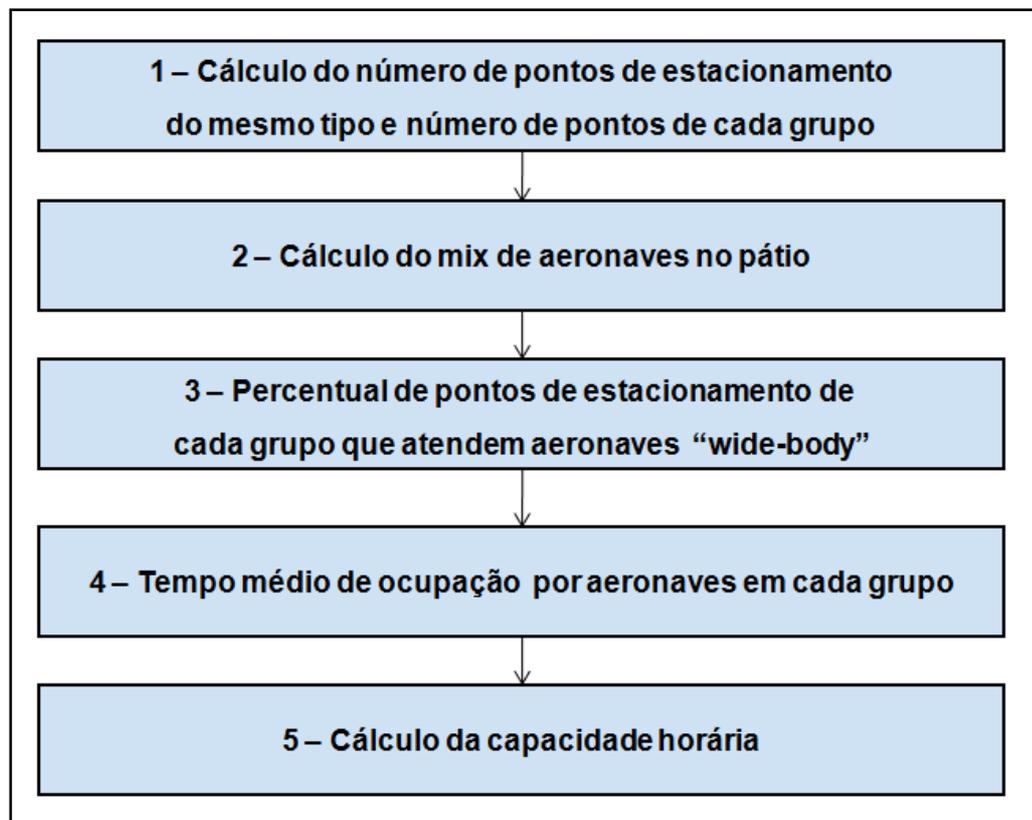


Figura 11 - Etapas para o cálculo de Capacidade de Pátio FAA [6]

1. Na primeira etapa deve-se determinar o número de posições de estacionamento.
2. O segundo passo é o cálculo do mix definido pelo percentual de aeronaves não wide-body que utilizam o pátio no Grupo.
3. A seguir, deve-se determinar o percentual dos pontos de parada que admitem aeronaves wide-body.
4. Calcula-se o tempo médio de ocupação do ponto por aeronave wide-body (r_w) e por aeronave não wide-body (r_n), obtendo o parâmetro R:

$$R = \frac{r_w}{r_n}$$

5. Cálculo da capacidade horária:

$$\text{CapacidadeHorária} = G^* * S * N$$

onde:

G^* = Capacidade Horária Base obtida por ábaco em função do mix e de R

S = Fator de tamanho do ponto, determinado por ábaco

N = Número de pontos

3.3. Metodologia Adotada

Após a revisão das metodologias presentes na literatura, foram escolhidas as metodologias da FAA [6] para o cálculo da capacidade de pista e de pátio. Tal escolha se deve ao fato destas serem metodologias consagradas e de simples utilização (não requer um operador capacitado).

4. AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos através da aplicação das metodologias escolhidas no Capítulo 3.

4.1. Pista

Foram efetuados os seis passos para o cálculo da Capacidade de Pista da FAA [6] e os resultados serão apresentados a seguir:

4.1.1. Cálculo do Índice Mix

Para o cálculo do Índice Mix, as aeronaves foram categorizadas segundo o critério proposto pela FAA [6] que utiliza o PMD (Peso Máximo de Decolagem):

- Tipo A - pequenos monomotores pesando até 5.700 kg (13.000 lb)
- Tipo B - pequenos bimotores pesando até 5.700 kg (13.000 lb)
- Tipo C - aeronaves entre 5.700 (13.000 lb) e 136.000 kg (300.000 lb)
- Tipo D - aeronaves pesando mais de 136.000 kg (300.000 lb)

O resultado da categorização está apresentado a seguir na Tabela 5. Os PMDs foram obtidos nos site dos fabricantes das aeronaves.

Tabela 5 – Categorização das aeronaves que utilizaram SBCF e SBBH desde 1999

Planes	PMD (Kg)	PMD (lb)	CAT
A319	75.887	167.302	C
A320	77.020	169.800	C
A332	239950	528.999	D
AT42	16.900	37.258	C
AT43	16.700	36.817	C
B722	83.820	184.791	C
B732	52.390	115.500	C
B733	61.250	135.033	C

B734	68.050	150.025	C
B735	60.550	133.490	C
B737	70.080	154.500	C
B738	79.016	174.200	C
B762	179.169	395.000	D
B763	159.755	352.199	D
B764	204.170	450.118	D
B772	247200	544.983	D
DC10	195.045	430.001	D
E110	5.900	13.007	C
E120	11.990	26.433	C
E145	20.600	45.415	C
FK10	45.800	100.972	C
FK50	19.950	43.982	C
MD11	283.977	626.062	D
E195	50.790	111.973	C

Para cálculo da movimentação de aeronaves de vôos regulares, foi utilizado o HOTRAN+ [8], base Hotran tratada pelo NECTAR/ITA. Para os vôos não regulares, utilizou-se o total de movimentos dado pela Infraero decrescido do total de movimentos obtidos no HOTRAN+ [8]. Utilizou-se aqui a premissa de que os vôos não regulares são de aeronaves de pequeno porte, desta forma, são pertencentes à categoria A/B. Os resultados estão apresentados na Tabela 6 e na Tabela 7 pra Confins e Pampulha respectivamente.

Tabela 6 – Movimentos de aeronaves no Aeroporto de Confins

Categoria	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total geral
A/B	5.598	6.044	8.743	13.109	14.617	11.585	6.298	65.994
C	4.076	3.708	27.756	32.328	40.874	47.097	25.697	181.536
D	912	898	343	0	0	862	850	3.865
Total Regulares	4.988	4.606	28.099	32.328	40.874	47.959	26.547	185.401
Total	10.586	10.650	36.842	45.437	55.491	59.544	32.845	251.395

Tabela 7 – Movimentos de aeronaves no Aeroporto da Pampulha

Categoria	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total geral
A/B	29.278	33.955	31.713	35.709	42.844	47.796	21.843	243.138
C	46.198	42.139	17.754	11.893	9.968	9.980	5.785	143.717
Total Regulares	46.198	42.139	17.754	11.893	9.968	9.980	5.785	143.717
Total	75.476	76.094	49.467	47.602	52.812	57.776	27.628	386.855

Através da Tabela 6 e Tabela 7, calcula-se o Mix de cada categoria como sendo o percentual dos vôos desta categoria em relação ao total de vôos. O Mix por categoria está apresentado na Tabela 8 e Figura 12 para o Aeroporto de Confins e Tabela 9 e Figura 13 para o Aeroporto da Pampulha.

Tabela 8 – Mix por categoria no Aeroporto de Confins

Categoria	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total geral
A/B	53%	57%	24%	29%	26%	19%	19%	26%
C	39%	35%	75%	71%	74%	79%	78%	72%
D	9%	8%	1%	0%	0%	1%	3%	2%
Total geral	47%	43%	76%	71%	74%	81%	81%	74%

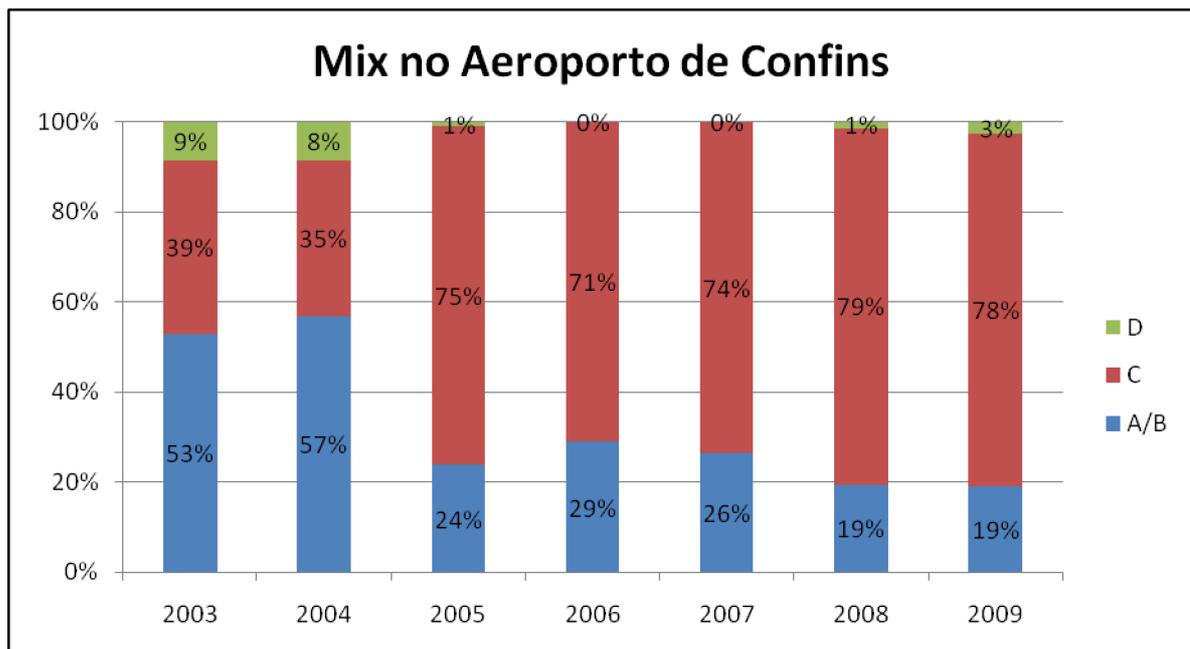


Figura 12 – Mix por categoria no Aeroporto de Confins

Tabela 9 – Mix por categoria no aeroporto da Pampulha

Categoria	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total geral
A/B	39%	45%	64%	75%	81%	83%	79%	63%
C	61%	55%	36%	25%	19%	17%	21%	37%
Total	39%							

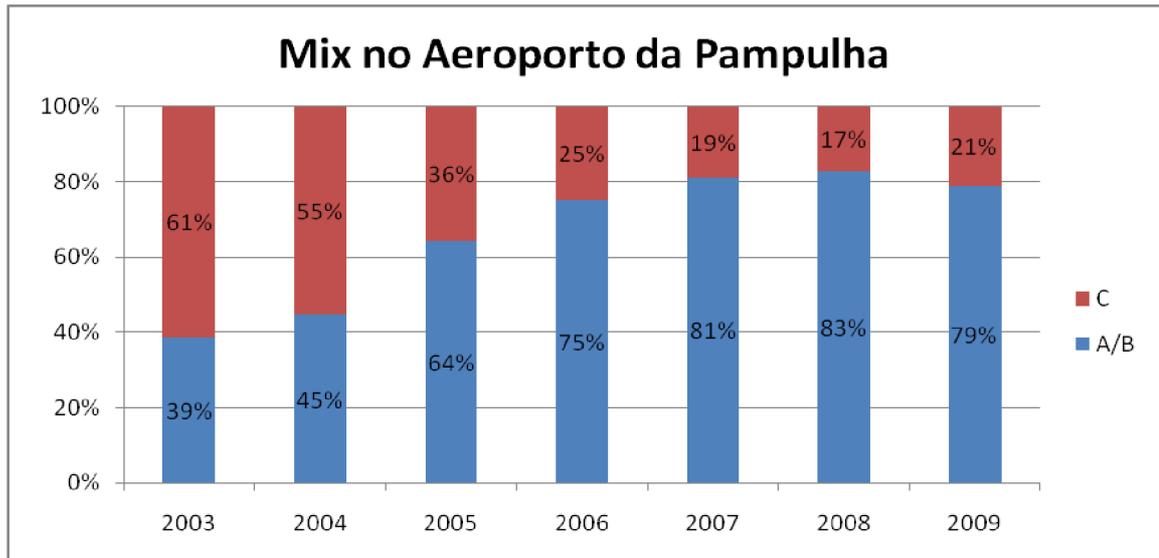


Figura 13 – Mix por categoria no Aeroporto da Pampulha

Através da Tabela 8 e Tabela 9 foi calculado o Índice Mix de acordo com a expressão: $IM = \%(C + 3D)$. Os resultados estão apresentados na Figura 14 e Figura 15.



