

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**UM PROGRAMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS PARA O
COMANDO DA AERONÁUTICA – ESTUDO DE CASO:
BASES AÉREAS DA REGIÃO SUL**

Ricardo Miranda Cordovil

Porto Alegre
Dezembro 2010

RICARDO MIRANDA CORDOVID

**UM PROGRAMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS PARA O
COMANDO DA AERONÁUTICA – ESTUDO DE CASO:
BASES AÉREAS DA REGIÃO SUL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia na modalidade Acadêmico.

Orientador: Jorge Augusto Pereira Ceratti

Porto Alegre
Dezembro 2010

C796u Cordovil, Ricardo Miranda

Um programa de gerência de pavimentos para o Comando da Aeronáutica -
Estudo de caso: Bases Aéreas da Região Sul / Ricardo Miranda Cordovil. -
2010.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
Porto Alegre, BR-RS, 2010.

Orientação: Prof. Dr. Jorge Augusto Pereira Ceratti

1. Pavimentação. 2. Aeroportos. 3. Gerência de pavimentos. I. Ceratti, Jorge
Augusto Pereira, orient. II. Título.

CDU-628.5(043)

RICARDO MIRANDA CORDOVIL

**UM PROGRAMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS PARA O
COMANDO DA AERONÁUTICA – ESTUDO DE CASO:
BASES AÉREAS DA REGIÃO SUL**

Esta dissertação de mestrado foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo professor orientador e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 15 de dezembro de 2010

Prof. Jorge Augusto Pereira Ceratti
D.Sc. pela COPPE/UFRJ
Orientador

Prof. Luiz Carlos Pinto da Silva Filho
Coordenador do PPGEC/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Prof. Antônio Fortunato Marcon (UFSC)
Dr. em Engenharia pelo ITA

Prof. Washington Peres Núñez (UFRGS)
Dr. em Engenharia pela UFRGS

Profa. Suyen Matsumura Nakahara (UFRGS)
Dra. pela Universidade de São Paulo

Dedico este trabalho à minha família, nas pessoas de
minha querida esposa e adoráveis filhos, pela paciência e
compreensão devido aos momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me concedido saúde e disposição para permanecer na busca contínua do aperfeiçoamento humano.

Ao Quinto Comando Aéreo Regional, nas pessoas do Ten Cel Eng Antônio Carlos Ponce Alonso e Maj Av Steven Meier, chefes que apoiaram sem restrições a consecução deste trabalho.

Aos professores Jorge Augusto Pereira Ceratti e Suyen Matsumura Nakahara pela orientação, considerações e sugestões na organização deste trabalho.

À Diretoria de Engenharia da Aeronáutica, nas pessoas do Cap Eng Luiz Augusto Penteadó Yamamoto, 1º Ten Eng Andrey Carvalho Figueiredo e 1º Ten Eng Felipe Santana Lopes, pelas valiosas informações disponibilizadas.

Ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica, na pessoa do Asp Of. Vitor de Bragança Freixo, pelas referências bibliográficas fornecidas.

Ao Instituto de Controle do Espaço Aéreo, na pessoa do Sgt Antônio Luís Cardoso Neto, pelos importantes dados fornecidos ao SERENG-5.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, especialmente à coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, pelo profissionalismo de seus funcionários e professores.

“Na guerra, apenas o que é simples funciona.”

Parafraseando Sun Tzu

RESUMO

CORDOVIL, R. M. Um Programa de Gerência de Pavimentos para o Comando da Aeronáutica – Estudo de Caso: Bases Aéreas da Região Sul. 2010. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

Esta dissertação trata do desenvolvimento de um protótipo de Sistema de Gerência de Pavimentos para a rede de aeroportos militares administrados pelo Comando da Aeronáutica (COMAER) e apresenta uma metodologia para a execução da Gerência de Pavimentos no âmbito do COMAER, a fim de subsidiar a elaboração do Plano Plurianual de Obras da Aeronáutica. Para tanto, foram levantadas as informações disponíveis, bem como o inventário de pavimentos das bases aéreas subordinadas ao Quinto Comando Aéreo Regional (V COMAR), o histórico de condição e de intervenção dos pavimentos dos últimos 5 anos, dados de projeto, custos e tráfego aéreo e, a partir desses elementos e de indicações do desempenho dos pavimentos estudados, foi elaborada uma proposta plurianual de investimentos em termos de obras de conservação, a fim de prolongar a vida útil dos mesmos, permitindo um aproveitamento mais racional dos recursos existentes. Além disso, para integrar as informações fragmentadas entre os diversos elos do Sistema de Engenharia espalhados pelo Brasil, foi desenvolvido um Sistema de banco de dados para possibilitar a consulta e cadastramento das avaliações através da INTRAER, a rede interna do Comando da Aeronáutica.

Palavras-chave: Pavimentação, aeroportos e gerência de pavimentos.

ABSTRACT

CORDOVIL, R. M. Um Programa de Gerência de Pavimentos para o Comando da Aeronáutica – Estudo de Caso: Bases Aéreas da Região Sul. 2010. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

A Pavement Management Program for the Brazilian Air Force - Case Study: Air Bases of the South Region.

This dissertation concerns in the development of a prototype of a preliminary Pavement Management System for the network of military airports managed by the Brazilian Air Force (COMAER) and aims to provide a methodology for the implementation of the pavement management within the Brazilian Air Force, in order to support the development of the multi-year plan of works. To do it so, the existing information system and the inventory of airfields pavements subject to the Fifth Regional Air Command (COMAR V) was raised, the history of the condition and intervention of decks in the past five years, project data, costs, air traffic and from these elements and performance measures of the pavements studied was an elaborate multi-year investment proposal in terms of conservation works in order to extend the pavement life wich aim at a more rational utilization of resources. In addition, to integrate the fragmented information between the various links of Engineering System throughout Brazil, it was developed a database system to enable to consult and register evaluations through the INTRAER, the internal network of the Brazilian Air Force.

