

**MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
SECRETARIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA  
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES**

**RENATA MOTINHA NUNES**

**SUBSÍDIOS PARA O GERENCIAMENTO AMBIENTAL NA IMPLANTAÇÃO E  
OPERAÇÃO DE AEROPORTOS**

**Rio de Janeiro  
2002**

**INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA**

**RENATA MOTINHA NUNES**

**SUBSÍDIOS PARA O GERENCIAMENTO AMBIENTAL NA  
IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE AEROPORTOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia de Transportes do Instituto Militar de Engenharia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia de Transportes.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Maria Cristina Fogliatti de Sinay – Ph.D.

Rio de Janeiro

2002

c2002

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

Praça General Tibúrcio, 80 – Praia Vermelha

Rio de Janeiro – RJ CEP: 222290-270

Este exemplar é de propriedade do Instituto Militar de Engenharia, que poderá incluí-lo em base de dados, armazenar em computador, microfilmear ou adotar qualquer forma de arquivamento.

É permitida a menção, reprodução parcial ou integral e a transmissão entre bibliotecas deste trabalho, sem modificação de seu texto, em qualquer meio que esteja ou venha a ser fixado, para pesquisa acadêmica, comentários e citações, desde que sem finalidade comercial e que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos expressos neste trabalho são de responsabilidade do autor e do orientador.

Nxxx Nunes, Renata Motinha

Subsídios para o Gerenciamento Ambiental na Implantação Operação de Aeroportos / Renata Motinha Nunes – Rio de Janeiro : Instituto Militar de Engenharia, 2001.

210 f. : il., tab. : - 29,7 cm.

Dissertação (mestrado) – Instituto Militar de Engenharia, 2002.

1.Gerenciamento Ambiental  
2.Aeroportos

# **INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA**

**RENATA MOTINHA NUNES**

## **SUBSÍDIOS PARA O GERENCIAMENTO AMBIENTAL NA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE AEROPORTOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia de Transportes do Instituto Militar de Engenharia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia de Transportes.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Maria Cristina Fogliatti de Sinay – Ph. D.

Aprovada em 29 de maio de 2002 pela seguinte Banca Examinadora:

---

Prof<sup>ª</sup> Maria Cristina Fogliatti de Sinay - Ph. D. do IME - Presidente.

---

Prof. Respício Antônio do Espírito Santo Júnior - D. Sc. da UFRJ.

---

Prof. Rogério de Aragão Bastos do Valle - D. Sc. da COPPE.

---

Eng. Ricardo Rodrigues Pacheco - D. Sc. da Infraero.

Rio de Janeiro  
2002

Aos meus pais, Dalva e Mauro, aos meus irmãos, Guilherme e Livia e às minhas avós, Iêda e Amélia, pelo carinho e dedicação em todos os momentos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo e, principalmente, por permitir mais essa vitória!

Ao Instituto Militar de Engenharia pela oportunidade de realização do curso de Mestrado em Engenharia de Transporte, em especial ao Cel Walter pela amizade e atenção quanto a realização do curso de Planejamento do Transporte Aéreo - PTA no Instituto de Aviação Civil.

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro ao longo do curso.

Aos professores do Curso de Mestrado em Engenharia de Transportes do IME pelos ensinamentos transmitidos ao longo do mesmo, em especial à coordenadora, Professora Vânia Barcellos Gouvêa Campos, à orientadora desta dissertação, professora Maria Cristina Fogliatti de Sinay e ao professor José de Carvalho Bustamante.

Ao Cap. Sandro pela contribuição na minha formação ao permitir a realização do meu estágio de docência junto a sua disciplina na graduação, além do incentivo e amizade ao longo do curso.

À Letícia pela contribuição na elaboração e revisão dos programas apresentados no capítulo 6 desta dissertação.

Ao Cel. Moraes Neto pela amizade, apoio, incentivo e conselhos no início do curso.

Aos Professores Rogério de Aragão Bastos do Valle e Respício Antônio do Espírito Santo Júnior pela participação na banca examinadora e respectivas observações com o intuito de aperfeiçoar o meu trabalho.

Ao Chefe da Divisão de Operações do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro, Ricardo Rodrigues Pacheco, pela contribuição no desenvolvimento da pesquisa sobre operação aeroportuária, pelas sugestões apresentadas e também pela participação na banca examinadora.

Ao Instituto de Aviação Civil (IAC) e todos os seus instrutores pela complementação da minha formação por meio da participação nos cursos “O Aeroporto e o Meio Ambiente” e “Planejamento do Transporte Aéreo - PTA”.