Figura 14 – Índice Mix no Aeroporto de Confins

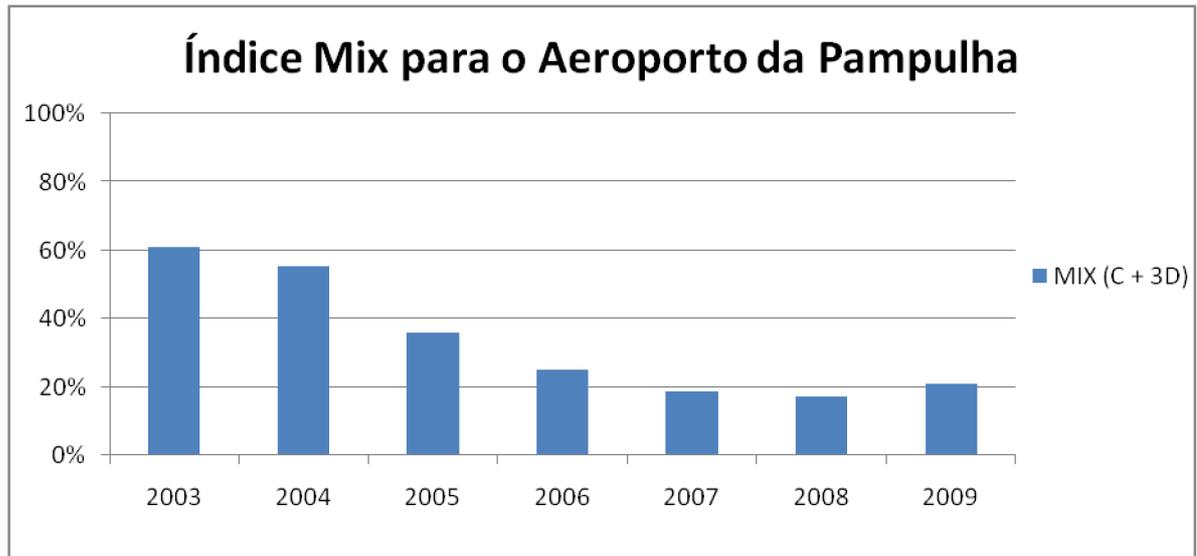


Figura 15 - Índice Mix no Aeroporto da Pampulha

Para entender melhor como a Capacidade de Pista varia de acordo com o Índice Mix, será efetuada a seguinte Análise de Sensibilidade com os seguintes cenários definidos a partir dos índices apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Cenários para o Índice Mix

Aeroporto	Cenário 1 – Pampulha Restrito	Cenário 2 – Pampulha Parcialmente Liberado	Cenário 3 – Pampulha Liberado
Confins	100%	80%	60%
Pampulha	20%	40%	60%

4.1.2. Percentual de Toques e Arremetidas

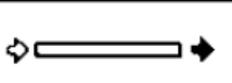
Será assumido que o percentual de Toques e Arremetidas é desprezível para ambos os Aeroportos. Desta forma, o percentual de Aterrissagens (%(A)) é:

$$\%(A) = \frac{A + \frac{1}{2} * (T + G) * 100}{A + D + (T + G)} = \frac{A}{A + D} = 0,5 = 50\%$$

4.1.3. Seleção da Configuração de Pista

Para o Aeroporto da Pampulha e de Confins a figura que melhor representa a configuração de pista existente é a apresentada na Figura 16.

Figura 16 – Configuração de Pista selecionada para o Aeroporto da Pampulha e Confins

RUNWAY USE DIAGRAM	DIAG. NO.	RUNWAY SPACING ^A IN FEET (s)	FIGURE NO.			
			FOR CAPACITY		FOR DELAY	
			VFR	IFR	VFR	IFR
	1	N.A.	2-3	2-43	2-70	2-89

Desta forma, devem ser utilizadas as Figuras número 2-3 (Anexo I) e 2-43 (Anexo II) para o cálculo da Capacidade Horária VFR e IFR respectivamente.

4.1.4. Cálculo da Capacidade Horária

A Capacidade Horária é dada pela seguinte fórmula:

$$\text{Capacidade Horária} = C * T * E$$

O Fator de Toque e Arremetida (T) é igual a 1 para ambos os Aeroportos, pois foi considerada a premissa de que tais operações são desprezíveis em relação à movimentação total.

O Fator de Saída (E) obtido pelas figuras 2-3 e 2-43 utilizam a consideração que o aeroporto é dotado de saídas de pistas nas duas cabeceiras, o que não acontece na Pampulha. Para Confins, basta utilizar a tabela contida em tal figura. Como o aeroporto possui duas saídas de pista intermediárias afastadas mais de 750 pés, tem-se $N = 2$. Desta forma foram determinados os Fatores de Saída para os três cenários conforme a Tabela 11.

Tabela 11 – Fatores de Saída para o Aeroporto de Confins

Aeroporto	Operação	Cenário 1 – Pampulha Restrito	Cenário 2 – Pampulha Parcialmente Liberado	Cenário 3 – Pampulha Liberado
Confins	VFR	0,94	0,91	0,91
Confins	IFR	0,92	0,91	0,91

O Aeroporto da Pampulha possui apenas saída de pista na cabeceira 13 e mais duas intermediárias. Apesar disso, praticamente todas as operações se dão pela cabeceira 13, o que implica que grande parte das maiores aeronaves, por não conseguirem acessar diretamente as saídas intermediárias, necessita fazer o retorno na pista. Para o cálculo do Fator de Saída, considerará que as aeronaves do tipo A/B conseguem pegar a última saída intermediária, ou seja, para essas aeronaves o aeroporto se comporta como se contivesse saída nas duas extremidades e apenas uma intermediária. Para as aeronaves de categoria C, será considerado um fator de saída igual a 0,5, ou seja, que uma operação ocupará o mesmo tempo do que duas em um aeroporto com saídas de pistas ideais. Através do Mix das classes A/B e C, o Fator de Saída do Aeroporto será considerado uma média ponderada dos Fatores de cada classe, com os pesos sendo o Mix. Esta análise está apresentada Tabela 12.

Tabela 12 – Cálculo do Fator de Saída para o Aeroporto da Pampulha

		Cenário 1 – Pampulha Restrito	Cenário 2 – Pampulha Parcialmente Liberado	Cenário 3 – Pampulha Liberado
Índice MIX		20%	40%	60%
Mix A/B		80%	60%	40%
Mix C		20%	40%	60%
Operação VFR	Fator de Saída A/B	0,86	0,84	0,83
	Fator de Saída C	0,50	0,50	0,50
	Fator de Saída	0,79	0,70	0,63
Operação IFR	Fator de Saída A/B	0,95	0,85	0,83
	Fator de Saída C	0,50	0,50	0,50
	Fator de Saída	0,86	0,71	0,63

O resumo dos Fatores de Saída para o Aeroporto da Pampulha está apresentado a seguir na Tabela 13.

Tabela 13 - Fatores de Saída para o Aeroporto da Pampulha

Aeroporto	Operação	Cenário 1 – Pampulha Restrito	Cenário 2 – Pampulha Parcialmente Liberado	Cenário 3 – Pampulha Liberado
Pampulha	VFR	0,79	0,70	0,63
Pampulha	IFR	0,86	0,71	0,63

Para a obtenção da Capacidade Horária Base (C^*), utilizou-se o ábaco contido nas mesmas figuras. Os resultados para os Aeroportos de Confins e Pampulha estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Capacidade Horária Base

Aeroporto	Operação	Cenário 1 – Pampulha Restrito	Cenário 2 – Pampulha Parcialmente Liberado	Cenário 3 – Pampulha Liberado
Confins	VFR	55	57	61
Confins	IFR	53	55	57
Pampulha	VFR	76	66	61
Pampulha	IFR	60	58	56

A partir da Capacidade Horária Base, do Fator de Saída e do Fator de Toque e Arremetida, calculou-se a Capacidade Horária para os aeroportos. Tais resultados estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 – Capacidade Horária

Aeroporto	Operação	Cenário 1 – Pampulha Restrito	Cenário 2 – Pampulha Parcialmente Liberado	Cenário 3 – Pampulha Liberado
Confins	VFR	51,70	51,87	55,51
Confins	IFR	48,76	50,05	51,87
Pampulha	VFR	60,04	46,20	38,43
Pampulha	IFR	51,60	41,18	35,28

4.1.5. Cálculo da Capacidade Balanceada

A Capacidade Balanceada é Obtida através da média ponderada das Capacidades Horárias utilizando como peso o percentual de vôos que ocorrem em cada tipo de operação:

$$C_W = C_{VFR} * \%VFR + C_{IFR} * \%IFR$$

Por uma análise feita com os dados de SGTC - Sistema de Gerenciamento de Torre de Controle, o $\%IFR$ para o Aeroporto de Confins é 98% e para o Aeroporto da Pampulha é 68%. Desta forma, foram obtidas as Capacidades Balanceadas apresentadas na Tabela 16.

Tabela 16 – Capacidades Balanceadas

Aeroporto	Cenário 1 – Pampulha Restrito	Cenário 2 – Pampulha Parcialmente Liberado	Cenário 3 – Pampulha Liberado
Confins	48,82	50,09	51,94
Pampulha	54,30	42,79	36,29

4.1.6. Cálculo da Capacidade Anual

Aos valores de D (Diária) e H (Horária) foram determinados e estão apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 – Variáveis D e H

Aeroporto	Variável	Cenário 1 – Pampulha Restrito	Cenário 2 – Pampulha Parcialmente Liberado	Cenário 3 – Pampulha Liberado
Confins	D	325,19	318,99	312,79
	H	12,23	11,73	11,23
Pampulha	D	310,00	313,10	312,79
	H	11,00	11,97	11,23

Cálculo da Capacidade Anual, ou Volume de Serviço Anual (VSA) através da seguinte expressão:

$$VSA = Cw * D * H$$

Os valores para a Capacidade Anual obtidos estão apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 - Capacidade Anual para os Aeroportos de Confins e Pampulha

Aeroporto	Variável	Cenário 1 – Pampulha Restrito	Cenário 2 – Pampulha Parcialmente Liberado	Cenário 3 – Pampulha Liberado
Confins	VSA	194.161	187.424	182.446
Pampulha	VSA	185.163	160.369	127.473

4.1.1. Análise de Sensibilidade

Através dos Cenários propostos, foi efetuada as seguintes Análises de Sensibilidade:

- Capacidade Horária pelo Índice Mix apresentadas na Tabela 19 e Tabela 20 para os Aeroportos de Confins e Pampulha respectivamente.
- Volume de Serviço Anual (Capacidade Anual) pelo Índice Mix apresentadas na Tabela 21 e Tabela 22 para os Aeroportos de Confins e Pampulha respectivamente.

Tabela 19 – Análise de Sensibilidade para a Capacidade Horária de Confins

Aeroporto	Cenário 1 – Pampulha Restrito	Cenário 2 – Pampulha Parcialmente Liberado	Cenário 3 – Pampulha Liberado	Variação
Índice Mix	100%	80%	60%	-40%
Confins	48,82	50,09	51,94	6,0%
Sensibilidade por ponto percentual do Índice MIX				-0,15%

Tabela 20 – Análise de Sensibilidade para a Capacidade Horária da Pampulha

Aeroporto	Cenário 1 – Pampulha Restrito	Cenário 2 – Pampulha Parcialmente Liberado	Cenário 3 – Pampulha Liberado	Variação
Índice Mix	20%	40%	60%	40%
Pampulha	54,30	42,79	36,29	-33,2%
Sensibilidade por ponto percentual do Índice MIX				-0,83%

Desta forma, para cada variação de 1 ponto percentual no Índice Mix dos aeroportos, ocasiona uma variação de -0,15% e -0,83% na Capacidade Horária para Confins e Pampulha respectivamente.