Keywords: Paving, airports and pavement management.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	26
LISTA DE TABELAS.....	28
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	29
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 PROBLEMA E JUSTIFICATIVA.....	22
1.2 OBJETIVOS DO ESTUDO	23
2 METODOLOGIA	25
2.1 ESTRUTURA DO TRABALHO	27
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	28
3.1 TIPOLOGIA DOS AEROPORTOS.....	28
3.2 DIFERENÇAS ENTRE PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS E AEROPORTUÁRIOS	29
3.3 CLASSIFICAÇÃO DE PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS SEGUNDO A OACI	30
3.4 ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO E TIPOS DE DEFEITOS	32
3.5 GERÊNCIA DE PAVIMENTOS - CONCEITUAÇÕES	36
3.6 A GERÊNCIA DE PAVIMENTOS NO ÂMBITO DO COMAER.....	38
3.7 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO – O MÉTODO PCI	39
3.8 MODELOS DE PREVISÃO DE DESEMPENHO BASEADOS NO PCI	43
3.9 A INFLUÊNCIA DO CLIMA SOBRE O DESEMPENHO DOS PAVIMENTOS	47
3.10 VIDA ÚTIL DE PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS E CRITÉRIOS DE INTERVENÇÃO	48
4 SÍNTESE DA REDE AEROPORTUÁRIA ESTUDADA	50
4.1 DESCRIÇÃO DAS BASES AÉREAS.....	50
4.1.1 Base Aérea de Canoas (BACO)	50
4.1.2 Base Aérea de Santa Maria (BASM).....	53
4.1.3 Base Aérea de Florianópolis (BAFL)	55
4.1.4 Aeródromo Militar de Cacequi-Saicã.....	56
4.2 AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DOS PAVIMENTOS	57
4.3 ESTUDO DE TRÁFEGO ÁEREO PREDOMINANTE NAS BASES AÉREAS ESTUDADAS	72
4.4 INTERVENÇÕES REALIZADAS NAS BASES AÉREAS E AS AVALIAÇÕES DAS CONDIÇÕES DOS PAVIMENTOS APÓS AS INTERVENÇÕES	78
4.5 RESUMO DAS ÁREAS EM PIOR CONDIÇÃO.....	84
5 ANÁLISES DOS DADOS E PROPOSTA PARA UM SGP	86
5.1 TENTATIVAS DE CALIBRAÇÃO DE MODELOS	86
5.2 PLANO PLURIANUAL SUGERIDO	90
5.3 CRITÉRIO DE PRIORIZAÇÃO	93
5.4 CONSEQUÊNCIAS RELACIONADAS À TOMADA DE DECISÃO.....	94
6 APLICATIVO DESENVOLVIDO PARA O CADASTRAMENTO DAS INFORMAÇÕES	97
7 CONCLUSÕES	106
7.1 CONCLUSÕES GERAIS	106
7.2 CONCLUSÕES ESPECÍFICAS.....	107
7.3 SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES	107
REFERÊNCIAS	109
ANEXOS	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Condição dos pavimentos da Base Aérea de Canoas – Taxiway “C”	18
Figura 1.3: Variação da serventia com o tempo – Desempenho do pavimento	20
Figura 1.4: Mapa esquemático dos Comandos Aéreos Regionais e Bases Aéreas subordinadas	21
Figura 3.3: Esquema das seções homogêneas definidas para a BACO.....	41
Figura 3.4: Curva para dedução do defeito “Quebra de Canto” em placas de concreto	42
Figura 3.5: Pavimento flexível novo - Relação do PCI com a idade do pavimento.....	44
Figura 3.6: Pavimento flexível com recapeamento em CBUQ – Região Norte.....	44
Figura 3.7: Pavimento rígido utilizado como pátio	45
Figura 3.8: Aplicação dos modelos existentes no MicroPaver para prever o desempenho futuro de determinada família de pavimentos	46
Figura 3.9: Matriz de intervenções – Adaptado de Macedo (2005)	49
Figura 4.1: Imagem via satélite da Base Aérea de Canoas.....	50
Figura 4.2: Aeronaves típicas em operação na BACO.....	51
Figura 4.3: Tipo de pavimentos da BACO	52
Figura 4.4: Pavimentos da BACO em concreto protendido	52
Figura 4.5: Imagem via satélite da Base Aérea de Santa Maria	53
Figura 4.6: Aeronaves militares que operam na BASM.....	53
Figura 4.7: Distribuição dos pavimentos da BASM.....	54
Figura 4.8: Imagem aérea das instalações da Base Aérea de Florianópolis.....	55
Figura 4.9: Imagem por satélite do Aeroporto Internacional de Florianópolis.	55
Figura 4.10: Croqui dos pavimentos da BAFL	56
Figura 4.11: Imagem por satélite do Aeródromo Militar de Cacequi-Saicaã	57
Figura 4.12: Distribuição geral das seções inspecionadas em 2004.....	58
Figura 4.13: Alguns defeitos observados na BAFL	59
Figura 4.14: BAFL – Croqui da avaliação de 2008 (Fonte: DIRENG, 2008).....	60
Figura 4.15: Condição das seções em 2008.....	60
Figura 4.16: BAFL – Avaliação de 2008 – Condição das áreas típicas	61
Figura 4.18: BASM – Avaliação de 2007 – Estado geral dos pavimentos da BASM	62
Figura 4.19: BASM – Avaliação de 2007 – Condição das seções	64
Figura 4.20: BASM – Avaliação de 2007 – Condição das áreas típicas	64
Figura 4.21: BASM – Avaliação de 2007 – Distribuição de PCI em termos de tipo de pavimento	65
Figura 4.22: BASM: (a) Extração de corpos-de-prova; (b) Ensaio DCP-ITA	65
Figura 4.24: BACO – Avaliação de 2007 – Condição geral dos pavimentos	70
Figura 4.25: BACO – Avaliação de 2007 – Condição das seções	70
Figura 4.27: BACO – Avaliação de 2007 – Distribuição em termos de tipo de pavimento	71
Figura 4.28: Perfil da aeronave militar de transporte de cargas C-130 Hércules.....	75
Figura 4.29: Esquema de distribuição de carregamento.....	77
Figura 4.30: Condição da rede de aeródromos do V COMAR em 2010.....	79
Figura 4.31: Esquema da distribuição das unidades amostrais no pátio e em parte da taxiway C da BAFL	79
Figura 4.32: BAFL – Avaliação de 2010 - Condição das seções	80
Figura 4.33: BAFL – Avaliação de 2010 – Condição das áreas típicas	80
Figura 4.34: BAFL – Avaliação de 2010 – Condição por tipo de pavimento.....	81

Figura 4.35: BASM – Avaliação de 2010 - Condição das seções.....	82
Figura 4.36: BASM – Avaliação de 2010 – Condição das áreas típicas.....	82
Figura 4.37: BASM – Avaliação de 2010 – Condição por tipo de pavimento.....	82
Figura 4.38: BACO – Avaliação de 2010 - Condição das seções.....	83
Figura 4.39: BACO – Avaliação de 2010 – Condição das áreas típicas.....	84
Figura 4.40: BACO – Avaliação de 2010 – Condição por tipo de pavimento.....	84
Figura 4.41: Seções da BACO com prioridade para as próximas intervenções.....	85
Figura 4.42: Seção da BASM com prioridade para a próxima intervenção.....	85
Figura 5.1: Tentativa de modelo para as seções de pavimento rígido da BACO (29 seções)..	86
Figura 5.3: Taxa de degradação de um PCS em um dado momento de seu serviço.....	87
Figura 5.4: Comparação entre modelos disponíveis e o resultante das avaliações.....	88
Figura 5.5: Comparação entre modelos de pavimentos flexíveis.....	89
Figura 5.6: Estimativa de condição para a rede do V COMAR em 2015, sem intervenções...	95
Figura 6.1: Tela de Dados Gerais do antigo sistema de banco de dados.....	98
Figura 6.1: Arquitetura do protótipo.....	100
Figura 6.2: Diagrama entidade-relacionamento do banco de dados.....	100
Figura 6.3: Projeto físico de algumas tabelas que compõem o banco de dados do SISGERAM.....	101
Figura 6.4: Tela de abertura do SISGERAM.....	102
Figura 6.5: Tela de consulta às redes cadastradas.....	102
Figura 6.6: Tela para cadastramento dos dados gerais de um aeródromo, conforme a Portaria ANAC nº 1227/SIA.....	103
Figura 6.7: Tela para cadastramento de dados relativos à pista de pouso, conforme a Portaria ANAC nº 1227/SIA.....	103
Figura 6.8: Impressão de relatórios em formato pdf.....	104
Figura 6.9: Tela de consulta ao estado geral da rede do V COMAR.....	104
Figura 6.10: Tela de consulta às avaliações.....	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1: Descentralização de crédito para as Unidades Gestoras (R\$)	17
Tabela 3.1: Algumas características de rodovias, veículos, aeródromos e aeronaves.....	29
Tabela 3.2: Defeitos comuns em pavimentos flexíveis	33
Tabela 3.3: Defeitos mais comuns nos pavimentos de concreto	35
Tabela 3.4: Faixas de PCI e indicação dos tipos de serviços de manutenção	40
Tabela 3.5: Número de unidades amostrais a serem avaliadas.....	41
Tabela 3.6: Variáveis dos modelos de previsão desenvolvidos por Macedo (2005).....	45
Tabela 4.1: Avaliação da BAFL (2008)	59
Tabela 4.2: Avaliação da BASM (2007)	63
Tabela 4.3: Ensaios de compressão simples - Pavimentos Rígidos da BASM	66
Tabela 4.4: Ensaios em CP's de revestimento asfáltico - Pavimentos flexíveis da BASM	67
Tabela 4.5: Levantamento deflectométrico da pista Norte-Sul	67
Tabela 4.6: Avaliação da Base Aérea de Canoas (2007).....	69
Tabela 4.10: Fatores de conversão (multiplicativos) para eixos (perna de trem de pouso) de aeronaves (FAA, 2002)	76
Tabela 4.11: Trens tipo, pesos máximos de decolagem e peso por roda.....	76
Tabela 4.13: Ganho de PCI após as intervenções na BAFL.....	81
Tabela 4.14: Ganho de PCI após as intervenções na BASM	83
Tabela 4.15: Ganho de PCI após as intervenções na BACO.....	84
Tabela 5.2: Índices de reajustamento de obras rodoviárias	92
Tabela 5.4: Projeção para 2015, sem intervenções.....	94