À pedagoga Inês (IAC) pela atenção e constantes indicações de profissionais para solucionar dúvidas, realizar entrevistas e visitas técnicas durante a elaboração deste trabalho.

Ao engenheiro Kazuhiro Uekane (chefe da DPT-3 - IAC) pelos ensinamentos transmitidos com a cuidadosa leitura do capítulo 4 deste trabalho.

À Márcia pela atenção e préstimos ensinamentos quanto à administração aeroportuária.

A Marcelo de Paula e Jayse pelo carinho e constantes retiradas de exemplares na biblioteca do IAC.

A Infraero, em especial ao Denner Seripieri Veronese (Gerente de Meio Ambiente) e Paulo P. Amado pelas entrevistas e visitas técnicas no Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro.

Ao Gerente de Operações, Segurança e Manutenção, Jaílson Mendes de Araújo, pela oportunidade de visitar, fotografar e examinar documentos no Aeroporto Internacional Presidente Médici em Rio Branco (AC).

A SATA, em especial ao Conrado, Rosângela, Élem, Djalma e Lourdes Maher, por permitir consultas e entrevistas sobre as funções da empresa, limpeza de aeronaves, processamento nos terminais, operações de rampa e aviação executiva.

Ao Gerente de Produção, Günther Richter, da empresa *Gate Gourmet* pelo conhecimento transmitido em entrevista sobre o serviço de *catering*.

Ao Gerente de Atendimento, Luiz Fernando Teixeira Fernandes, da Líder Táxi Aéreo, pelo conhecimento transmitido em entrevista sobre a aviação comercial e a oportunidade de visitar o pátio do Aeroporto Santos Dumont.

Aos bibliotecários, em especial aos funcionários da FEEMA, do IAC e do CERNAI, pela atenção e profissionalismo dispensado as minhas visitas e buscas por fontes bibliográficas para compor o meu trabalho.

À turma de 2000, em particular aos amigos Sérgio pela bonita amizade e privilégio de sua companhia ao dividirmos a baía por dois anos e Glaydston pelo apoio nas horas mais difíceis do primeiro ano, Saul, Rafael e Wellington pelo convívio, amizade e companheirismo no decorrer do curso.

À turma de 2001, em especial às amigas Ana Flávia, Ione e Telma, pela alegria, atenção e também, por embelezarem a minha ex-baía; ao Cap Jolival, Ten Reis, Aurélio, Luís Cláudio e Marcelo pelo socorro com os problemas computacionais.

Aos funcionários da secretaria, Sgt Lauro, Ana Paula e Sgt Oazem, pelos serviços bem prestados e também pelo carinho e amizade.

À querida dona Lucynda e dona Maria José pela amizade, carinho e cuidado.

Ao amigo do curso PTA - IAC, Fernando Luiz V. Seroa da Motta, pelo carinho, amizade e doação de um valioso material de consulta para este trabalho.

À Aline pela leitura cuidadosa do capítulo 4 deste trabalho.

À querida Beatriz pelo amigável convívio e muitas vezes, pelo ombro amigo ao longo de todo o curso.

Às amigas, Juliana, Tatiane e Vera pela amizade, carinho e incentivo, sempre.

À família Brettas (*seu* Alberto, *dona* Hermita, Luiz Fernando e *tia* Maria) pelo acolhimento, aconchego, carinho, cuidados, mimos...

Ao Luiz Alberto pelo companheirismo, carinho, incentivo e, principalmente, por acreditar no sucesso do meu trabalho... Até mesmo quando nem eu acreditava!

Aos meus pais, Mauro e Dalva, pelo incentivo e apoio incondicional em todos os momentos no decorrer deste trabalho e sempre.

Ao meu irmão, Guilherme, por acreditar e se orgulhar de sua *irmã mais velha*, além da rica contribuição durante a elaboração do *abstract* e da apresentação utilizada na defesa deste trabalho.

À minha irmã e meu cunhado, Livia e Orlando, pelo apoio e compreensão ao dividirem expectativas, frustrações e conquistas durante esse curso.

Às minhas avós, Iêda e Amélia, pelo apoio carinho e credibilidade.

À minha família, em especial meus tios Carlos Norberto e Marinez e meus primos Rodrigo, Rogério e Ricardo pelo carinho e apoio em todos os momentos.

A todas as pessoas que, indiretamente, contribuíram para a elaboração deste trabalho.



## SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	11	
LISTA DE TABELAS.....	12	
LISTA DE SIGLAS.....	14	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
1.1	Considerações Iniciais.....	18
1.2	Objetivo da Dissertação.....	18
1.3	Justificativas da Dissertação.....	20
1.4	Estrutura da Dissertação... ..	
<b>2</b>	<b>O TRANSPORTE AÉREO .....</b>	<b>22</b>
2.1	Considerações Iniciais .....	22
2.2	Histórico do Transporte Aéreo no Brasil.....	23
2.3	Aspectos Técnicos do Transporte Aéreo.....	26
2.3.1	Vias Aéreas.....	26
2.3.2	Veículos Aeronáuticos.....	27
2.3.3	Terminais Aeroportuários.....	28
2.3.4	Controle Aéreo.....	31
2.3.5	Capacidade Aérea.....	32
2.4	Aspectos Operacionais do Transporte Aéreo.....	34
2.4.1	Serviços Aéreos Privados.....	35
2.4.2	Serviços Aéreos Públicos.....	35
2.4.3	Serviços Aéreos Especializados.....	36
2.4.4	Transporte Aéreo Regular.....	37
2.4.4.1	Linhas Aéreas Internacionais.....	37
2.4.4.2	Linhas Aéreas Domésticas.....	38
2.4.5	Transporte Aéreo não Regular.....	38
2.4.6	Demanda do Transporte Aéreo Brasileiro.....	39
2.5	Aspectos Legais da Operação do Transporte Aéreo.....	42
2.5.1	Ministério da Defesa.....	42

2.5.2	Comando da Aeronáutica.....	43
2.6	Considerações Finais.....	48
<b>3</b>	<b>REGULAMENTAÇÃO AMBIENTAL.....</b>	<b>49</b>
3.1	Considerações Iniciais.....	49
3.2	Legislação Internacional.....	50
3.2.1	Legislação Ambiental Internacional.....	50
3.2.2	Legislação Ambiental Internacional da Aviação Civil.....	54
3.3	Legislação Nacional.....	55
3.3.1	Legislação Ambiental Nacional.....	55
3.3.1.1	Licenciamento Ambiental.....	60
3.3.2	Legislação Ambiental Nacional da Aviação Civil.....	62
3.4	Considerações Finais.....	65
<b>4</b>	<b>IMPLANTAÇÃO DE UM AEROPORTO E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS.....</b>	<b>66</b>
4.1	Considerações Iniciais.....	66
4.2	Escolha de Sítio Aeroportuário e os Impactos Ambientais Associados.....	66
4.3	Atividades Necessárias à Construção da Infra-estrutura de um Aeroporto e seus Impactos Ambientais Associados.....	71
4.3.1	Serviços Preliminares.....	72
4.3.1.1	Desembarço da Aérea de Ocupação.....	72
4.3.1.2	Instalação do Canteiro de Obras.....	73
4.3.1.3	Construção de Caminhos de Serviço e Vias de Acesso ao Aeroporto....	73
4.3.2	Construção do Conjunto de Pistas e Pátios.....	74
4.3.2.1	Preparo do Sub-leito das Pistas.....	74
4.3.2.2	Terraplenagem.....	75
4.3.2.3	Preparo da Sub-base e Base das Pistas e Pátios.....	80
4.3.2.4	Imprimação e Pintura de Ligação.....	84
4.3.2.5	Revestimento Flexível.....	85
4.3.2.6	Pavimento Rígido.....	88
4.3.2.7	Sinalização das Pistas.....	88

4.4	Atividades Necessárias à Construção da Superestrutura de um Aeroporto e seus Impactos Ambientais Associados.....	89
4.5	Impactos Ambientais e Medidas Mitigadoras Associadas às Atividades Necessárias à Implantação de um Aeroporto.....	90
4.6	Considerações Finais.....	110
<b>5</b>	<b>OPERAÇÃO DE UM AEROPORTO E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS</b>	<b>111</b>
5.1	Considerações Iniciais.....	111
5.2	Atividades Desenvolvidas nas Instalações Aeroportuárias.....	111
5.2.1	Atividades da Área Terminal e os Impactos Ambientais Associados.....	111
5.2.1.1	Processamento nos Terminais de Passageiros.....	112
5.2.1.2	Processamento nos Terminais de Carga Aérea.....	115
5.2.1.3	Administração Aeroportuária.....	118
5.2.1.4	Tratamento de Esgoto Sanitário e Águas Servidas.....	118
5.2.1.5	Gerenciamento de Resíduos Sólidos.....	120
5.2.1.6	Gerenciamento do Sistema de Refrigeração.....	122
5.2.1.7	Gerenciamento do Sistema de Segurança Aeroportuária.....	123
5.2.2	Atividades do Lado Ar e os Impactos Ambientais Associados.....	124
5.2.2.1	Aterrissagem de Aeronave.....	124
5.2.2.2	Rolamento de Aeronave.....	125
5.2.2.3	Operações de Rampa.....	126
5.2.2.4	Abastecimento de Aeronave.....	130
5.2.2.5	Limpeza da Aeronave.....	133
5.2.2.6	Serviço de <i>Catering</i> .....	135
5.2.2.7	Decolagem de Aeronave.....	137
5.2.3	Atividades do Lado Terra e os Impactos Ambientais Associados.....	138
5.2.3.1	Vias de Acesso.....	138
5.2.3.2	Estacionamento de Veículos.....	139
5.2.3.3	Conexão com os Demais Modos de Transportes.....	139
5.3	Impactos Ambientais e Medidas Mitigadoras Associadas às	