Tabela 21 – Análise de Sensibilidade para a Capacidade Anual de Confins

Aeroporto	Cenário 1 – Pampulha Restrito	Cenário 2 – Pampulha Parcialmente Liberado	Cenário 3 – Pampulha Liberado	Variação
Índice Mix	100%	80%	60%	-40%
Confins	194.161	187.424	182.446	-6,4%
Sensibilidade por ponto percentual do Índice MIX				0,16%

Tabela 22 – Análise de Sensibilidade para a Capacidade Anual da Pampulha

Aeroporto	Cenário 1 – Pampulha Restrito	Cenário 2 – Pampulha Parcialmente Liberado	Cenário 3 – Pampulha Liberado	Variação
Índice Mix	20%	40%	60%	40%
Pampulha	185.163	160.369	127.473	-31,2%
Sensibilidade por ponto percentual do Índice MIX				-0,78%

Desta forma, para cada variação de 1 ponto percentual no Índice Mix dos aeroportos, ocasiona uma variação de 0,16% e -0,78% na Capacidade Anual para Confins e Pampulha respectivamente.

4.2. Pátio

A seguir estão apresentados os resultados da aplicação da metodologia da FAA [6] para os Pátios dos Aeroportos de Confins e da Pampulha.

4.2.1. Número de Posições de Parada

O Aeroporto de Confins possui 9 posições com ponte de embarque e 6 posições remotas. As posições podem ser vistas na Figura 17.

Figura 17 – Pátio do Aeroporto de Confins



O Aeroporto da Pampulha possui 8 posições de parada para a Aviação Comercial. Tais posições podem ser vistas na Figura 18.

Figura 18 – Pátio do Aeroporto da Pampulha



4.2.2. Mix de aeronaves wide-body

Para o Aeroporto da Pampulha, não existem operações de aeronaves wide-body. Para o aeroporto de Confins, o mix de operações entre aeronaves wide-body e não wide-body está apresentado Tabela 23 e Figura 19.

Tabela 23 – Mix de aeronaves wide-body

Categoria	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total Geral
Não Wide-Body	92%	99%	100%	100%	99%	97%	98%
Wide-Body	8%	1%	0%	0%	1%	3%	2%

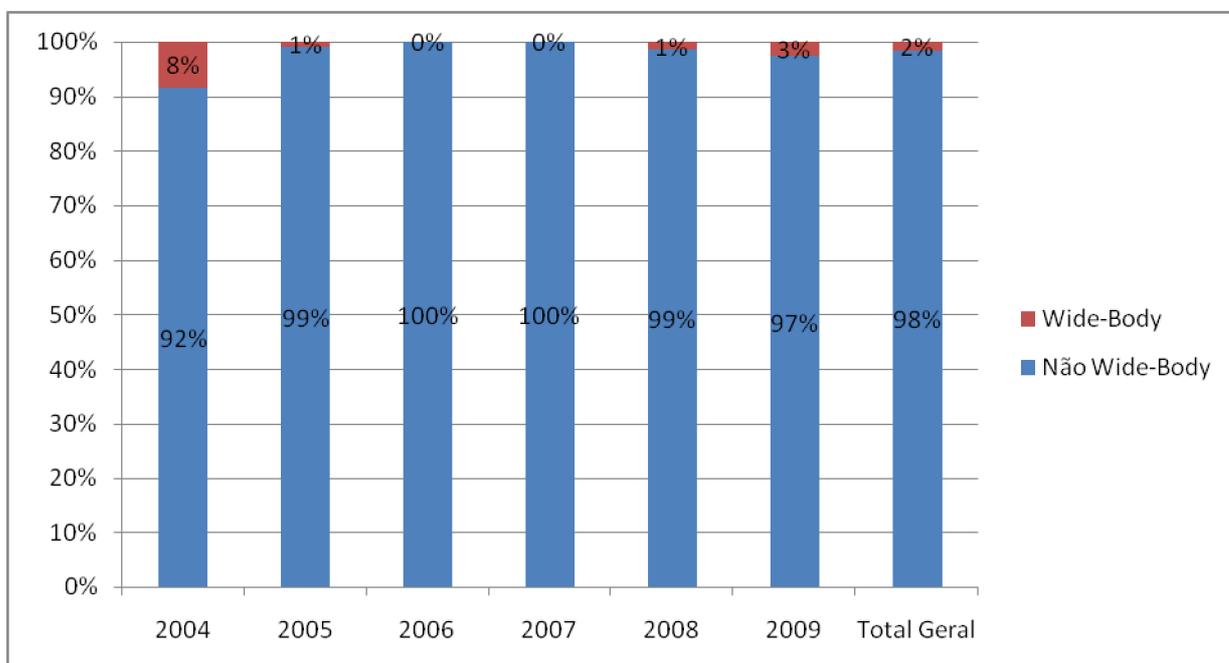


Figura 19 – Mix de aeronaves wide-body

4.2.3. Pontos de parada que admitem aeronaves wide-body.

Para o Aeroporto de Confins, apenas dois pontos de paradas admitem aeronaves wide-body. Para o Aeroporto da Pampulha isso não é aplicado, pois não existe operação de aeronaves wide-body.

4.2.4. O parâmetro R:

Será considerado o tempo

- r_w 90 minutos para aeronaves wide-body
- r_n 60 minutos para aeronaves não wide-body.

Desta forma, tem-se para Confins:

$$R = \frac{r_w}{r_n} = \frac{90}{60} = 1,5$$

Segundo o método da FAA [6], considera-se para aeroportos sem operação de aeronaves wide-body, como Pampulha, $R = 1$.

4.2.5. Cálculo da capacidade horária:

A Capacidade Horária é dada pela seguinte expressão:

$$\text{CapacidadeHorária} = G^* * S * N$$

Para o Aeroporto de Confins:

Através do Ábaco contido no Anexo, determinou-se a Capacidade Horária Base $G^* = 1,95$ e o Fator tamanho do ponto $S = 0,95$.

Desta forma, a Capacidade Horária do Pátio de Confins é de **27,8** operações por hora. Ao se considerar 50% de pousos e decolagens, a capacidade do Pátio de Confins é de 13,9 pousos e 13,9 decolagens.

Para o Aeroporto da Pampulha:

Através do Ábaco contido no Anexo, determinou-se a Capacidade Horária Base $G^* = 2$ e o Fator tamanho do ponto $S = 1$.

Desta forma, a Capacidade Horária do Pátio da Pampulha para Aeronaves Comerciais é de 16 operações por hora. Ao se considerar 50% de pousos e decolagens, a capacidade do Pátio de Confins é de 8 pousos e 8 decolagens.

5. RECOMENDAÇÕES

Neste capítulo serão apresentados os resultados das análises de demanda efetuadas no por Rogério Filho em seu Trabalho de Graduação intitulado “Previsão da demanda aeroportuária dos lados terrestre e aéreo nos aeroportos da região metropolitana de Belo Horizonte durante a Copa do Mundo de 2014”. Através da comparação da demanda estimada com a capacidade instalada nos Aeroportos de Confins e Pampulha, serão tecidas recomendações para garantia dos níveis de serviços durante o período da Copa do Mundo da FIFA em 2014 para os aeroportos da cidade de Belo Horizonte.

5.1. Demanda Estimada

Para a comparação com a capacidade horária instalada, é necessário obter a demanda da hora-pico de movimentos de aeronaves. Entretanto, o trabalho de Rogério Filho apresentou como resultado a estimativa da demanda de passageiros para o mês de Junho de 2014. Desta forma, apesar do escopo deste Trabalho de Graduação ser o cálculo da capacidade instalada do lado aéreo dos aeroportos de Confins e da Pampulha, serão apresentadas análises de demanda complementares ao trabalho de Rogério Filho. A demanda de passageiros estimada para Belo Horizonte por Rogério Filho para o mês de Junho de 2014 é de 873.555 passageiros.

5.1.1. Hora-Pico de Movimentação em Junho de 2009

Para a o cálculo do número de movimentações na hora-pico em 2009, foi utilizada a base HOTRAN+ [8]. Será considerado como premissa que na hora-pico a movimentação de aeronaves de categoria A/B é menor do que no mix de operações regulares de tais aeronaves. Ou seja, na hora-pico operam-se com mais frequência as aeronaves maiores do que o que ocorre numa situação média do aeroporto.

O Aeroporto de Confins apresentou em 2009 um mix de aeronaves de Categoria A/B pequeno, refletido no alto índice-mix determinado no Capítulo 4. O mix de aeronaves para esta categoria foi e 19%. Para tal aeroporto será considerado que na hora-pico de

movimentação operam apenas aeronaves de Categoria C e D utilizadas em vôos regulares apresentados no HOTRAN+. Já o Aeroporto da Pampulha apresentou um mix de aeronaves de Categoria A/B de 79%. Na hora-pico de movimentação, será considerado um valor do mix de aeronaves de Categoria A/B igual a 0,5 vezes o mix durante todo o ano de 2009, ou seja, será considerado que o mix de tais aeronaves é igual a 40% na hora-pico. Para o aeroporto da Pampulha, este acréscimo na hora-pico será necessário apenas para a comparação da demanda com a capacidade horária de pista, visto que a capacidade horária do pátio foi calculada para 8 posições de parada destinadas apenas à Aviação Comercial.

Através da base HOTRAN+ [8] chegou-se aos Gráficos de Distribuição de Movimentações por dia da semana para os Aeroportos de Confins e da Pampulha apresentados no Apêndice I e II respectivamente.

Para o Aeroporto de Confins, a hora-pico do mês de Junho de 2009 apresentou 29 operações de aeronaves de vôos regulares. Como foi considerado que na hora-pico não existe vôos de aeronaves das Categorias A/B, será considerado o valor de 29 operações na hora-pico para este aeroporto. Já para Pampulha, a hora-pico de Junho de 2009 apresentou 10 operações de aeronaves de vôos regulares. Conforme exposto acima, será considerado que 40% das movimentações na hora-pico são de aeronaves das Categorias A/B. Desta forma, o aeroporto possui 16,67 operações na hora-pico. Para a análise de pátio, será utilizado o valor de 10 operações de aeronaves na hora-pico conforme exposto acima.

5.1.2. Movimentação Mensal de Junho de 2014

Para estimar o número de passageiros por movimentação em 2014, calculou-se como essa métrica se comportou de 2005 a 2009 para os Aeroportos de Confins e da Pampulha de acordo com a Tabela 24 e Tabela 25 respectivamente. Os valores obtidos para a métrica Pax/Movimento são valores médios para os anos. Como espera-se que este valor seja maior na hora de maior movimentação dos aeroportos, será considerada uma majoração de 10% na Hora-Pico.

Tabela 24 – Passageiros por movimento para o Aeroporto de Confins

Valores	2005	2006	2007	2008	2009
Pax	2.893.299	3.727.501	4.340.129	5.189.528	2.433.577
Movimentos	28.099	32.328	40.874	47.959	26.547
Pax/Movimento Médio	103,0	115,3	106,2	108,2	91,7
Pax/Movimento Hora-Pico	113,3	126,83	116,82	119,02	100,87

Tabela 25 – Passageiros por movimento para o Aeroporto da Pampulha

Valores	2005	2006	2007	2008	2009
Pax	1.281.745	800.940	759.824	561.189	267.314
Movimentos	17.754	11.893	9.968	9.980	5.785
Pax/Movimento Médio	72,2	67,3	76,2	56,2	46,2
Pax/Movimento Hora-Pico	79,42	74,03	83,82	61,82	50,82

Calculou-se a proporção dos passageiros que utilizaram o Aeroporto de Confins em 2009 e o valor obtido foi de 9,9%. Este valor foi utilizado para 2014. Desta forma, foi considerado que não haverá uma nova mudança no perfil dos vôos destes aeroportos. Desta forma, foi obtida a demanda de passageiros para Junho de 2009 para Confins de 675.771 e para Pampulha de 74.229.