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- ACN** – Número de Classificação de Aeronave (*Aircraft Classification Number*)
- ADOT** – *Arizona Department of Transportation*
- ANAC** – Agência Nacional de Aviação Civil
- BACO** – Base Aérea de Canoas
- BAFL** – Base Aérea de Florianópolis
- BASM** – Base Aérea de Santa Maria
- BDI** – Benefício e Despesas Indiretas
- BINTRA** – Banco de Informações de Movimento de Tráfego Aéreo
- CBR** – Índice de Suporte Califórnia (*California Bearing Ration*)
- CALTRANS** – *California Department of Transportation*
- CDV** – Valor de Dedução Corrigido
- COMAR** – Comando Aéreo Regional
- COMARA** – Comissão de Aeroportos da Região Amazônica
- COMGAR** – Comando Geral de Operações Aéreas
- COMAER** – Comando da Aeronáutica
- CRSE** – Carga de Roda Simples Equivalente
- DAER** – Departamento Autônomo de Estradas e Rodagens do Rio Grande do Sul
- DAP/RS** – Departamento Aeroportuário do Rio Grande do Sul
- DECEA** – Departamento de Controle do Espaço Aéreo
- DIRENG** – Diretoria de Engenharia da Aeronáutica
- DNIT** – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
- DTCEA** – Destacamento de Controle do Espaço Aéreo
- EMAER** – Estado Maior da Aeronáutica
- FAA** – Administração de Aviação Federal dos Estados Unidos (*Federal Aviation Administration*)
- FOD** – *Foreign Object Damage*
- INFRAERO** – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
- LDO** – Lei de Diretrizes Orçamentárias
- LOA** – Lei Orçamentária Anual
- MPOG** – Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
- OACI** – Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO)
- OM** – Organização Militar

PCI – Índice de Condição de Pavimento (*Pavement Condition Index*)

PCN – Número de Classificação de Pavimentos (*Pavement Classification Number*)

PDC – *Pavement Dressing Contitioner*

PHP – *Hypertext Preprocessor*

PMF – Pré-misturado à frio

PMS – *Pavement Management System*

PPO – Plano Plurianual de Obras

RBAC – Regulamento Brasileiro de Aviação Civil

ROTAER – Manual Auxiliar de Rotas Aéreas

SAC – Secretaria de Aviação Civil do Ministério da Defesa

SCA – Seção de Controle de Aeródromos do SERENG-5

SEFA – Secretaria de Economia e Finanças da Aeronáutica

SETA MILLENIUM – Sistema Gerenciador de Estatísticas de Tráfego Aéreo

SERENG – Serviço Regional de Engenharia

SGCT – Sistema de Gerência e Controle de Torre

SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados

SICRO – Sistema de Custos Rodoviários

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SISENG – Sistema de Engenharia da Aeronáutica

SISGERAM – Sistema Gerenciador de Aeródromos Militares

TCU – Tribunal de Contas da União

TDV – Valor de dedução total

TSS – Tratamento Superficial Simples

TSD – Tratamento Superficial Duplo

TST – Tratamento Superficial Triplo

USACE – Corpo de Engenheiros do Exército Americano (*United States Corp of Engineers*)

VANT – Veículo Aéreo Não-Tripulado

ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica

1 INTRODUÇÃO

O Comando da Aeronáutica (COMAER) possui atualmente uma grande rede de pistas de pouso e decolagem militares distribuídas por todo o território nacional através de suas bases aéreas, escolas de formação de pilotos, parques de material aeronáutico, campos de provas de tiro aéreo, centros de lançamento e centros de tecnologia, resultando em mais de 5.000.000 m² de pavimentos aeroportuários das mais diversas naturezas.

Além das pistas exclusivamente militares, a Força Aérea Brasileira (FAB) também tem interesse em pistas estratégicas para o desdobramento de manobras aéreas em todo o território nacional. Elas compõem os chamados aeródromos de interesse militar.

Somente a Comissão de Aeroportos da Região Amazônica (COMARA) foi responsável pela implantação de mais de 150 dessas pistas na Amazônia.

A crescente demanda resultante da implantação de novas bases aéreas como as de Vilhena, Eirunepé e São Gabriel da Cachoeira, localizadas em pontos estratégicos da Amazônia, e a ampliação de instalações para o recebimento de novos esquadrões e novas aeronaves, tais como caças, aeronaves de transporte e veículos aéreos não-tripulados (VANT) requerem constantes investimentos a fim de manter as instalações em condições plenas para o emprego da Força, representando um grande desafio para a FAB.

A fim de verificar a boa aplicação dos recursos públicos gastos para manter essa estrutura, no ano de 2003 o Tribunal de Contas da União (TCU) realizou uma auditoria de natureza operacional em alguns órgãos do COMAER, dentre eles, a Diretoria de Engenharia da Aeronáutica (DIRENG) e a COMARA.

Na época, buscava-se verificar a conformidade da aplicação de recursos oriundos da cobrança de tarifas aeroportuárias pagas pelos usuários, em particular, a destinação dos fundos alimentados pelo Adicional de Tarifa Aeroportuária (ATAERO), que representa hoje 50% do valor das taxas de embarque pagas pelos passageiros.

Os recursos provenientes do ATAERO são distribuídos da seguinte maneira: 80% são utilizados diretamente pelo Governo Federal no sistema aeroviário de interesse federal e os demais 20% são destinados à aplicação nos Estados através do Programa Federal de Auxílio a Aeroportos (PROFAA), que contempla aeroportos de interesse regional ou estadual, em consecução de seus planos aeroviários.

Com relação aos oitenta por cento utilizados diretamente pelo Governo Federal, o Comando da Aeronáutica, definiu que 60% dos recursos seriam utilizados pela Empresa

Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO) e os demais 40% seriam empregados na própria Força.

O controle e coordenação geral desses recursos é realizado pelo Estado-Maior da Aeronáutica (EMAER) através do Programa EMAER-32 (trinta e dois por cento do ATAERO). Trata-se então de um programa que pode ser caracterizado em planejamento e execução de projetos.

De acordo com o Relatório de Auditoria do TCU (ref. TCU, 2003), no que tange à execução, percebeu-se que havia uma vasta descentralização de crédito para as unidades executoras, destacando-se a própria DIRENG e a COMARA, devido à grande materialidade dos recursos geridos.

Na época, verificou-se que a Secretaria de Economia e Finanças da Aeronáutica (SEFA), havia descentralizado nos últimos três anos, cerca de quarenta milhões de reais para a execução de melhorias em instalações de aeroportos de interesse militar, conforme a Tabela 1.1.

Tabela 1.1: Descentralização de crédito para as Unidades Gestoras (R\$)

UG Executora	1999	2000	2001	TOTAL
Comissão de Aeroportos da Região Amazônica	9.078.428,00	15.133.146,88	16.363.922,18	40.575.497,06
Diretoria de Engenharia da Aeronáutica	10.755.242,17	17.372.635,92	14.515.742,77	42.643.620,86
II Comando Aéreo Regional	1.313.854,36	547.322,57	430.522,57	2.291.699,50
III Comando Aéreo Regional	95.781,10	não executou	não executou	95.781,10
IV Comando Aéreo Regional	312.940,00	30.428,69	78.732,28	422.100,97
V Comando Aéreo Regional	2.411.093,71	460.000,00	21.820,21	2.892.913,92
VI Comando Aéreo Regional	404.138,71	não executou	159.606,00	563.644,71
VII Comando Aéreo Regional	673.740,52	não executou	76.271,37	750.011,89
Centro Técnico Aeroespacial	2.419.571,40	não executou	2.087.171,97	4.506.743,37

(fonte: TCU, 2003)

A auditoria do TCU conduziu ainda à percepção de que o programa vinha sendo executado sem que houvesse o desenvolvimento de instrumentos ou mecanismos de mensuração palpáveis acerca dos seus benefícios para a sociedade, fossem eles difusos, em nível de defesa nacional, ou diretos, como a melhoria dos componentes aeroportuários civis contemplados.

