

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



Íris Firmino Cardoso

**Avaliação Preliminar dos Movimentos Aéreos no
Aeroporto Internacional Antônio Carlos Jobim –
Galeão**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de mestre pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Orientadora: Profa. Fernanda Maria Pereira Raupp

Rio de Janeiro

Novembro de 2010



Íris Firmino Cardoso

**Avaliação Preliminar dos Movimentos Aéreos no Aeroporto
Internacional Antônio Carlos Jobim – Galeão**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de mestre pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Profa. Fernanda Maria Pereira Raupp

Orientadora

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Profa. Flavia Cesar Teixeira Mendes

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. Nelio Domingues Pizzolato

Diretor do Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 18 de novembro de 2010

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Íris Firmino Cardoso

Bacharel em Ciências Estatísticas na Escola Nacional de Ciências Estatísticas (ENCE).

Ficha Catalográfica

Cardoso, Íris Firmino

Avaliação preliminar dos movimentos aéreos no Aeroporto Internacional Antônio Carlos Jobim - Galeão / Íris Firmino Cardoso ; orientador: Fernanda Maria Pereira Raupp. – 2010.
94 f. : il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2010.
Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Aeroporto. 3. Simulação. 4. Movimento aéreo. 5. ProModel. I. Raupp, Fernanda Maria Pereira. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

À minha mãe e ao futuro que me aguarda.

Agradecimentos

À minha mãe, pelo constante apoio e incentivo.

Aos amigos, por compreenderem e aceitarem meus momentos de ausência.

Aos colegas de curso, pela ajuda nas horas de estudo e pelas gargalhadas sempre que se faziam necessárias.

Aos professores e funcionários do departamento, por tornarem possível a conclusão dessa etapa da minha vida.

Ao programa de bolsas de estudo da CAPES.

À todos, que de forma direta ou indireta, contribuíram para mais essa conquista.

Resumo

Cardoso, Íris Firmino; Raupp, Fernanda Maria Pereira. **Avaliação Preliminar dos Movimentos Aéreos no Aeroporto Internacional Antônio Carlos Jobim – Galeão**. Rio de Janeiro, 2010. 94p. Dissertação de Mestrado — Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A técnica de simulação tem sido largamente utilizada como uma ferramenta no processo de tomada de decisão. O presente trabalho propõe o uso dessa ferramenta para avaliar o desempenho atual do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro Antônio Carlos Jobim (Galeão) no que se refere à movimentação de chegadas e de saídas de aeronaves, estimando, entre outras medidas, o ponto de saturação do Aeroporto, e conseqüentemente avaliar o nível de serviço prestado atualmente, visando, caso necessário, propor alterações em sua infraestrutura. O *software* utilizado na simulação é apresentado e explicado detalhadamente a fim de descrever a seqüência de procedimentos adotados para a obtenção dos resultados desse estudo. Para estimação dos parâmetros necessários na simulação, serão utilizados dados atuais, em forma de séries de tempo, referentes aos processos de movimentação de aeronaves no Aeroporto do Galeão, bem como dados sobre infraestrutura disponível no local.

Palavras-chave

Aeroporto; Simulação; Movimento Aéreo; ProModel

Abstract

Cardoso, Íris Firmino; Raupp, Fernanda Maria Pereira (Advisor). **Preliminary Evaluation of Air Movements at the International Airport Antonio Carlos Jobim – Galeão**. Rio de Janeiro, 2010. 94p. MSc Dissertation — Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The simulation technique has been widely used as a tool in the decision making process. The present work proposes the use of this tool to evaluate the current performance of the International Airport of Rio de Janeiro Antonio Carlos Jobim (Galeão) concerning the aircraft movements of arrivals and departures, estimating, among other measures, the saturation point of the airport, and consequently evaluating the current level of service provided, aiming, if necessary, to propose modifications in its infrastructure. The software used in the simulation is presented and explained in details in order to describe the sequence of procedures adopted to obtain the results of this study. For the estimation of the necessary parameters in the simulation, recent data, in the form of time series, of the aircraft movement procedures in the Galeão Airport, will be used as well as local infrastructure data locally available.