A quantidade de passageiros por movimentação para Confins mostrou um padrão sem grande alteração de 2005 a 2008. Em 2009 ocorreu uma diminuição considerável, possivelmente atrelada à Crise Econômica mundial e à Gripe Suína. Serão considerados dois cenários da quantidade de passageiros por movimentação para Confins conforme a Tabela 26. No primeiro cenário considerou-se a quantidade de passageiros por movimentação de 2008. No segundo considerou-se um incremento de 10% neste valor.

Tabela 26 – Passageiros por Movimentação para o Aeroporto de Confins

	Cenário A – Pax/Movimentação 2009	Cenário B – Pax/Movimentação Majorado
Pax/Movimentação Hora-Pico	119,02	130,9

A quantidade de passageiros por movimentação para Pampulha mostrou um padrão de redução 2005 a 2009. Serão considerados dois cenários da quantidade de passageiros por movimentação para Confins conforme a Tabela 27. No primeiro cenário considerou-se a quantidade de passageiros por movimentação de 2008. No segundo considerou-se um incremento de 10% neste valor.

Tabela 27 – Passageiros por Movimentação para o Aeroporto da Pampulha

	Cenário A – Pax/Movimentação 2009	Cenário B – Pax/Movimentação Majorado
Pax/Movimentação Hora-Pico	61,82	68,09

Através destes cenários e das quantidades de passageiros estimada para cada Aeroporto, calculou-se a Movimentação de aeronaves estimada para Junho de 2014 para os Aeroportos de Confins e Pampulha conforme a Tabela 28 e Tabela 29 respectivamente.

Tabela 28 – Movimentação de aeronaves estimada para Julho de 2014 em Confins

	Cenário A – Pax/Movimentação 2009	Cenário B - Pax/Movimentação Majorado
Movimentos	6.613	6.012
Crescimento (2014/2009)	65%	50%

Tabela 29 – Movimentação de aeronaves estimada para Julho de 2014 na Pampulha

	Cenário A – Pax/Movimentação 2009	Cenário B - Pax/Movimentação Majorado
Movimentos	1.398	1.271
Crescimento (2014/2009)	60%	46%

5.1.3. Hora-Pico de Movimentação em Junho de 2014

Para o cálculo da Hora-Pico de Movimentação em Junho de 2014, será utilizada a Hora-Pico de 2009 e acrescida do aumento da movimentação mensal estimada de Junho de 2009 a Junho de 2014.

Tabela 30 – Hora-Pico de Movimentação para o Aeroporto de Confins em Junho de 2014

	Cenário A – Pax/Movimentação 2009	Cenário B - Pax/Movimentação Majorado
Hora-Pico	47,94	43,58

Tabela 31 – Hora-Pico de Movimentação para o Aeroporto da Pampulha em Junho de 2014

	Cenário A – Pax/Movimentação 2009	Cenário B - Pax/Movimentação Majorado
Hora-Pico	26,73	24,30

Tabela 32 – Hora-Pico de Movimentação de Aeronaves Comerciais para o Aeroporto da Pampulha em Junho de 2014

	Cenário A – Pax/Movimentação 2009	Cenário B - Pax/Movimentação Majorado
Hora-Pico	16,04	14,58

5.2. Demanda versus Capacidade

Serão comparadas as Capacidades de Pista e Pátio com a demanda estimada para a hora-pico.

5.2.1. Pista

No Capítulo 4 foram obtidas as capacidades de pista por três cenários diferentes variando-se o índice-mix.

Estas capacidades estão apresentadas na

Tabela 33 e Tabela 34 para os Aeroportos de Confins e da Pampulha respectivamente.

Tabela 33 – Capacidade de Pista para o Aeroporto de Confins

Aeroporto	Cenário 1 – Pampulha Restrito	Cenário 2 – Pampulha Parcialmente Liberado	Cenário 3 – Pampulha Liberado
Confins	48,82	50,09	51,94

Tabela 34 – Capacidade de Pista para o Aeroporto da Pampulha

Aeroporto	Cenário 1 – Pampulha Restrito	Cenário 2 – Pampulha Parcialmente Liberado	Cenário 3 – Pampulha Liberado
Pampulha	54,30	42,79	36,29

Comparando as capacidades de pista e os valores de demanda estimada, percebe-se que a capacidade das pistas é suficiente para suprir a demanda de movimentação para Junho de 2014 em ambos os aeroportos conforme mostram a Tabela 35 e a Tabela 36.

Tabela 35 – Demanda estimada versus Capacidade de Pista para o Aeroporto de Confins

Cenários	Cenário 1 – Pampulha Restrito	Cenário 2 – Pampulha Parcialmente Liberado	Cenário 3 – Pampulha Liberado
Cenário A – Pax/Movimentação 2009	ok	ok	ok
Cenário B – Pax/Movimentação Majorado	ok	ok	ok

Tabela 36 – Demanda estimada versus Capacidade de Pista para o Aeroporto da Pampulha

Cenários	Cenário 1 – Pampulha Restrito	Cenário 2 – Pampulha Parcialmente Liberado	Cenário 3 – Pampulha Liberado
Cenário A – Pax/Movimentação 2009	ok	ok	ok
Cenário B - Pax/Movimentação Majorado	ok	ok	ok

5.2.2. Pátio

No capítulo 4 foram obtidas as seguintes capacidades de pátios:

- 27 movimentos para o Aeroporto de Confins;
- 16 movimentos de aeronaves comerciais para o Aeroporto da Pampulha.

Para o Aeroporto de Confins, foi comparada a capacidade do pátio com as demandas estimadas para a hora-pico apresentada na Tabela 30. Desta forma, conclui-se que a capacidade do pátio é insuficiente para atender a demanda estimada para Junho de 2014 conforme apresentado na Tabela 37. Na verdade, esta capacidade é insuficiente até mesmo para atender a demanda atual que já apresenta um valor de 29 movimentações na hora-pico conforme os gráficos do Apêndice I.

Tabela 37 – Demanda estimada versus Capacidade de Pátio para o Aeroporto de Confins

	Cenário A – Pax/Movimentação 2009	Cenário B – Pax/Movimentação Majorado
Cenários		
Confins	não ok	não ok

Para o Aeroporto da Pampulha, foi comparada a capacidade do pátio com as demandas estimadas para a hora-pico apresentadas na Tabela 31. Desta forma, percebe-se que a capacidade do pátio foi insuficiente no Cenário A, porém suficiente no Cenário B conforme apresentado na Tabela 38.

Tabela 38 - Demanda estimada versus Capacidade de Pátio para o Aeroporto de Pampulha

	Cenário A – Pax/Movimentação 2009	Cenário B – Pax/Movimentação Majorado
Cenários		
Confins	não ok	ok

5.3. Conclusões

Foi percebido que a capacidade do pátio é o gargalo da operação do lado aéreo para os Aeroportos de Confins e Pampulha conforme visto no Capítulo 4.

Através da comparação entre a capacidade de pista de ambos os aeroportos e a demanda estimada para o período, percebe-se que a capacidade instalada é suficiente para atender a demanda prevista para o Período da Copa.

Para o pátio de Confins, a capacidade instalada foi inferior à demanda estimada em todos os cenários desenvolvidos. Conforme exposto anteriormente, esta capacidade está até mesmo inferior à necessária para a demanda atual, já ocasionando um baixo nível de serviço na hora-pico. Desta forma, recomenda-se a priorização dos investimentos visando à expansão da capacidade instalada do pátio de Confins.

O pátio do Aeroporto da Pampulha apresentou uma capacidade inferior à demanda prevista no Cenário A (passageiros por movimentação de 2008). Já o Cenário B (Pax/movimento majorado), a capacidade instalada foi suficiente para atender a demanda prevista pra o período da Copa.

6. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo a avaliação da Capacidade Instalada do Lado Aéreo para o Aeroporto Internacional Tancredo Neves (Confins) e para o Aeroporto Carlos Drummond de Andrade (Pampulha) no contexto da Copa do Mundo da FIFA em 2014.

Para isso, inicialmente estudou-se as Metodologias existentes para o cálculo de Capacidade dos subsistemas componentes do Lado Aéreo – Pista e Pátio. Escolheu-se a utilização das Metodologias da FAA por sua confiabilidade e adequabilidade a um trabalho acadêmico.

Tais metodologias foram aplicadas para ambos os aeroportos através da consideração de alguns cenários expressos pela métrica Índice Mix. Para se entender melhor o comportamento da Capacidade Instalada nos diferentes cenários, foi efetuada uma Análise de Sensibilidade.

Através da utilização da demanda de passageiros para o mês de Junho de 2014 estimada por Rogério Filho, foram efetuadas análises complementares para a determinação da Demanda expressa em Movimentações na Hora-Pico, métrica utilizada para comparação com a Capacidade Horária Instalada pelos subsistemas do Lado Aéreo.

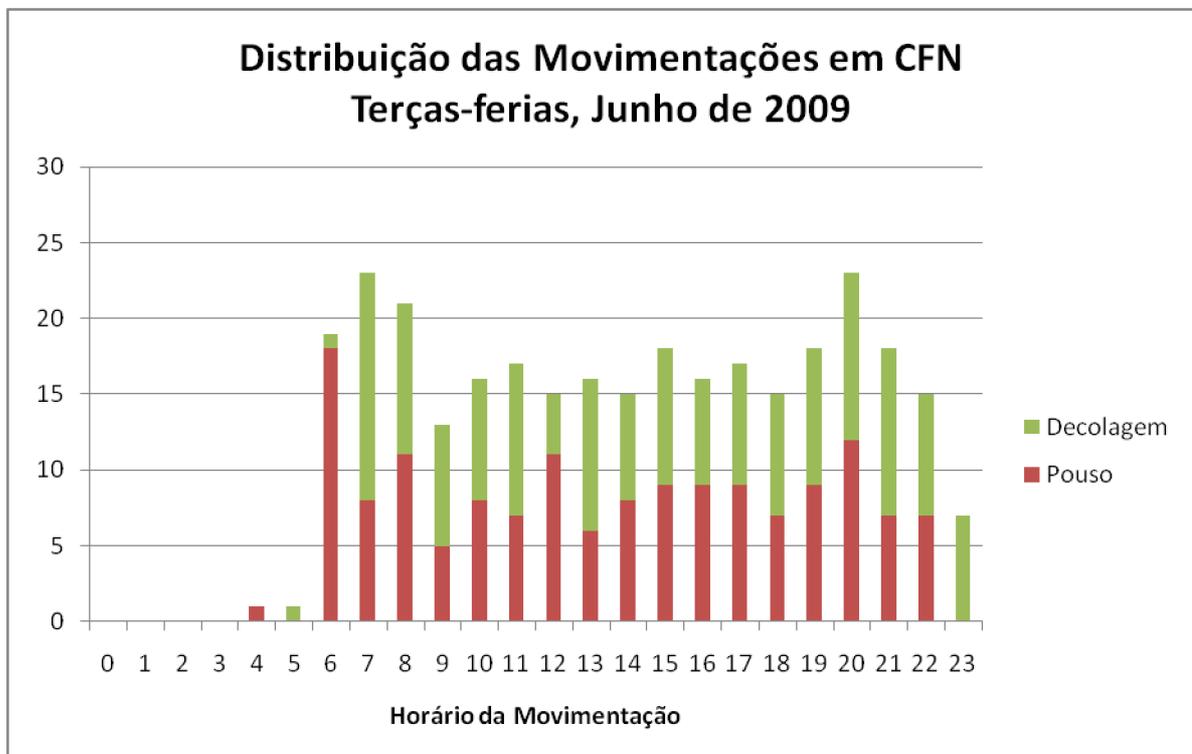
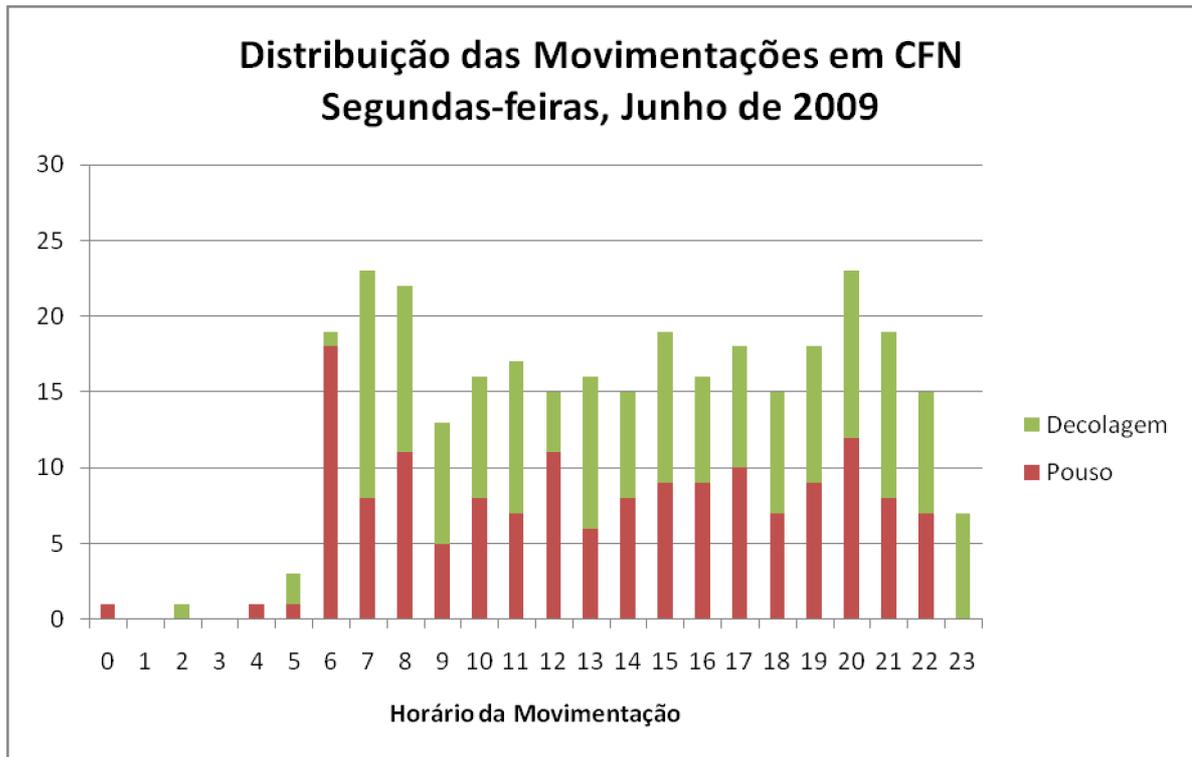
Desta forma, foi possível avaliar a Capacidade Instalada frente à Demanda Prevista para o período em análise. O resultado obtido foi que tal capacidade do subsistema Pista é suficiente para os Aeroportos de Confins e da Pampulha. Para o subsistema Pátio, a Capacidade Instalada se mostrou insuficiente para o Aeroporto de Confins para o período da Copa, e até mesmo para o período atual, o que mostra que investimentos são necessários para sua ampliação. Para o Aeroporto da Pampulha a capacidade do subsistema Pátio se mostrou suficiente apenas para um dos cenários de demanda analisados.