Uma constatação da equipe de auditoria do TCU e confirmada pela própria DIRENG foi a de que o planejamento da execução do programa não contemplava, como prioridade, a manutenção preventiva das pistas de pouso militares, sendo que as intervenções eram geralmente realizadas quando os pavimentos já se encontravam em situação crítica, exigindo,

portanto, intervenções mais pesadas como restaurações ou mesmo até mesmo a reconstrução parcial de alguns trechos.

Esta situação foi também confirmada através do estudo de caso realizado neste trabalho, conforme indicações das Figuras 1.1 e 1.2.

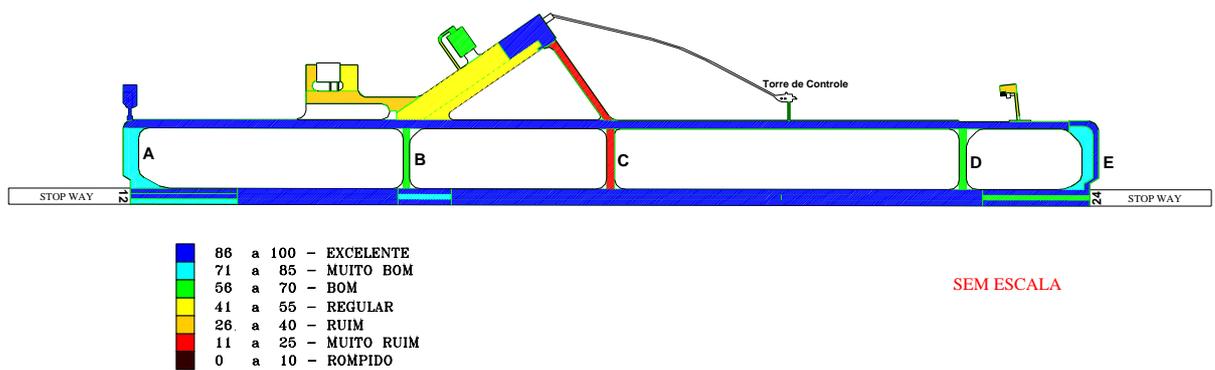


Figura 1.1: Condição dos pavimentos da Base Aérea de Canoas – Taxiway “C” (fonte: DIRENG, 2007)



Figura 1.2: Reconstrução de 100 m iniciais da pista de pouso principal e taxiway “A” da Base Aérea de Santa Maria (fonte: LOURES, 2007).

Contudo, observou-se que a DIRENG vinha empregando esforços para o desenvolvimento de um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP), cuja implantação possibilitaria a percepção dos processos de deterioração das pistas, proporcionando uma

orientação para o planejamento, programação e alocação de recursos para a manutenção e reabilitação dos pavimentos das pistas de pouso militares.

O relatório de auditoria operacional do TCU (TC-015.227/2001-0) reproduziu o testemunho do Major Engenheiro Oswaldo, na época, responsável pela gerência de pavimentos na DIRENG:

“(...) após alguns anos de serviço, mesmo sob manutenção preventiva atuante, a deterioração pode atingir patamares a partir dos quais os investimentos de pequeno vulto mostram-se ineficazes, momento em que a taxa de deterioração torna-se muito acentuada. Nesse instante, são necessárias medidas corretivas o quanto antes, pois o adiamento de intervenções de restauração pode conduzir posteriormente a gastos significativamente maiores.”

Balbo *et al* (2007) confirma este raciocínio, conforme indicado na Figura 1.3.

Diante dessas constatações, os ministros do TCU emitiram o Acórdão nº 36/2003 - Plenário, contendo uma série de recomendações, destacando-se entre elas:

“(...) recomendamos que o Comando da Aeronáutica atente para o problema e realize estudos para possibilitar eficiente desenvolvimento do sistema, disponibilizando, para isso, recursos humanos e orçamentários condizentes, entre os recursos do programa, permitindo a geração de economia na manutenção preventiva dos pavimentos.”

Deste modo, em 31 de julho de 2003, foi aprovada a Instrução do Comando da Aeronáutica nº 85-10 (ICA 85-10), que trata do Gerenciamento de Aeródromos no âmbito do COMAER.

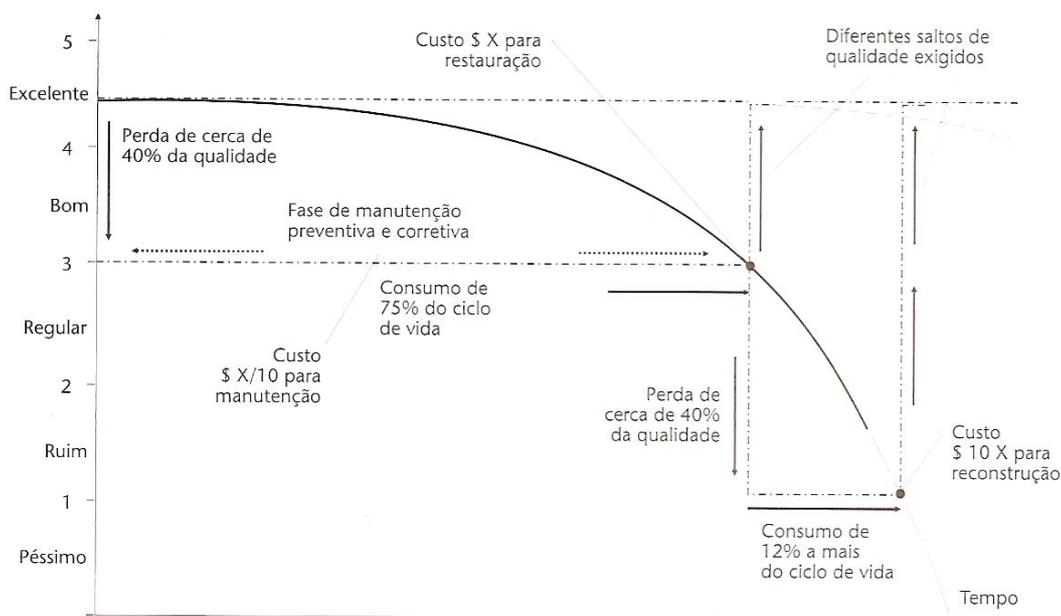


Figura 1.3: Variação da serventia com o tempo – Desempenho do pavimento (Fonte: SHAHIN & WALTHER, 1990, adaptado por BALBO, 2007)

Esta instrução partiu do princípio da imprescindibilidade de se ter aeródromos militares permanentemente operacionais, e que permitissem o pleno emprego da Força Aérea, mesmo considerando o processo de deterioração a que os pavimentos estão continuamente submetidos.

Em síntese, aquela norma teve como finalidade a apresentação de linhas gerais de ação para a implantação de um gerenciamento sistematizado de aeródromos de interesse do Comando da Aeronáutica, com a finalidade de melhorar a eficácia dos processos de decisão quanto à priorização e alocação de recursos para investimentos em infraestrutura,

A ICA 85-10 estabeleceu ainda as competências de diversas organizações militares para a implementação e operacionalização dessa sistemática.

Os Comandos Aéreos Regionais (COMAR) forneceriam apoio administrativo e operacional às atividades previstas para a Gerência de Pavimentos, por meio de seus Serviços Regionais de Engenharia (SERENG). Estes são em número de sete em todo o território nacional, distribuídos pelas 5 regiões do país, conforme as necessidades específicas de cada localidade.