Keywords

Airport; Simulation; Air Movement; ProModel

Sumário

1	Introdução	13
2	Sistema Aeroportuário Brasileiro	15
2.1	A INFRAERO	16
2.2	Aeroporto Internacional Antônio Carlos Jobim (Galeão)	18
2.2.1	Terminal de passageiros	20
2.2.2	Terminal de carga	22
3	Revisão Bibliográfica	24
4	Metodologia de Pesquisa	26
4.1	Teoria das Filas	27
4.2	Simulação	28
4.2.1	Tipos de Simulação	30
4.2.2	Linguagens de Simulação	30
4.3	Análise Estatística em Simulação	40
5	O Desempenho Atual	42
5.1	Análise Exploratória dos Dados	42
5.2	Avaliação do Nível de Serviço Prestado no Período	46
5.3	Validação da Simulação	54
6	Aplicação do modelo: Galeão	58
6.1	Modelagem do Sistema	58
6.2	Resultados	68
7	Conclusões	76
8	Referências Bibliográficas	78
9	Glossário	81
	Apêndice	82

Lista de Figuras

Figura 1: Aeroporto Internacional Antônio Carlos Jobim (fonte: INFRAERO)	18
Figura 2: Tela inicial do ProModel	32
Figura 3: Opções do Software	32
Figura 4: Menu Construir	34
Figura 5: Definindo os Locais	35
Figura 6: Definindo as Entidades	36
Figura 7: Definindo as Chegadas das Entidades	37
Figura 8: Definindo os Processos	38
Figura 9: Configurando a Simulação	39
Figura 10: INFRAERO - Voos Online	43
Figura 11: Fluxograma representativo do Sistema - Aterrissagens	62
Figura 12: Fluxograma representativo do Sistema - Decolagens	63
Figura 13: Fluxograma representativo do Sistema - Estacionamento	65
Figura 14: Fluxograma representativo do modelo	67

Lista de Gráficos

Gráfico 1: 28 de Janeiro de 2010	46
Gráfico 2: 29 de Janeiro de 2010	47
Gráfico 3: 30 de Janeiro de 2010	47
Gráfico 4: 31 de Janeiro de 2010	48
Gráfico 5: 1 de Fevereiro de 2010	48
Gráfico 6: 2 de Fevereiro de 2010	49
Gráfico 7: 3 de Fevereiro de 2010	49
Gráfico 8: 4 de Fevereiro de 2010	50
Gráfico 9: 5 de Fevereiro de 2010	50
Gráfico 10: 6 de Fevereiro de 2010	51
Gráfico 11: 7 de Fevereiro de 2010	51
Gráfico 12: 8 de Fevereiro de 2010	52
Gráfico 13: 9 de Fevereiro de 2010	52
Gráfico 15: Simulação Dia 1	68
Gráfico 16: Simulação Dia 2	69
Gráfico 17: Simulação Dia 3	69
Gráfico 18: Simulação Dia 4	70
Gráfico 19: Simulação Dia 5	70
Gráfico 20: Simulação Dia 6	71
Gráfico 21: Simulação Dia 7	71
Gráfico 22: Simulação Dia 8	72
Gráfico 23: Simulação Dia 9	72
Gráfico 24: Simulação Dia 10	73
Gráfico 25: Simulação Dia 11	73
Gráfico 26: Simulação Dia 12	74

Lista de Quadros

Quadro 1: Classificação do fluxo aéreo segundo o atraso médio das aeronaves	42
Quadro 2: Situação observada no Galeão	53
Quadro 3: Resultados da análise de Regressão Linear	56
Quadro 4: Divisão da Base de Dados	59
Quadro 5: Estimativas para Chegada/Partida de Aeronaves	61
Quadro 6: Situação obtida na simulação	74

Lista de Tabelas

Tabela 1: Aeródromos em território nacional por estado segundo tipo e administração	15
Tabela 2: Dados relativos aos Terminais de Passageiros do Galeão	21
Tabela 3: Dados segundo o Status do Voo	44
Tabela 4: Estatísticas do horário de Confirmação dos Voos	45
Tabela 5: Voos segundo Terminal e Tipo	55