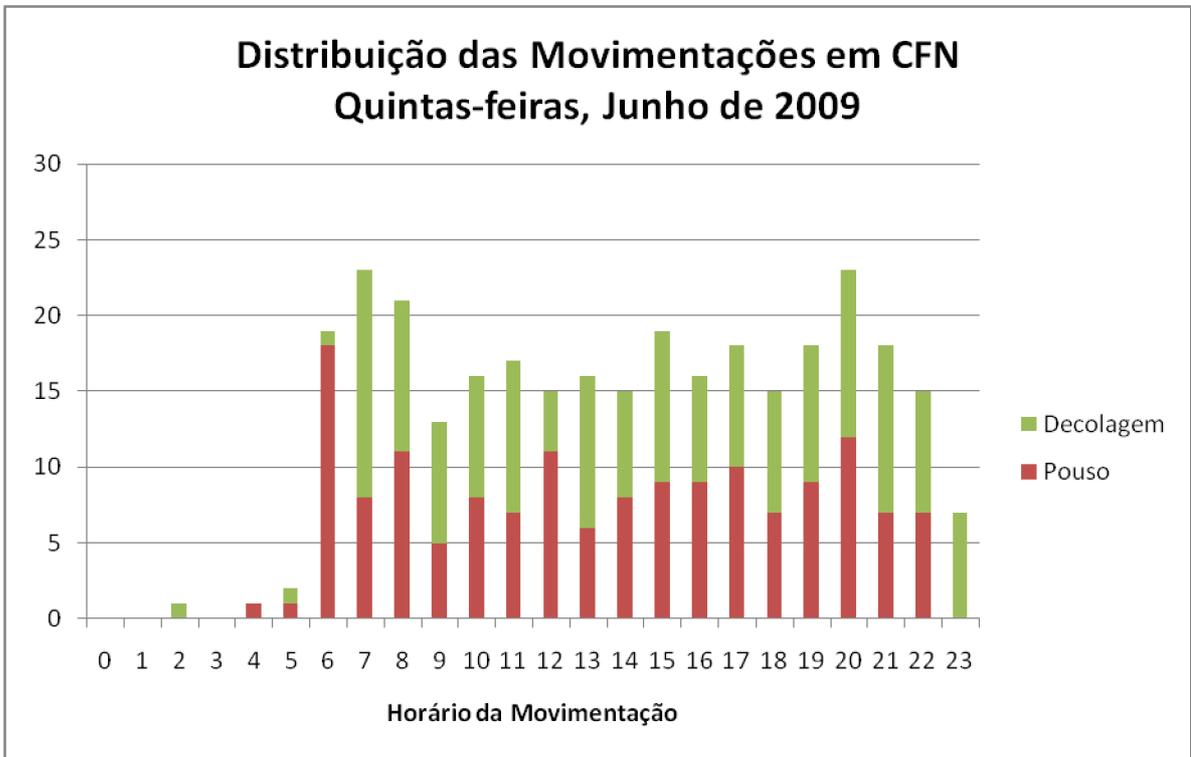
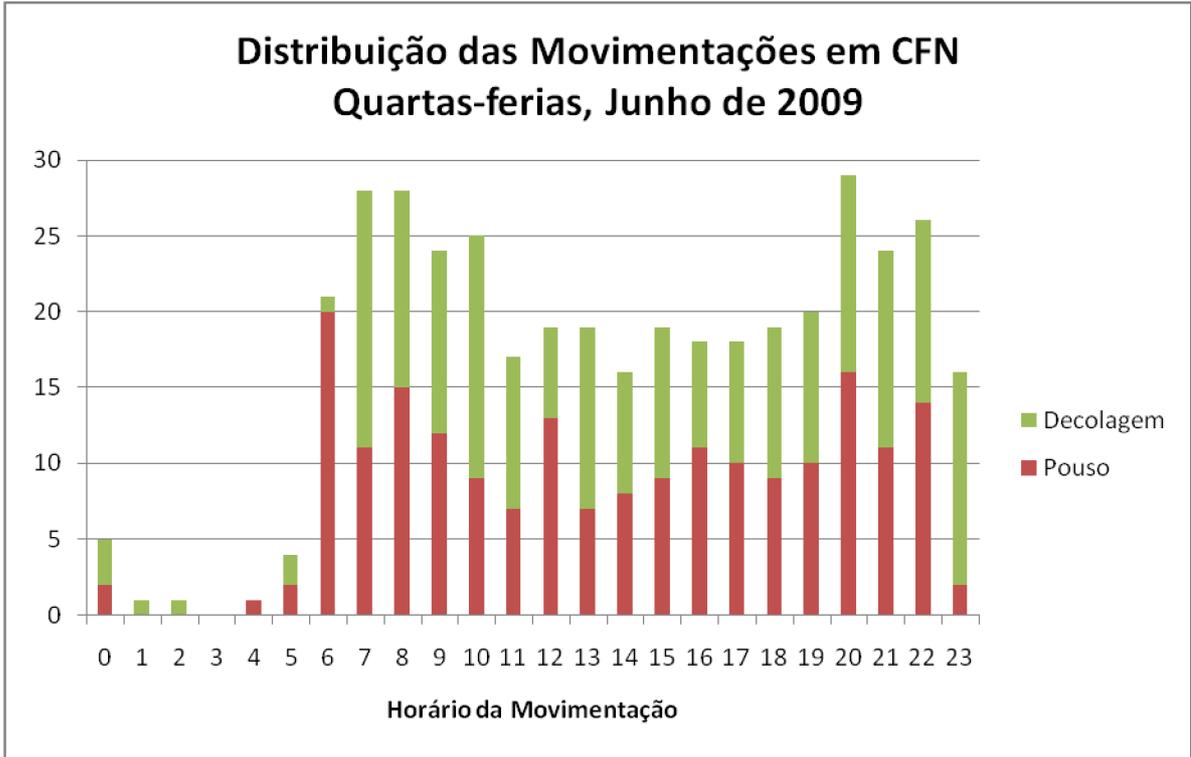
Trabalhos complementares são requeridos para uma análise mais profunda dos cenários analisados e uma determinação mais exata da demanda expressa pela Hora-Pico de Movimentação de Aeronaves para o período da Copa do Mundo da FIFA de 2014.

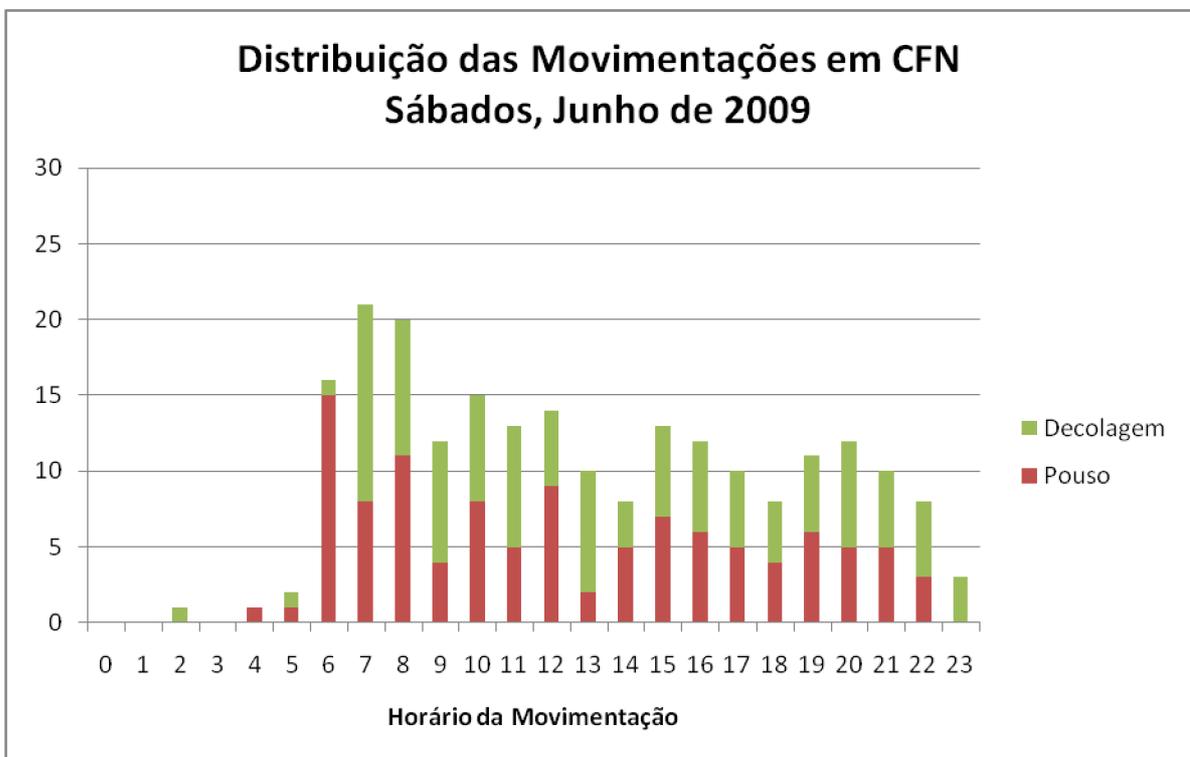
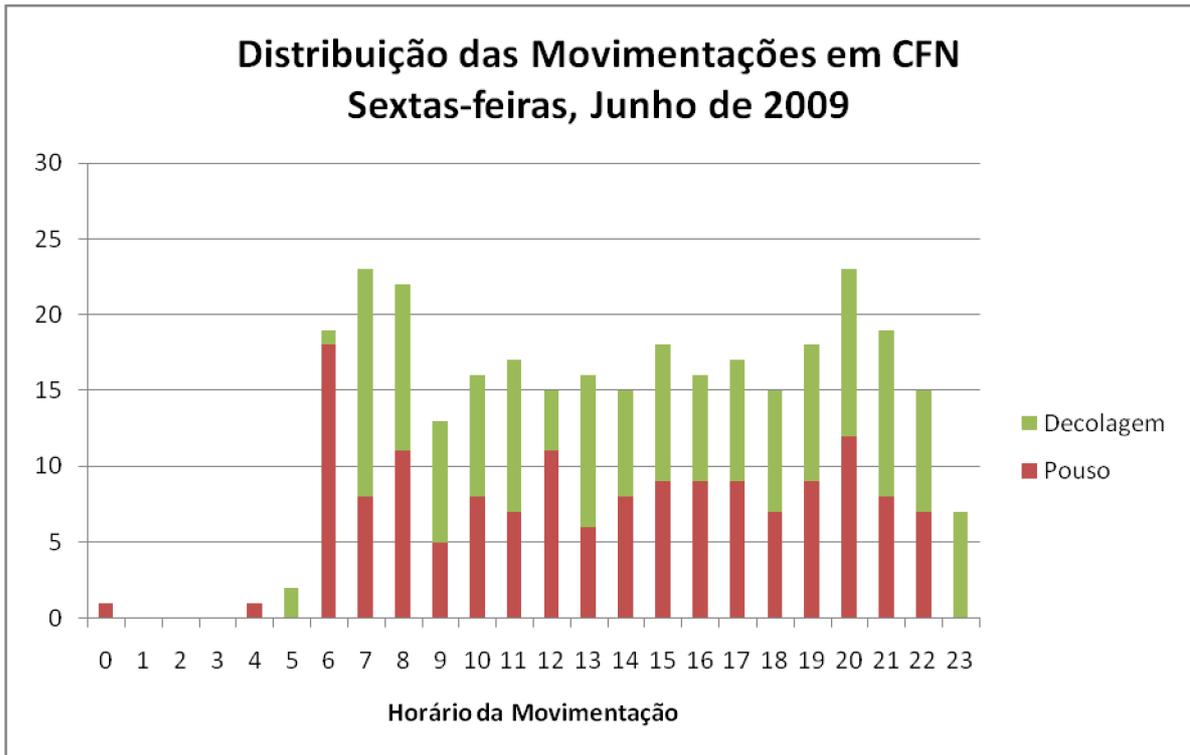
REFERÊNCIAS