Cada COMAR tem sob sua subordinação diversas Bases Aéreas, onde se localizam as pistas militares e onde estão instaladas as unidades aéreas sediadas, com seus esquadrões de caça, transporte aéreo, patrulha, etc., conforme indicação da Figura 1.4.



Figura 1.4: Mapa esquemático dos Comandos Aéreos Regionais e Bases Aéreas subordinadas

No caso do Quinto Comando Aéreo Regional (V COMAR), existe o respectivo Serviço Regional de Engenharia (SERENG-5) que, além de apoiar esse Quartel General com serviços técnicos especializados, presta também apoio às Bases Aéreas de Florianópolis (BAFL), Santa Maria (BASM) e Canoas (BACO).

Conforme prevê a ICA 85-10, é de competência dos Serviços Regionais de Engenharia a formação e a manutenção de equipes treinadas para a realização das atividades de gerência, como a monitoração periódica da condição dos pavimentos, atualização de registros, elaboração e calibração de modelos de previsão de desempenho e deterioração de pavimentos, simulações de cenários operacionais e orçamentários para a implementação da sistemática de Gerência de Pavimentos.

À DIRENG coube a responsabilidade pela definição de diretrizes, normas, métodos e procedimentos relativos à operacionalização e evolução do SGP, além de assessorar o EMAER, através do Comando Geral de Apoio (COMGAP), nas decisões de alocação de recursos para a conservação e restauração dos aeródromos de interesse militar.

Finalmente, foi estabelecido que o EMAER consolidaria as recomendações técnicas de investimentos em conservação e restauração e subsidiaria desse modo o Sistema Integrado de

Planejamento e Gestão (SIPG) vinculado ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) a fim de auxiliar a elaboração do Plano Plurianual de Obras (PPO).

1.1 PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

Até o presente momento, não se dispõe de uma ferramenta adequada às necessidades da FAB para integrar as informações necessárias à Gerência de Pavimentos e que estão fragmentadas entre a DIRENG, os Serviços Regionais de Engenharia e a COMARA, assim como não há uma metodologia desenvolvida que estabeleça diretrizes para a geração dos cenários operacionais e orçamentários.

De acordo com Bourahli (1997), o Departamento de Transportes do Estado do Arizona (ADOT) constatou que a aplicação de um programa de otimização de despesas de manutenção de pavimentos resultou numa economia de 200 milhões de dólares para aquele estado americano, em um período de cinco anos. Por outro lado, o Departamento de Transportes do Estado da Califórnia (CALTRANS) constatou que seu programa de priorização para a manutenção dos pavimentos, baseado em critérios objetivos permitiu uma redução do número de casos de ingerência de políticos na área de tomada de decisões e conduziu também a um melhoramento de comunicação entre técnicos e políticos, além de promover o acréscimo do orçamento anual consagrado para manutenção dos pavimentos, que passou de 40 para 90 milhões de dólares.

Allez (*apud* Gonçalves, 2007) informou que na França eram gastos cinco bilhões de francos anualmente na manutenção da rede pavimentada e que a expectativa existente é de que, com a implementação de um SGP, seria possível gerar uma economia nessa área em torno de cem milhões de francos por ano (2% do montante anual).

Diante dos benefícios de implantação de um SGP, a DIRENG tem envidado esforços para efetuar uma contínua monitoração dos pavimentos dos principais aeródromos militares, realizando, com o apoio de seus Serviços Regionais de Engenharia, inspeções periódicas para conhecer o estado geral de conservação da rede sob administração da Aeronáutica.

Assim, o interesse prático desta pesquisa é desenvolver um programa de gerenciamento de pavimentos em nível de rede, ainda que preliminar, que proporcione aos tomadores de decisão uma visualização geral do estado de conservação da rede e permita a visualização de um cenário futuro.

Portanto, o trabalho consiste em dotar o Sistema de Engenharia da Aeronáutica (SISENG) de uma metodologia, seguindo a filosofia da Gerência de Pavimentos, para a geração de cenários operacionais e orçamentários para os aeródromos militares, bem como o desenvolvimento de uma ferramenta que permita a integração das informações disponíveis, contribuindo assim para o desenvolvimento da Gerência de Pavimentos no âmbito do COMAER.

1.2 OBJETIVOS DO ESTUDO

A presente dissertação tem como objetivo geral o desenvolvimento de uma metodologia para a execução da Gerência de Pavimentos no âmbito do COMAER, e de uma ferramenta baseada na tecnologia de banco de dados, que possa ser disponibilizada em rede, para o registro, edição e resgate das informações disponíveis nas unidades da Aeronáutica espalhadas pelo Brasil.

A ferramenta trata-se, na realidade, de um aperfeiçoamento e ampliação do Sistema de banco de dados desenvolvido por Cordovil (2003) no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) para cadastrar informações de aeródromos da região Amazônica, onde será aproveitado, em parte, o projeto lógico e físico do aplicativo, migrando-se a base de dados existente para um novo Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), amplamente utilizado e de fácil disponibilização em rede.

Uma vez observado o objetivo geral, ressaltam-se os objetivos específicos, que, caso desenvolvidos em sua totalidade, espera-se que o novo Sistema de banco de dados seja capaz de:

- 1- Oferecer uma interface simples, segura, de fácil acesso, manipulação e amigável ao usuário;
- 2- Permitir que os usuários possam armazenar, recuperar e atualizar as seguintes informações gerenciais referentes aos aeródromos militares:
 - Características gerais dos aeródromos (nome, estado, coordenadas geográficas, acessos, dentre outras);
 - Características específicas dos pavimentos que compõem as pistas de pouso e decolagem, pistas de rolamento, táxis e pátios, tais como dimensões, PCN, estrutura de pavimento, entre outras;

- Histórico de condição e de intervenção nos pavimentos do aeródromo, juntamente com informações sobre o custo médio das intervenções realizadas nos últimos anos;
 - Materiais de construção disponíveis na região; e
 - Referência a características socioeconômicas e geopolíticas da região onde se localiza o aeródromo;
- 3- Visualizar, por meio de fotografias atualizadas, o estado de conservação dos pavimentos do aeródromo;
 - 4- Propiciar pesquisas sobre a rede de aeródromos administrados pelo COMAER, orientadas por Estado ou por Comando Aéreo Regional;
 - 5- Permitir, a partir dos registros das últimas avaliações, a visualização do estado geral da condição dos pavimentos da rede; e
 - 6- Gerar e possibilitar a impressão de relatórios.

2 METODOLOGIA

Um Sistema de Gerência completo deveria abranger não só os métodos de avaliação do ponto de vista estrutural e funcional, mas também, do ponto de vista econômico, permitindo a geração automática de curvas do tipo *desempenho x tempo* e *custos x tempo*, a fim de se escolher a melhor estratégia de manutenção.

Para cumprir a proposta de pesquisa endereçada nesta dissertação, o trabalho foi dividido em duas etapas:

Primeira etapa

A primeira etapa consistiu numa revisão bibliográfica, buscando-se as definições, normas, referências e trabalhos considerados essenciais para o embasamento teórico desta pesquisa.

Com relação aos aeródromos objeto deste estudo, consultou-se os registros disponíveis na Seção de Controle de Aeródromos (SCA) do SERENG-5, tais como:

- Dados de construção;
- Geometria de pistas e estrutura dos pavimentos;
- Drenagem;
- Histórico de intervenções;
- Custos das intervenções; e
- Avaliações disponíveis sobre a condição dos pavimentos.

Foram realizadas ainda consultas junto a órgãos do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), com o objetivo de reunir informações para melhor caracterizar o tráfego aéreo e clima existentes nos aeródromos pesquisados.

Após concluídas as diversas obras de conservação, restauração e reconstrução em vários trechos das bases aéreas estudadas, foram realizadas novas avaliações, a fim de verificar o novo estado de condição superficial dos pavimentos e verificação dos benefícios obtidos em termos de melhoria das condições.