	Atividades Necessárias à Operação de um Aeroporto.....	140
5.4	Considerações Finais.....	160
<b>6</b>	<b>Programas de Acompanhamento e Monitoramento dos Impactos Ambientais.....</b>	<b>161</b>
6.1	Considerações Iniciais.....	161
6.2	Programas de Acompanhamento e Monitoramento dos Impactos para a Fase de Implantação de um Aeroporto.....	162
6.3	Programas de Acompanhamento e Monitoramento dos Impactos para a Fase de Operação de um Aeroporto.....	167
6.4	Considerações Finais.....	173
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>174</b>
7.1	Introdução.....	174
7.2	Conclusões.....	175
7.3	Recomendações.....	176
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>177</b>
<b>9</b>	<b>APÊNDICE.....</b>	<b>184</b>
9.1	Termos de Referência para Elaboração de Estudo de Impacto Ambiental para Aeroportos.....	185

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIG. 2.1 <i>Layout</i> das Pistas dos Aeroportos.....	33
FIG. 2.2 Estrutura do Ministério da Defesa.....	43
FIG. 2.3 Estrutura do Comando da Aeronáutica.....	44
FIG. 2.4 Estrutura Básica do Departamento de Aviação Civil.....	45

## LISTA DE TABELAS

TAB. 2.1	Composição das Aeronaves nos Principais Aeroportos da Cidade de São Paulo (1998).....	28
TAB. 2.2	Distribuição Percentual dos Principais Aeroportos Públicos Domésticos e Internacionais por Região - 2000.....	29
TAB. 2.3	Número de Pousos e Decolagens Realizados em Vôos Nacionais (1996-2000).....	30
TAB. 2.4	Número de Pousos e Decolagens Realizados em Vôos Internacionais (1996-2000).....	31
TAB. 2.5	Capacidades das Pistas dos Aeroportos.....	33
TAB. 2.6	Composição Percentual de Passageiros-Quilômetros Transportados por Modo de Transporte no Mercado Doméstico (1996-2000).....	40
TAB. 2.7	Composição Percentual de Toneladas-Quilômetros Transportados por Modo de Transporte no Mercado Doméstico (1996-2000).....	
TAB. 2.8	Composição Percentual de Passageiros-Quilômetros Transportados por Modo de Transporte no Mercado Internacional (1991-95).....	41
TAB. 2.9	Composição Percentual de Toneladas-Quilômetros Transportados por Modo de Transporte no Mercado Internacional (1991-95).....	41
TAB. 4.1	Atividade: Escolha de Sítio Aeroportuário.....	91
TAB. 4.2	Atividade: Desembarço da Área de Ocupação .....	93
TAB. 4.3	Atividade: Instalação do Canteiro de Obras .....	94
TAB. 4.4	Atividade: Construção de Caminhos de Serviço e Vias de Acesso ao Aeroporto.....	95
TAB. 4.5	Atividade: Preparo da Sub-base e Base das Pistas e Pátios.....	96
TAB. 4.6	Atividade: Preparo da Base dos Aterros.....	97
TAB. 4.7	Atividade: Execução de Cortes e Aterros.....	99
TAB. 4.8	Atividade: Execução de Bota-Fora e Caixas de Empréstimo.....	101
TAB. 4.9	Atividade: Trabalhos Complementares.....	103
TAB. 4.10	Atividade: Preparo do Sub-leito das Pistas e Pátios.....	104
TAB. 4.11	Atividade: Imprimação e Pintura de Ligação.....	105