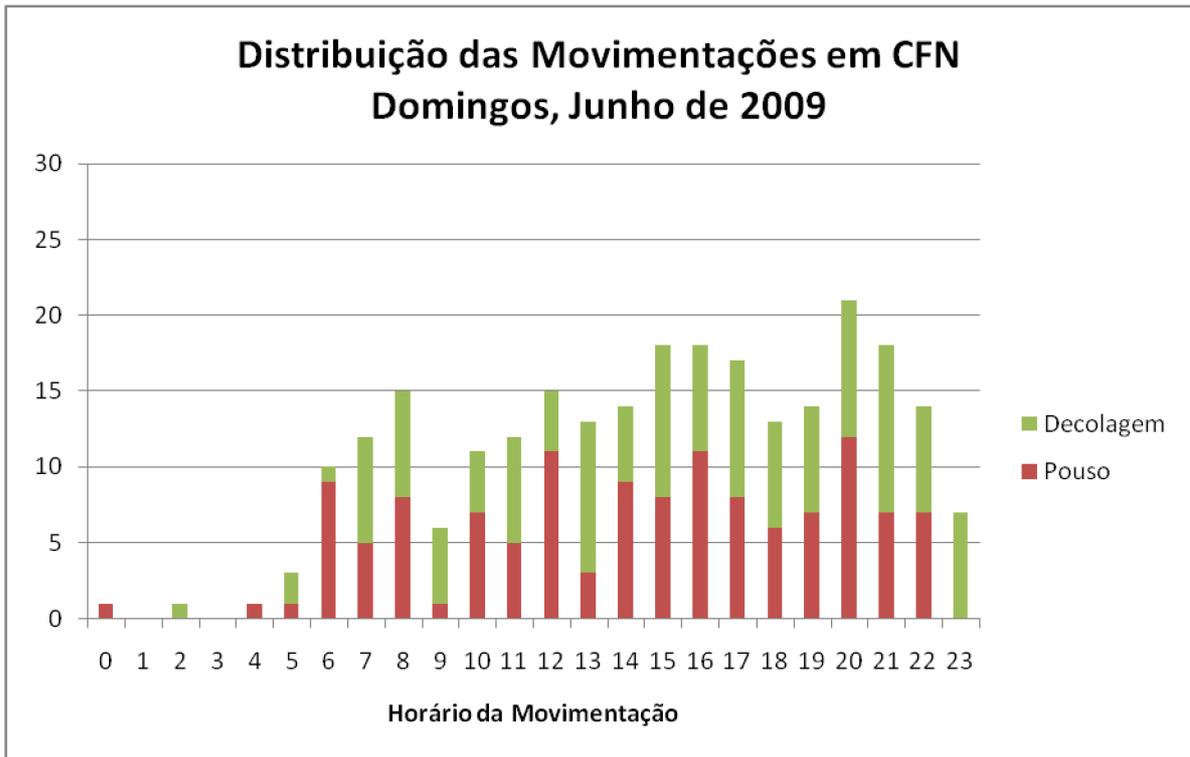
- [1] BRASIL. **Código Brasileiro de Aeronáutica**, Decreto N° 7.565, Poder Executivo, Brasília, 19 dez.1986.
- [2] AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Aeródromos**. Brasília, 2009. Disponível em <<http://www.anac.gov.br/infraestrutura/infraestrutural.asp>>. Acesso em: 30 jun. 2009.
- [3] BRASIL. Ministério da Defesa Departamento De Controle Do Espaço Aéreo. **AIP:** publicação de informação aeronáutica. Parte 3, Aeródromos (AD2). Brasília, DF, [200?].
- [4] BRASIL. Ministério da Defesa Departamento De Controle Do Espaço Aéreo. Centro De Gestão De Navegação Aérea. **Conceitos**. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <<http://www.cgna.gov.br/aeroportos/conceitos.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2009.
- [5] BRASIL. Ministério da Defesa Departamento De Controle Do Espaço Aéreo. Centro De Gestão De Navegação Aérea **Cálculo de capacidade de pista**. 25 f. São José dos Campos, SP; DECEA, 2009.
- [6] FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Airport capacity and delay**. Washington, DC, Sep., 1983. (Advisory Circular N° 150/5060-5).
- [7] BARRAGAN. G. A. **Uma análise da capacidade das pistas dos aeroportos da CTR São Paulo através de simulação**. 2009. Tese (Mestrado em Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São Jose dos Campos.
- [8] NÚCLEO DE ECONOMIA DOS TRANSPORTE, ANTITRUSTE E REGULAÇÃO. **Base HOTRAN+**. São José dos Campos, 2009.

Apêndice I: Distribuição das Movimentações em Junho - CFN

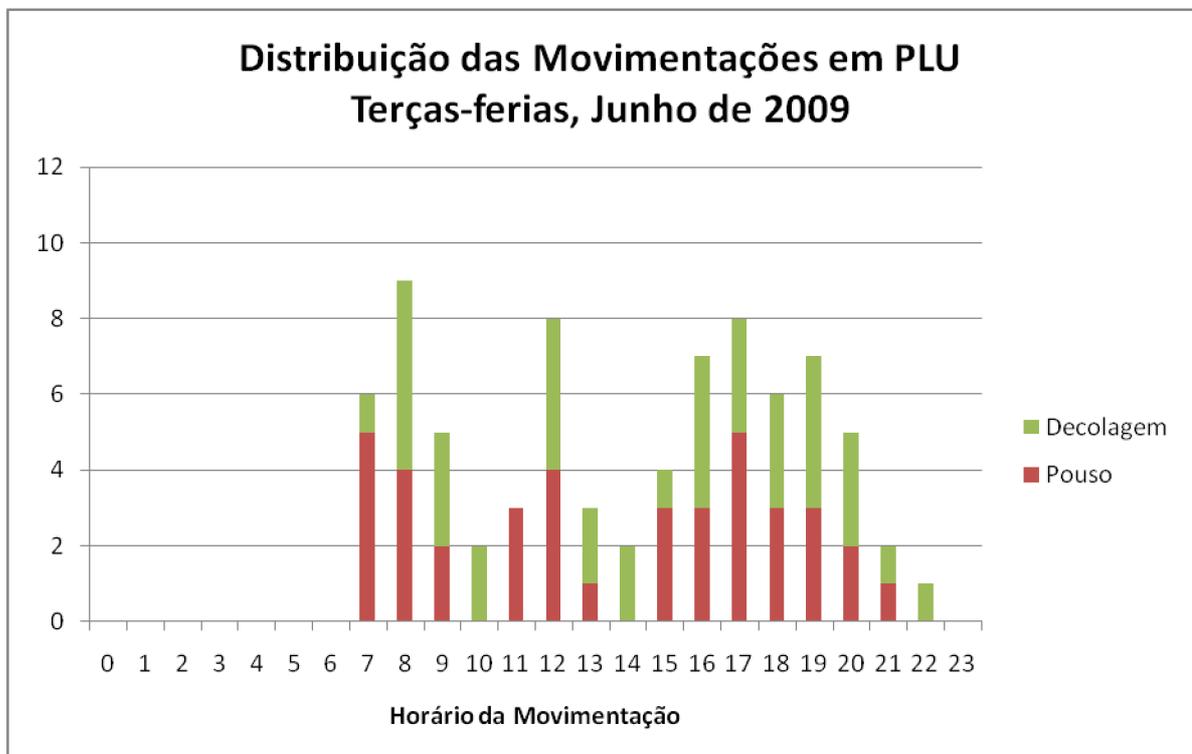
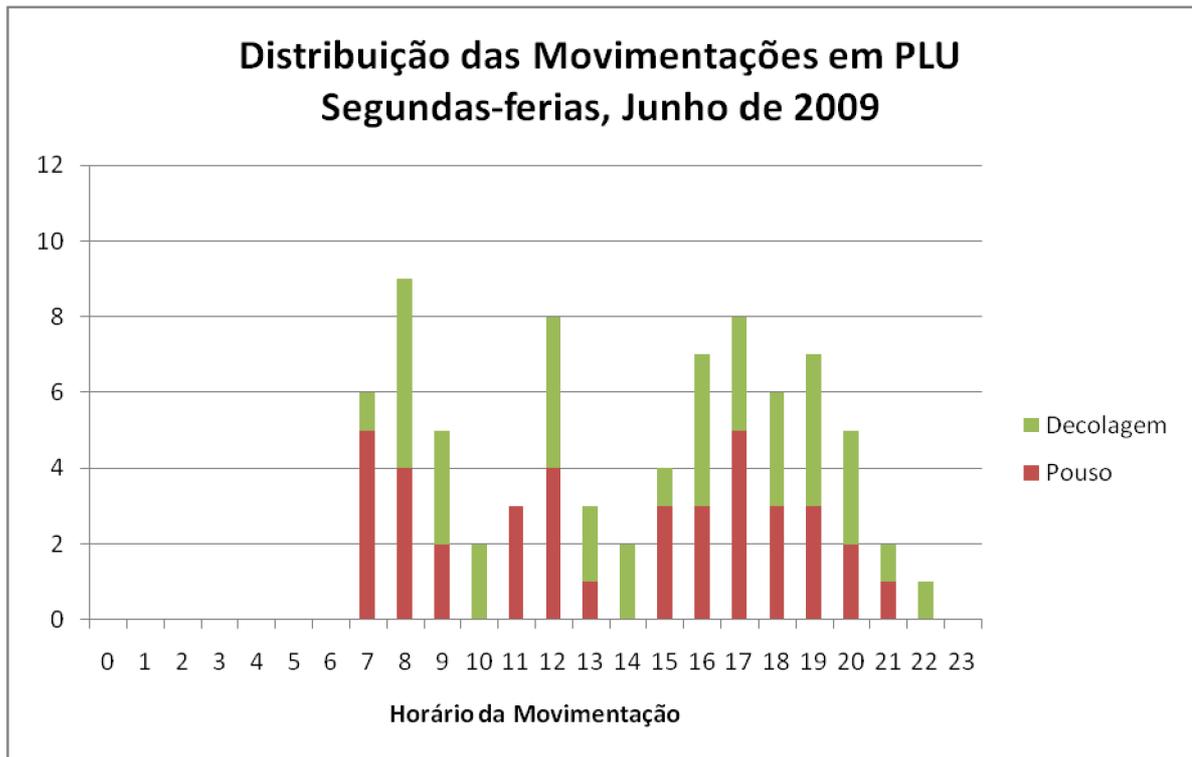