A partir do custo das intervenções, dos ganhos obtidos na serventia e da análise do desempenho dos pavimentos estudados, foram elaborados alguns cenários operacionais e orçamentários, montando-se um plano de conservação periódica, para manter os pavimentos

numa condição operacional mínima desejável e compondo-se estimativas de custo para subsidiar a elaboração de um Plano Plurianual de Obras para os aeródromos militares da região em estudo.

Segunda etapa

A segunda etapa consistiu no aperfeiçoamento do Sistema de informações existente, disponibilizando-o em rede interna (INTRAER) através do servidor do V COMAR para a realização de testes e validação, cadastrando-se as informações relativas aos aeródromos que compõem o estudo de caso dessa dissertação.

Grande parte das informações mencionadas na etapa anterior já constavam no Sistema de Banco de Dados desenvolvido por Cordovil (2003), para os aeroportos da Amazônia.

Neste caso, aproveitou-se o modelo relacional existente, aperfeiçoando-o e ajustando as tabelas e seus relacionamentos para novos padrões, mais adequados à nova legislação através das ferramentas computacionais disponíveis, como a linguagem de programação PHP (*Hypertext Preprocessor*) e o Sistema Gerenciador de Banco de Dados *MySQL*.

Para validar a pesquisa e o sistema de banco de dados desenvolvido, foi realizado um estudo de caso, levantando-se as informações disponíveis para as três bases aéreas na região Sul do Brasil e, com a aplicação de alguns modelos de previsão de desempenho para determinadas famílias de pavimentos aeroportuários, foi desenvolvido um plano de intervenções para um horizonte de até 3 anos, a fim de prolongar a vida útil dos pavimentos e manter as pistas de pouso e decolagem em condições permanentemente operacionais.

O banco de dados desenvolvido reunirá, num primeiro momento, apenas os aspectos específicos e de relevância para a Força Aérea Brasileira (FAB) de acordo com as suas necessidades e possibilidades de monitoramento, concebido de modo que possa ser implementado em etapas.

Quaisquer informações ou elementos que não estiverem contemplados na Especificação de Requisitos não fazem parte do escopo deste trabalho.

2.1 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação foi dividida em oito capítulos. O primeiro capítulo destina-se à introdução do trabalho, explanando o contexto em que se identificou o problema e a solução adotada.

O segundo capítulo aborda a metodologia de pesquisa adotada.

O terceiro capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre os aeroportos e aspectos gerais sobre a gerência de pavimentos, em especial, no âmbito do COMAER.

O quarto capítulo contém uma síntese das características da rede estudada, tais como o inventário de condição dos pavimentos, dados de tráfego aéreo, histórico de intervenção e tráfego predominante.

O quinto capítulo apresenta algumas análises realizadas e o programa de intervenções sugerido.

O sexto capítulo apresenta algumas características do aplicativo desenvolvido para o cadastramento de dados e das avaliações.

O sétimo capítulo apresenta as conclusões gerais, específicas e recomendações.

Por fim, o oitavo capítulo contém as referências consultadas para a elaboração deste trabalho.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 TIPOLOGIA DOS AEROPORTOS

De acordo com o Código Brasileiro de Aeronáutica (Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986), um aeródromo é toda área destinada a pouso, decolagem e movimentação de aeronaves. Os aeródromos podem ser classificados em civis (quando destinados ao uso de aeronaves civis) e militares (quando destinados ao uso de aeronaves militares). Os aeródromos civis podem ser subdivididos em:

- **Públicos:** constituem universidades e patrimônios autônomos, enquanto mantidas sua destinação específica pela União. Só podem ser fechados mediante ato administrativo da Autoridade de Aviação Civil (no caso, a ANAC) e são abertos ao tráfego através de processo de homologação; e
- **Privados:** só podem ser utilizados com a permissão de seu proprietário, sendo vedada sua exploração comercial - o proprietário não pode sujeitar os usuários de seu aeródromo ao pagamento de tarifas. São abertos ao tráfego através de processo de registro e podem ser fechados a qualquer tempo pelo proprietário ou pela Autoridade de Aviação Civil.

Os Aeroportos são os aeródromos públicos dotados de instalações e facilidades para apoio de operações de aeronaves e de embarque e desembarque de pessoas e cargas. Portanto, todo aeroporto é também um aeródromo, mas a recíproca não é verdadeira.

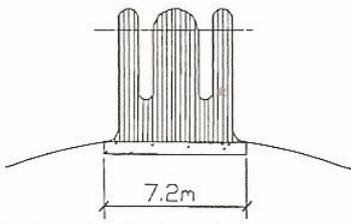
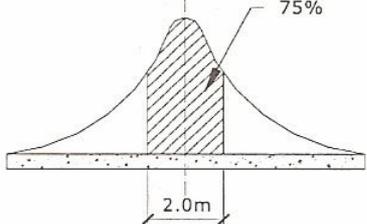
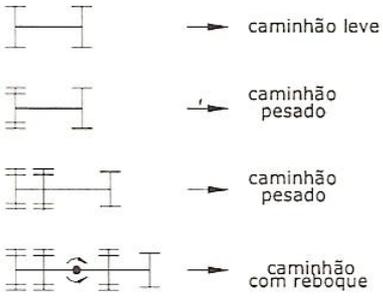
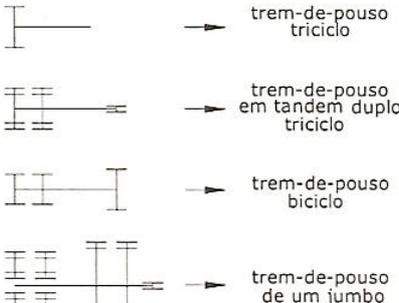
Os aeródromos estudados neste trabalho são predominantemente militares, como a Base Aérea de Canoas (BACO) e a Base Aérea de Santa Maria (BASM). Contudo, com autorização de seu Comandante, a BASM destina parte de sua infraestrutura à operação de aeronaves civis, como operação de linhas aéreas regulares e voos de instrução, pois lá está instalado o Aeroclub de Santa Maria, que utiliza o pátio auxiliar.

As instalações da Base Aérea de Florianópolis estão localizadas junto ao Aeroporto Internacional de Florianópolis. Trata-se de um aeródromo compartilhado, onde alguns componentes (pistas de pouso, táxis, pátio civil e terminal de passageiros) são administrados pela INFRAERO, resumindo-se as instalações militares a uma pista de táxi (*taxiway C*) e um pátio de estacionamento de aeronaves, estes, gerenciados pela Aeronáutica.

3.2 DIFERENÇAS ENTRE PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS E AEROPORTUÁRIOS

Medina e Motta (2005) apontaram uma série de diferenças entre as características de alguns veículos e aeronaves que fazem uso de rodovias e aeródromos, respectivamente, as quais foram transcritas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Algumas características de rodovias, veículos, aeródromos e aeronaves

Características	Rodovias	Aeródromos
Largura das pistas	7 a 10 m	20 a 50 m (táxis: 10 a 25 m)
Comprimento	Vários quilômetros	Até cerca de 3000 m
Cargas	10 tf por eixo, veículo 45 tf máximo	100 tf ou mais por trem de pouso principal, aviões de até 500 tf
Frequencia de repetição de cargas	Por exemplo: 2000 veículos por dia, vários milhões na vida de serviço, o efeito de fadiga dos materiais é importante.	Pequena, por dia: 50 a 100; menos de 1000.000 na vida de serviço
Pressão dos pneumáticos	0,15 a 0,6 MPa (1,5 a 6 Kgf/cm ²)	1,0 a 3,0 MPa (10 a 30 Kgf/cm ²)
Distribuição transversal da carga nas pistas	 <p>(não se faz diferenciação transversal praticamente)</p>	 <p>(diferencia-se o dimensionamento transversalmente)</p>
Impacto de veículo no pavimento	Pequeno	Grande no pouso, porém minorado pela sustentação do ar e amortecimento.
Ação de carga dinâmica (vibrações) de veículos parados	Não considerada	É importante nas cabeceiras das pistas, na decolagem e nas pistas de taxiamento
Ação de frenagem	Não é relevante; nas ruas sim, nos sinais luminosos (semáforos), nos cruzamentos, etc.	Importante quando do acionamento dos motores, com as rodas do trem de pouso travadas, antes da decolagem.
Geometria de rodas		

(fonte: MEDINA e MOTTA, 2005)

Com relação ao pavimento aeroportuário, a Tabela 3.1 indica a possibilidade de um dimensionamento diferenciado transversalmente, devido à concentração de cargas no eixo da pista, a fim de obter-se um pavimento mais econômico. Contudo, após a análise de diversos projetos de aeródromos públicos, submetidos à aprovação do V COMAR, observou-se que esta não tem sido uma prática frequentemente adotada pelos projetistas.