TAB. 4.12	Atividade: Revestimento Flexível.....	106
TAB. 4.13	Atividade: Pavimento Rígido.....	107
TAB. 4.14	Atividade: Sinalização.....	108
TAB. 4.15	Atividade: Obras Civas e Construção de Ramais e Acessos.....	109
TAB. 5.1	Atividade: Processamento nos Terminais de Passageiros.....	141
TAB. 5.2	Atividade: Processamento nos Terminais de Carga Aérea.....	142
TAB. 5.3	Atividade: Administração Aeroportuária.....	143
TAB.5.4	Atividade: Tratamento de Esgoto Sanitário e Águas Servidas.....	144
TAB. 5.5	Atividade: Gerenciamento de Resíduos Sólidos.....	145
TAB. 5.6	Atividade: Gerenciamento do Sistema de Refrigeração.....	146
TAB. 5.7	Atividade: Gerenciamento do Sistema de Segurança Aeroportuária.....	147
TAB. 5.8	Atividade: Aterrissagem, Rolamento e Decolagem de Aeronaves.....	149
TAB. 5.9	Atividade: Operações de Rampa.....	150
TAB. 5.10	Atividade: Abastecimento de Aeronave.....	152
TAB. 5.11	Atividade: Limpeza de Aeronave.....	154
TAB. 5.12	Atividade: Serviço de <i>Catering</i> .....	155
TAB. 5.13	Atividade: Vias de Acesso.....	157
TAB. 5.14	Atividade: Estacionamento de Veículos.....	158
TAB. 5.15	Atividade: Conexão com os demais Modos de Transportes.....	159

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGNU	Assembléia Geral das Nações Unidas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APA	Área de Proteção Ambiental
ASA	Área de Segurança Aeroportuária
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BIRD	Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento
CAEP	Comitê de Proteção Ambiental em Aviação Civil
CBA	Código Brasileiro de Aeronáutica
CECA	Comissão Estadual de Controle Ambiental
Cmdo Aer	Comando da Aeronáutica
CONAC	Conferências Nacionais de Aviação Comercial
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DAC	Departamento de Aviação Civil
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EMBRAER	Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A.
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EUA	Estados Unidos da América
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FEEMA	Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente
GEIPOT	Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
IAC	Instituto de Aviação Civil
IAC	Instrução de Aviação Civil
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICAO	Organização Internacional de Aviação Civil
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira



NEPA	<i>National Environmental Policy Act</i>
NSMA	Norma de Sistema do Ministério da Aeronáutica
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PRONAR	Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar
PRONOL	Projeto Especial de Normalização de Licenciamento
RAB	Registro Aeronáutico Brasileiro
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SAC	Sistema de Aviação Civil
SEMA	Secretaria Especial do Meio Ambiente
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SLAP	Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras

## RESUMO

Sendo o Brasil um país de dimensões continentais, surgem problemas para a garantir a segurança e para a integração nacional provocados pelas grandes distâncias existentes entre os principais centros econômicos e políticos do país. O modo aéreo de transporte, pelas suas características, é de grande valia para a solução destes problemas. Entretanto, este modo, como todos os outros, pode interferir no meio ambiente de forma a ameaçar o desenvolvimento sustentável da região onde o seu terminal está inserido.

O objetivo desta dissertação é compor um conjunto de diretrizes a serem aplicadas nas fases de implantação e operação de aeroportos em concordância com o desenvolvimento sustentável.

Após um panorama sobre a participação do modo aeroviário em âmbito nacional e do estudo da legislação vigente para a aviação civil, são apresentadas e caracterizadas as principais atividades ou ações características de cada uma das fases que podem causar impactos negativos ao meio ambiente. Em seguida essas atividades são correlacionadas com seus respectivos impactos e medidas mitigadoras visando a redução dos danos causados são analisadas.

Para finalizar, são apresentados os principais programas ambientais de acompanhamento e monitoramento dos impactos, necessários para verificar a real eficácia das medidas mitigadoras anteriormente estabelecidas.

## **ABSTRACT**

Brazil continental dimensions provoke problems related to safety and to national integration, due to the large distances among the main economical and political centers.

The characteristics of the air way transport could help to solve or to reduce these problems, however, as all the other ways of transportation, this one also interferes in the environment, threatening the purpose of the maintainable development of the area where the air terminal is inserted.

The purpose of this dissertation is to establish guidelines to be applied in the construction as well as in the operational phases of an airport that would guaranteed the maintainable development. To reach these guidelines the brazilian air mode will be described physically, potentially and legally. This characterization will allow to establish the activities related to the construction and/or operating phases which, in turn, will be related to environmental impacts. Mitigating measures to reduce damages will be presented.

Finally, environmental monitoring main plans to measure the real efficiencies of the mitigating measures will be proposed.