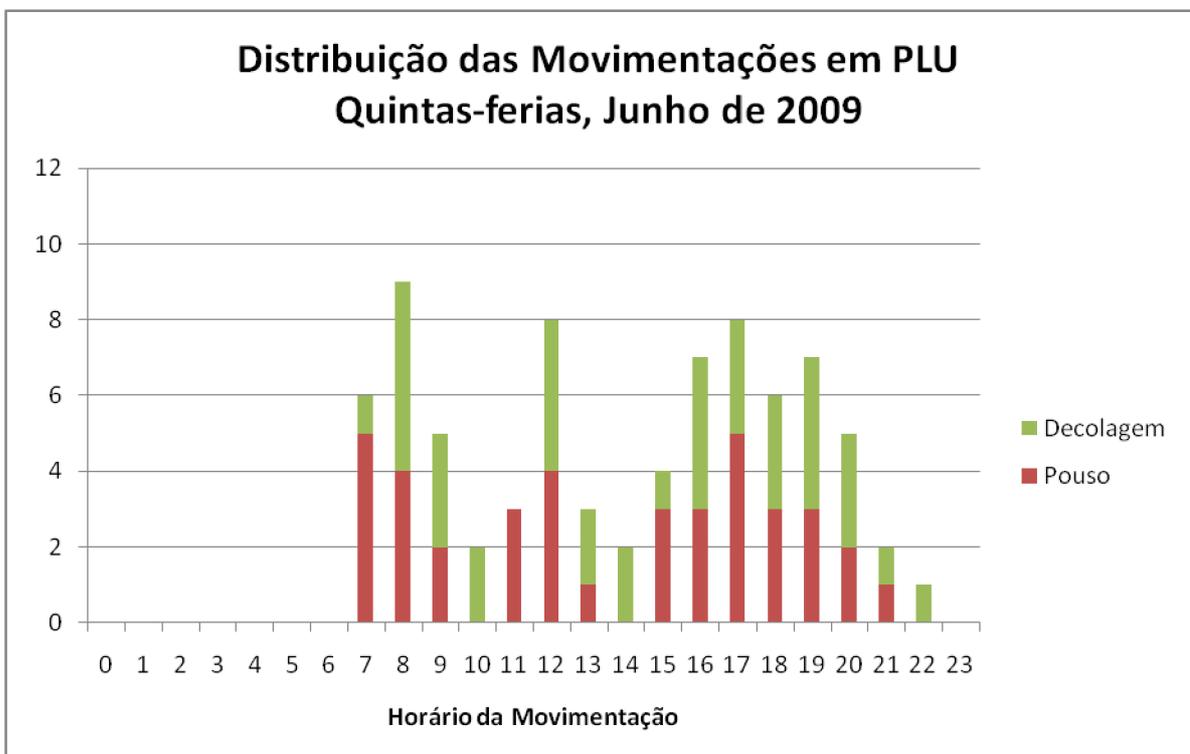
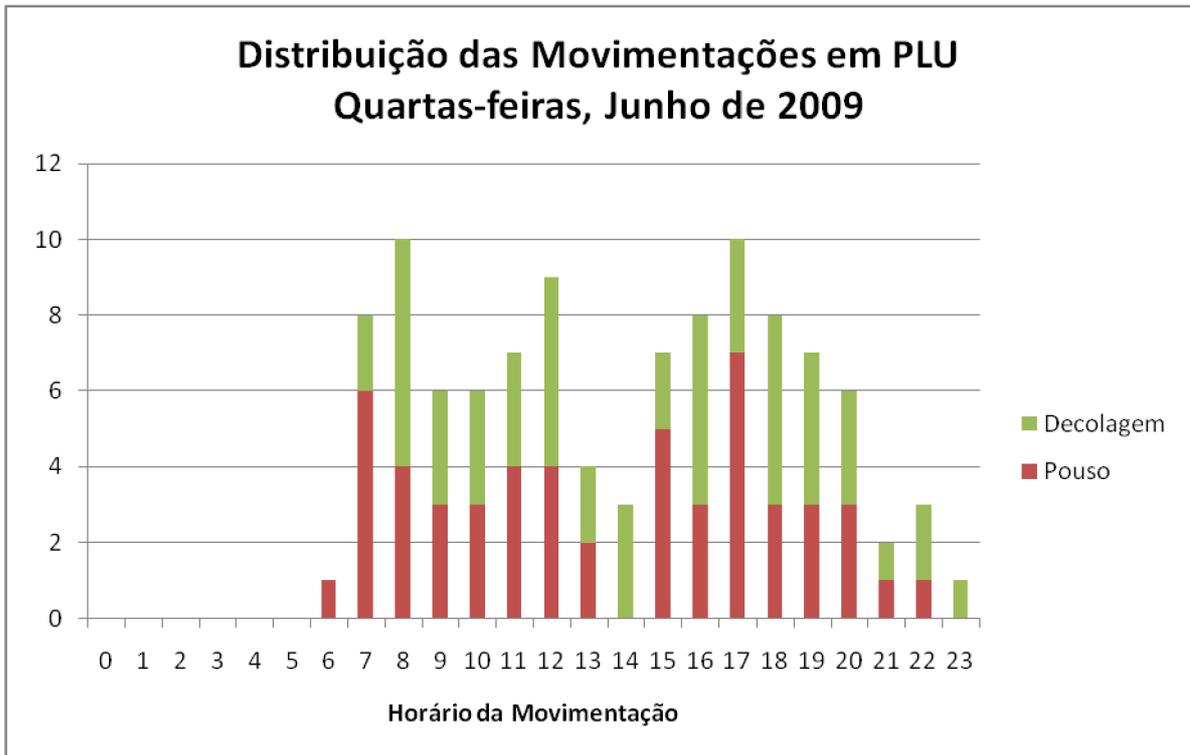


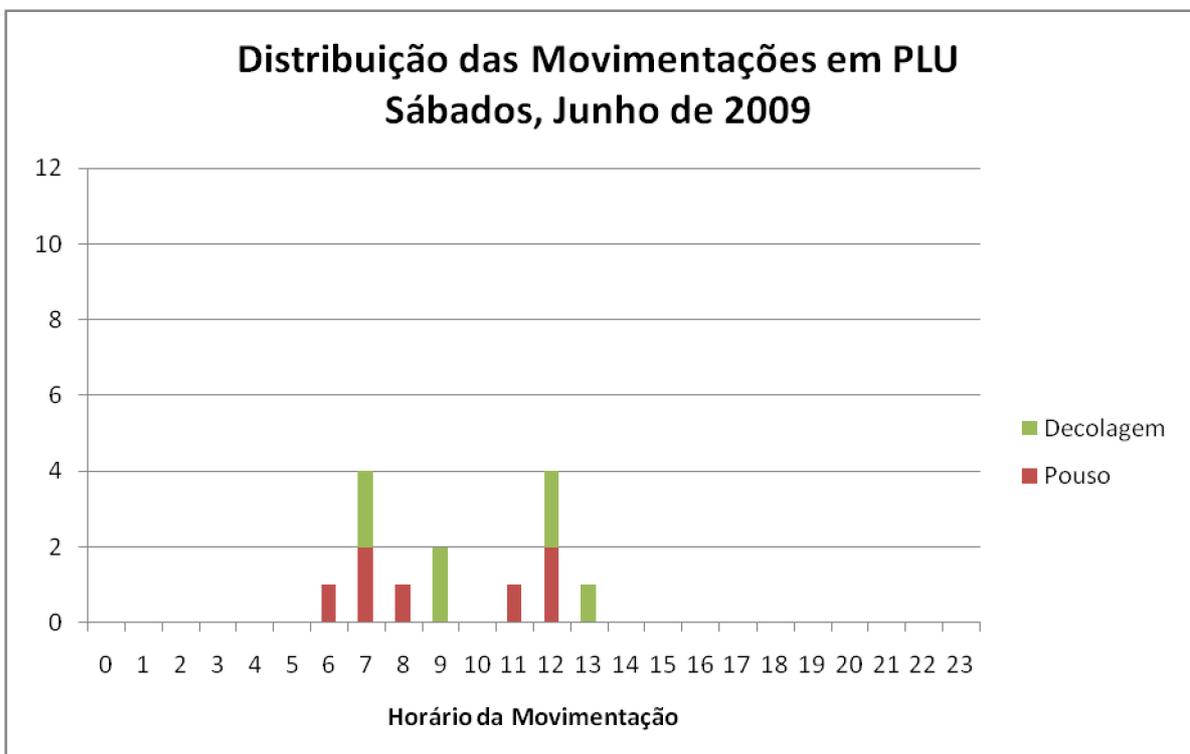
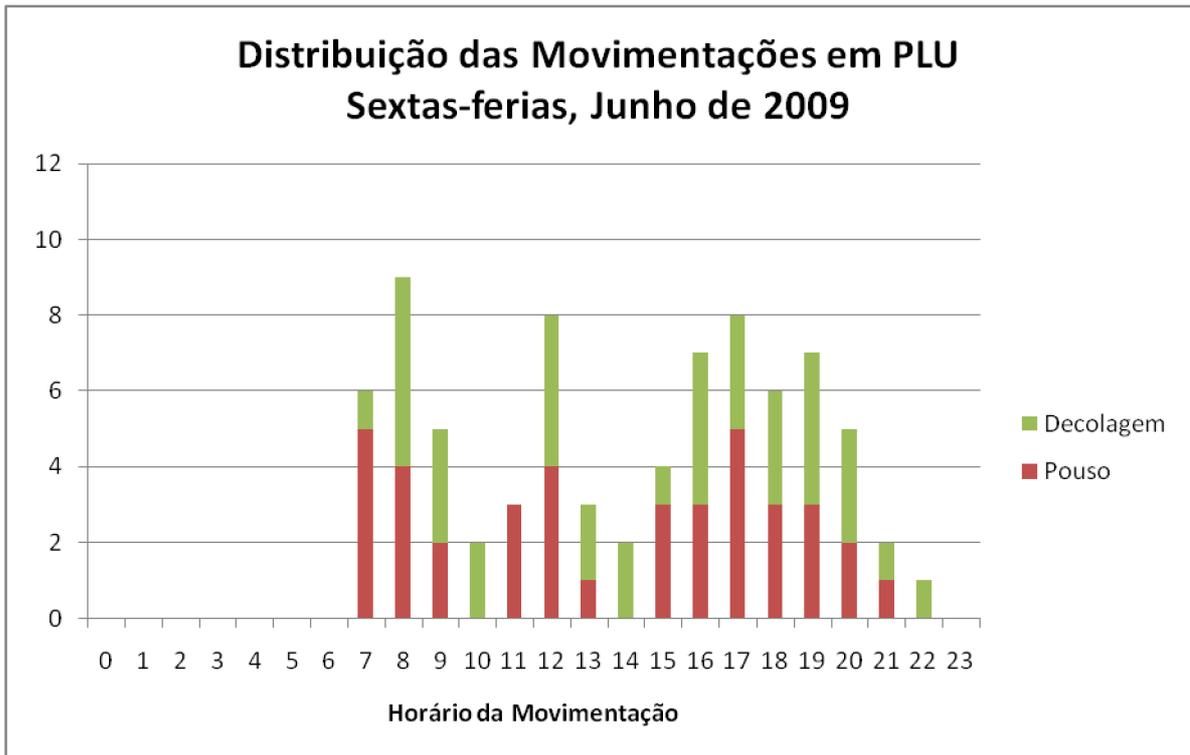