Em razão das inconveniências resultantes da interdição de uma pista onde opera aviação regular e da difícil compatibilização geométrica entre os elementos existentes e os novos pavimentos que serão executados, pois as tolerâncias são menores para aeroportos (ref. Anexo XIV da OACI e RBAC nº 154), muitos dos pavimentos já têm sido dimensionados para a aeronave crítica que compõe “mix” do último horizonte de projeto, como forma de reduzir a interferência de obras de alargamento nas pistas originais e facilitar a expansão do complexo aeroportuário.

3.3 CLASSIFICAÇÃO DE PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS SEGUNDO A OACI

Devido ao crescente número de configurações diferentes de carga e de trens de pouso, tornou-se impraticável a notificação da resistência dos pavimentos aeroportuários apenas pela carga bruta das aeronaves. De acordo com a Instrução de Aviação Civil - IAC 157-1001, de 2008, a Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) recomenda desde 1977 a adoção do sistema ACN/PCN.

Pelo método é possível expressar o efeito individual de uma aeronave sobre diferentes pavimentos através de um único número, que varia de acordo com o peso e a configuração da aeronave (tipo de trem de pouso, pressão de pneu, entre outros), o tipo de pavimento e a resistência do subleito. Esse número é denominado Número de Classificação de Aeronave (ACN – *Aircraft Classification Number*).

O ACN representa o efeito relativo no pavimento produzido pelo trem de pouso de cada aeronave, padronizado para uma Carga de Roda Simples Equivalente (CRSE) e, por definição, a CRSE assim calculada, multiplicada por dois, representa o ACN da aeronave.

Por outro lado, a capacidade de carga de um pavimento também pode ser expressa por um único número sem especificar uma aeronave em particular ou informações detalhadas do pavimento. Este número é denominado Número de Classificação de Pavimento (PCN – *Pavement Classification Number*). Referências completas sobre o cálculo do ACN e

procedimentos para determinação do PCN de pavimentos aeroportuários podem ser encontrados em Roehrs (2002).

Para que uma aeronave possa operar, sem restrições, em um pavimento, basta que $ACN \leq PCN$. Como exemplo, a resistência da pista de pouso e decolagem da Base Aérea de Canoas consta no Manual Auxiliar de Rotas Aéreas (ROTAER) como PCN 46 F/C/X/U, onde:

- Número de Classificação de Pavimento (PCN) é 46;
- F representa um pavimento flexível (R representa um pavimento rígido);
- C é a categoria de resistência do subleito, baixa, neste caso ($4 < CBR < 8$), as categorias de resistência do subleito podem ser A (alta), B (média), C (baixa) e D (muito baixa);
- X é a pressão máxima de inflação de pneus da aeronave, neste caso, média (até 1,5 MPa), as categorias de pressão máxima permitida podem ser W (alta), X (média), Y (baixa) e Z (muito baixa); e
- U é o método de avaliação do PCN, que resulta de um estudo técnico (T) ou é baseada na experiência de aeronaves que operam usualmente sobre o pavimento (U).

Utilizando essa metodologia, a OACI considera apenas dois grupos de pavimentos: rígidos e flexíveis. Diferentes combinações de tipos de pavimentos podem resultar em um pavimento complexo que se classifica entre um pavimento flexível e um pavimento rígido. Balbo (2007) tratou esse tema com toda a sua profundidade e a sua discussão não faz parte do escopo deste trabalho. Contudo, para efeito de notificação da resistência, a IAC 157-1001 recomenda que esses pavimentos sejam classificados como flexíveis e a sua notificação de PCN deve apresentar uma observação informando que se trata de construção composta.

Como o planejamento para efeito de manutenção visa recuperar preventivamente a superfície dos pavimentos, a DIRENG tem utilizado esse critério simples para a classificação dos pavimentos dos aeródromos militares e é o que também será utilizado neste trabalho.

3.4 ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO E TIPOS DE DEFEITOS

As atividades de manutenção compreendem todas as intervenções que afetem direta ou indiretamente o nível de serventia atual ou o desempenho futuro de um pavimento. Existem diversas maneiras de classificar essas atividades, mas no caso desta pesquisa optou-se pelas definições propostas por Gonçalves (2007):

1. **Conservação:** Consiste em intervenções que visam à correção total ou parcial de deficiências funcionais e/ou à proteção da estrutura do pavimento contra uma degradação mais acelerada durante os próximos anos;
2. **Restauração:** É o processo de se trazer a sua condição funcional a níveis aceitáveis por meio de intervenções que sejam técnica e economicamente adequadas e eficazes, o que implica que a durabilidade e o desempenho da solução implementada devam atender a requisitos mínimos, além de levarem a um retorno máximo do investimento realizado, dentro das restrições técnicas e operacionais existentes. A restauração requer, portanto, a execução de um projeto de engenharia completo e consistente; e
3. **Reconstrução:** Consiste na remoção total do pavimento existente e é utilizada quando:
 - Os custos de uma restauração superam o da reconstrução do pavimento;
 - Não há confiabilidade suficientemente aceitável para o desempenho do pavimento restaurado; e
 - O pavimento deve ser restaurado e haverá também uma mudança de geometria, motivada, por exemplo, pela necessidade de elevação de um padrão operacional.

Nas Tabelas 3.2 e 3.3 consta uma listagem reunindo os defeitos mais comuns em pavimentos flexíveis e rígidos, respectivamente, bem como a indicação de alguns métodos de reparos.

Tabela 3.2: Defeitos comuns em pavimentos flexíveis

Defeito n°	Nomenclatura	Causas	Métodos de reparo
1	Trinca couro de crocodilo ou trinca de fadiga	Tráfego/fadiga	Reparo superficial
2	Exsudação	Gradientes térmicos; Dosagem de mistura asfáltica	Reparo superficial
3	Trinca em blocos	Tráfego/fadiga; Gradiente de temperatura	Reparo superficial
4	Ondulação	Tráfego/fadiga; Dosagem de mistura asfáltica	Reparo superficial
5	Depressão	Tráfego/falha executiva	Reparo superficial
6	Erosão por carbonização	Tráfego; Gradientes térmicos;	Reparo superficial
7	Trinca de reflexão de junta (longitudinal e transversal)	Gradientes térmicos ou de umidade	Selagem
8	Trinca longitudinal e transversal	Tráfego/fadiga	Selagem
9	Contaminação por óleo	Derramamento de óleo, combustível ou material solvente	Reparo superficial
10	Remendo	Deterioração do revestimento	Reparo superficial
11	Agregado polido	Tráfego e intemperismo	Reparo superficial
12	Envelhecimento ou desagregação	Tráfego e intemperismo	Reparo superficial
13	Trilha de roda	Tráfego/fadiga; Dosagem de mistura asfáltica	Reparo superficial
14	Elevação no encontro de placas	Gradiente de temperatura;	Reparo superficial
15	Trinca de escorregamento	Falta de aderência revestimento-base; Dosagem de mistura asfáltica	Selagem
16	Expansão ou inchamento	Congelamento ou solo expansivo	Reparo superficial

(fonte: DIRENG/ INFRAERO e SILVA, 2005)

Dependendo do tipo de defeito e da severidade, o reparo superficial dos pavimentos flexíveis pode variar desde serviços de conservação, como a aplicação de rejuvenescedores asfálticos, como o PDC (*Pavement Dressing Conditioner*), intervenções na superfície, tais como pré-misturado a frio (PMF), tratamentos superficiais (TSS, TSD, TST), lama asfáltica, microrrevestimento asfáltico e capa selante, culminando com intervenções mais pesadas como os serviços de restauração, remendos em concreto asfáltico, recapeamentos, reforço estrutural e, finalmente, a reconstrução parcial ou total do pavimento.