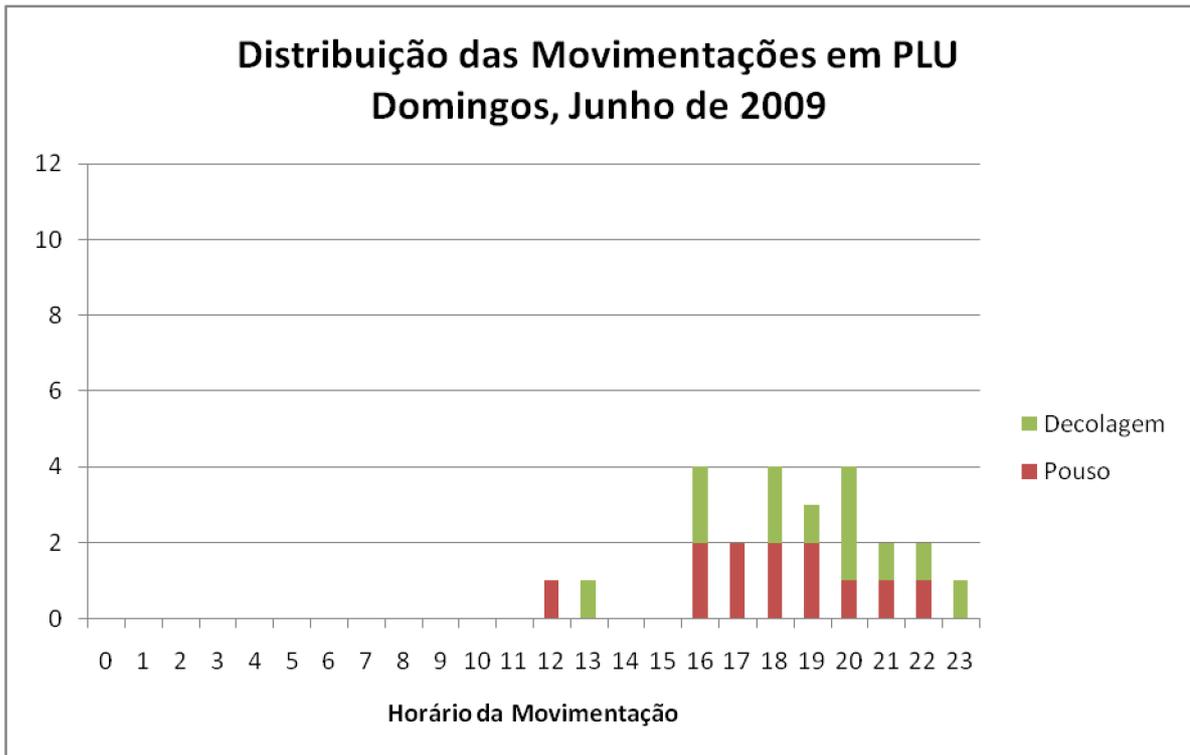


Apêndice II: Distribuição das Movimentações em PLU - PLU









Anexo: Figuras utilizadas para o Cálculo de Capacidade

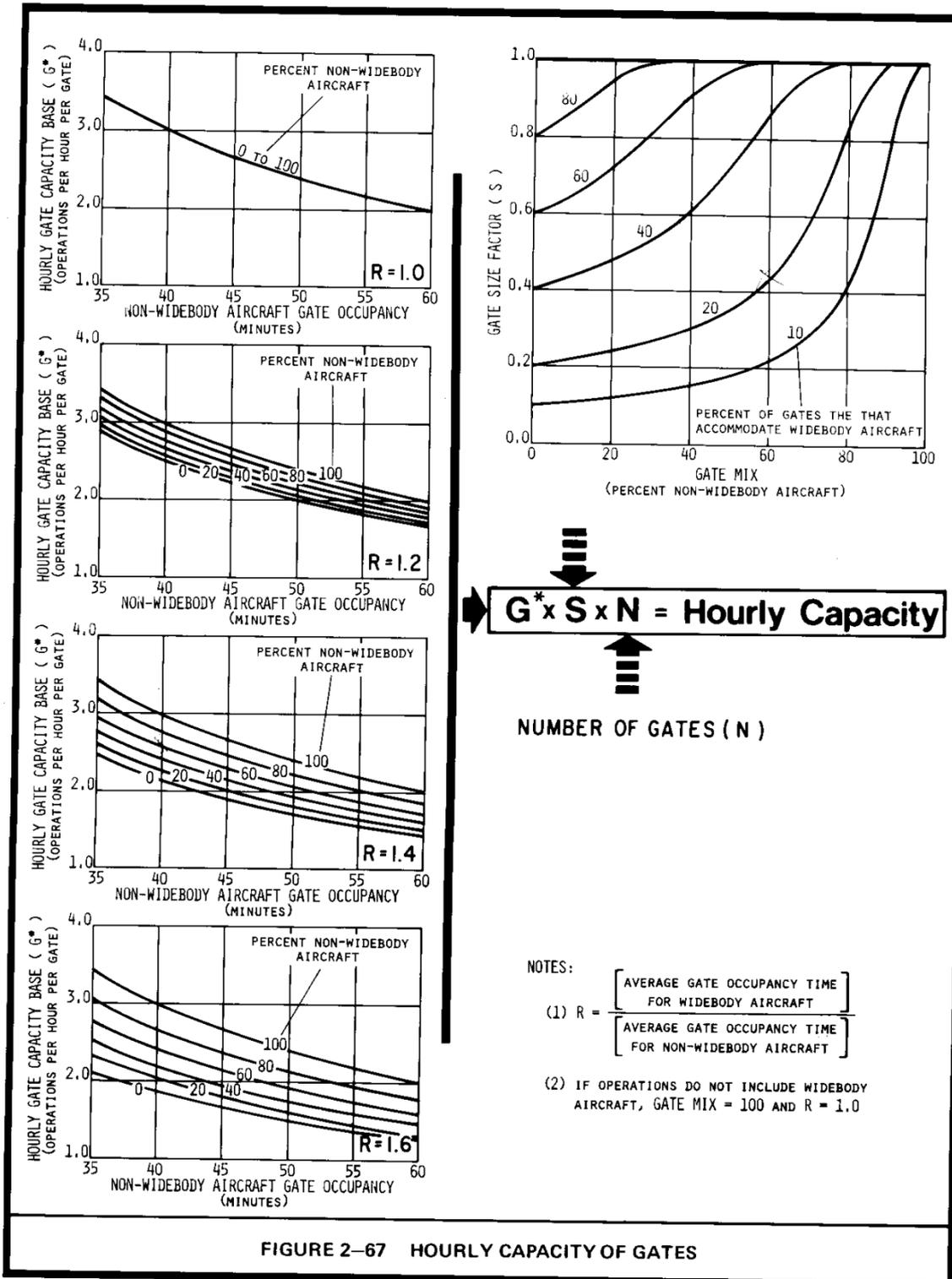
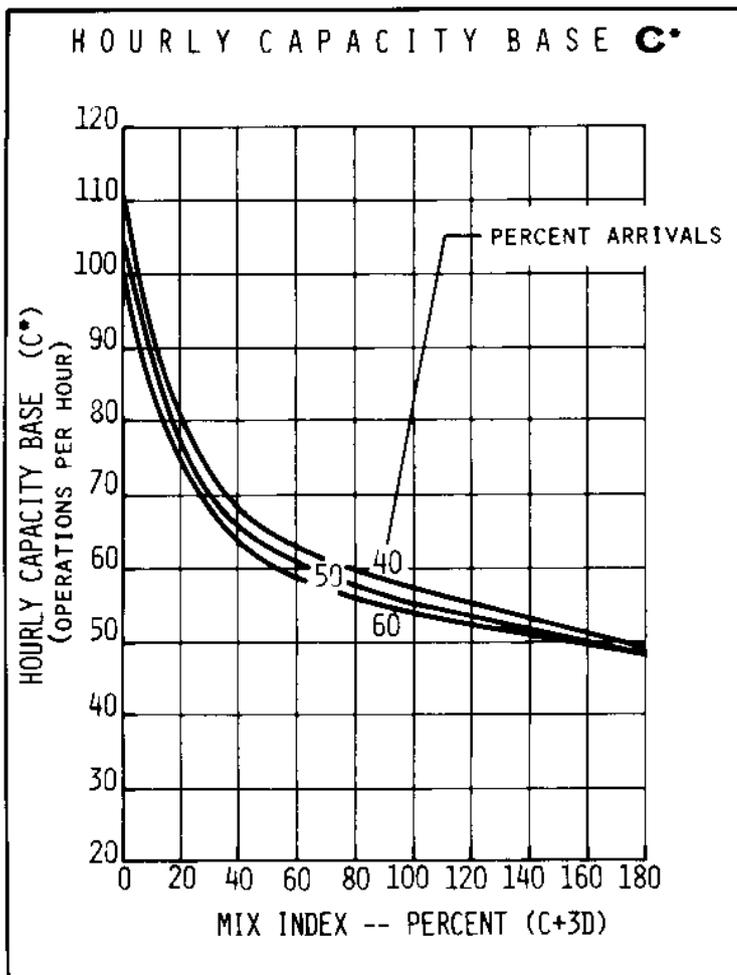


FIGURE 2-67 HOURLY CAPACITY OF GATES



TOUCH & GO

Percent Touch & Go	Mix Index-- Percent (C+3D)	T O U C H
0	0 to 180	
1 to 10	0 to 70	
11 to 20	0 to 70	
21 to 30	0 to 40	
31 to 40	0 to 10	
41 to 50	0 to 10	

$$C^* \times T \times E = H$$

EXIT FACTOR

To determine Exit Factor E:

1. Determine exit range for appropriate arrival runway.
2. For arrival runways, determine the exit range: (a) within appropriate exit range, at least 750 feet.
3. If N is 4 or more, Exit Factor = 1.
4. If N is less than 4, determine Exit Factor based on appropriate mix index and percent.

Mix Index-- Percent (C+3D)	Exit Range (Feet from threshold)	40% Arriv	
		N=0	N=1
0 to 20	2000 to 4000	0.72	0.87
21 to 50	3000 to 5500	0.79	0.96
51 to 80	3500 to 6500	0.79	0.86
81 to 120	5000 to 7000	0.62	0.89
121 to 180	5500 to 7500	0.66	0.94

FIGURE 2-3

HOURLY CAPACITY OF RUNWAY USE DIAGRAM FOR VFR CONDITIONS

FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO

1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO TC	2. DATA 28 de outubro de 2009	3. REGISTRO N° CTA/ITA/TC-077/2009	4. N° DE PÁGINAS 66
5. TÍTULO E SUBTÍTULO: Infraestrutura aeroportuária para a Copa do Mundo da FIFA em 2014: Estudo para Belo Horizonte			
6. AUTOR(ES): Virgílio de Matos Santos Castelo Branco			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: Infraestrutura, Aeroportos, Capacidade, Pista, Pátio			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: Aeroportos; Infraestrutura (transporte); Pistas (de pouso e decolagem); Terminais de passageiros; Capacidade do sistema de guiamento; Administração de transportes			
10. APRESENTAÇÃO: X Nacional Internacional ITA, São José dos Campos. Curso de Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica. Orientador: Cláudio Jorge Pinto Alves. Publicado em 2009.			
11. RESUMO: Este trabalho teve como objetivo a avaliação da Capacidade Instalada do Lado Aéreo para o Aeroporto Internacional Tancredo Neves (Confins) e para o Aeroporto Carlos Drummond de Andrade (Pampulha) no contexto da Copa do Mundo da FIFA em 2014. Para isso, foi calculada a Capacidade Instalada dos subsistemas Pista e Pátio para ambos os aeroportos. Em seguida, estimou-se o movimento na Hora-Pico partindo da demanda de passageiros estimada por Rogério Filho em seu Trabalho de Graduação intitulado “Previsão da demanda aeroportuária dos lados terrestre e aéreo nos aeroportos da região metropolitana de Belo Horizonte durante a Copa do Mundo de 2014”. Desta forma, este trabalho mostrou que o subsistema Pista dos Aeroportos de Confins e da Pampulha é suficiente para suprir a demanda prevista para Junho de 2014. O subsistema Pátio do Aeroporto de Confins se mostrou insuficiente para suprir tal demanda, e até mesmo a atual, o que mostra a necessidade de investimentos para mitigar esta carência. Para o Aeroporto da Pampulha, o subsistema Pátio se mostrou suficiente em apenas um dos cenários de demanda analisados para a Copa do Mundo de 2014.			
12. GRAU DE SIGILO: (X) OSTENSIVO () RESERVADO () CONFIDENCIAL () SECRETO			