Após a realização de diversas inspeções em pistas de aeródromos da região Sul, observou-se que o uso de PMF, tratamentos superficiais e lama asfáltica para o rejuvenescimento de pavimentos aeroportuários não tem conduzido a bons resultados, pois constatou-se a desagregação precoce do revestimento em diversas pistas, provavelmente, devido ao efeito das intempéries combinado à área preferencial de movimentação das aeronaves (eixo da pista), o que contribui com risco de ingestão de FOD (*Foreign Object Damage*) pelas turbinas de aeronaves movidas a jato.

Este tipo de problema foi identificado, inclusive, na pista auxiliar da Base Aérea de Santa Maria, e foi necessária a aplicação de rejuvenescedor asfáltico do tipo PDC para corrigir o problema, conforme indicado na Figura 3.1.



(a) Defeito

(b) Solução

Figura 3.1: Pista auxiliar da BASM: (a) Desagregação de lama asfáltica; (b) Aplicação de PDC

No estudo do desempenho de pavimentos flexíveis da rede estadual de aeroportos administrada pelo Departamento Aeroportuário do Rio Grande do Sul – DAP/RS, Macedo (2005) verificou que os revestimentos em pré-misturado a frio são os que se deterioram com maior velocidade, sendo, inclusive, menos duráveis que os tratamentos superficiais.

Macedo (2005) observou ainda que a vida de serviço dos pavimentos rígidos aeroportuários em concreto de cimento portland variou entre 20 e 50 anos, sendo superior à vida de serviço dos pavimentos flexíveis com revestimento em concreto asfáltico, a qual variou entre 10 e 20 anos.

A Tabela 3.3 indica os principais defeitos, causas e alguns métodos de reparo de pavimentos rígidos.

Tabela 3.3: Defeitos mais comuns nos pavimentos de concreto

Defeito nº	Nomenclatura	Causas	Métodos de reparo
1	Desgaste superficial	Qualidade de argamassa insuficiente para a abrasão de pneus; fissuras de retração plástica	Nada a fazer ou selagem
2	Fissuras finas e curtas interligadas	Retração plástica (durante a cura)	Nada a fazer ou selagem
3	Polimento	Intensa abrasão associada a agregados pouco duros	Nada a fazer ou nova ranhura
4	Fissuras transversais	Retração de secagem; fadiga do concreto; perda de suporte; atraso em serragem de junta (secagem); mau posicionamento de barras de transferência	Selagem; <i>retrofit</i> ; remendo parcial da placa
5	Fissuras longitudinais	Retração de secagem	Selagem; <i>retrofit</i> ; remendo parcial da placa
6	Abertura de junta longitudinal	Ausência de barras de ligação; insuficiência de barras de ligação	Enchimento de junta
7	Afundamento	Baixa resistência do terreno	Reconstrução da placa
8	Perda de suporte em junta com fissura transversal	Vazios sob a placa nas juntas, decorrentes de bombeamento de finos	Remendo parcial
9	Escalonamento	Afundamento plástico diferencial entre placas sucessivas; vazios sob a placa na junta	Nivelamento por fresagem na região afetada; substituição de placa
10	Perda de selante	Envelhecimento natural (com quebras); falta de manutenção em juntas	Resselagem
11	Alçamento	Compressão de placa contra placa em área de frenagem	Remendo parcial ou total e colocação de junta de expansão
12	Fissuras de canto	Fadiga e resistência	Selagem; remendo parcial
13	Buraco	Evolução de fissuras interligadas com quebras no concreto	Remendo parcial
14	Bombeamento de finos	Entrada e acúmulo de água	Selagem de juntas e fissuras; injeção de <i>grout</i> na base
15	Partição de placas	Fadiga e resistência	Selagem de fissuras; remendo parcial, substituição da placa
16	Fissuras em mapa ou carcaça de tartaruga	Reação álcalis-agregados	Nada a fazer; substituição da placa
17	Esborcinamentos	Causas construtivas; resistência do concreto na superfície; excesso de pasta ou argamassa	Remendos parciais
18	Perda de selante	Desgaste do material	Resselagem
19	Remendos	Deterioração do remendo	Novo remendo
20	Desnívelamento pista/acostamento	Afundamento	Substituição de placa; recapeamento asfáltico

(fonte: BALBO, 2009)

3.5 GERÊNCIA DE PAVIMENTOS - CONCEITUAÇÕES

O termo Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) ou, do inglês, *Pavement Management System* (PMS) começou a ser utilizado por pesquisadores dos Estados Unidos e do Canadá no final da década de 60 para designar sistemas onde analisavam-se as características dos pavimentos e definiam-se estratégias ótimas de manutenção (HAAS & HUDSON, 1982).

Com o passar dos anos, o termo “gerenciar pavimentos” passou a ter uma série de definições, dependendo da abordagem e do nível de profundidade com que cada autor trata o assunto.

Existem muitas definições para SGPs, contudo, a definição da AASHTO (*apud* MARCON, 1996) aproxima-se bastante do conceito de gerência adotado neste trabalho:

“Um sistema de gerência de pavimentos é um conjunto de ferramentas ou métodos que ajudam os tomadores de decisão a encontrar estratégias ótimas para prover, avaliar e manter pavimentos em uma condição aceitável durante um determinado período de tempo.”

A Gerência de Pavimentos divide-se em dois níveis fundamentais: o nível de projeto e o nível de rede. De acordo com Rodrigues (2003), a gerência em nível de projeto considera as necessidades futuras de manutenção de um componente ou estrutura, as quais deveriam ser estimadas da melhor forma possível já durante o projeto original, dentro do horizonte de tempo definido pela vida de serviço da estrutura a ser projetada, a fim de se procurar adotar a solução de projeto que fosse a mais econômica a longo prazo.

Em nível de rede, são tratadas questões macro, tais como:

- Quais medidas de conservação e restauração devem ser empreendidas de acordo com o volume de recursos disponível ou a realizar;
- Quais são os pavimentos mais carentes;
- Quais resultados podem ser esperados depois das correções realizadas, etc.

Ainda conceitualmente falando, um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) pode ser definido como a aplicação de um conjunto de métodos, técnicas e ferramentas que ajudam

a executar as tarefas acima descritas, sendo que a função principal de um SGP é permitir o aumento da eficiência das tomadas de decisão, expandir o seu escopo, fornecer *feedback* quanto às consequências das decisões, facilitar a coordenação das atividades dentro da organização e assegurar a consistência das decisões tomadas, em diferentes níveis de gerência, dentro da mesma organização.

Considerando os sistemas de gerência de pavimentos desenvolvidos para áreas urbanas, Bourahli (1997) destaca o MicroPaver e o BAPMS como os dois sistemas para gerenciamento em nível local (município e cidade) mais populares nos Estados Unidos.

Em nível de Brasil, pode-se destacar o caso bem sucedido do HDM-III, utilizado pelo Banco Mundial. No Rio Grande do Sul, tem-se os bem aplicados sistemas de gerência desenvolvidos pela CONCEPA, DAER e Prefeitura Municipal de Porto Alegre para suas respectivas redes rodoviárias e urbanas.

No caso da gerência de pavimentos aeroportuários, Costa e Zapff (1994) anunciavam que um dos maiores problemas encontrados na rede de aeroportos do Brasil era o fato de não se possuir ainda, a nível nacional, uma visão sistêmica no sentido da aplicabilidade da gerência de pavimentos.

Nesse sentido, houve, no passado, algumas tentativas de se implantar Sistemas de Gerência para redes regionais de aeroportos da INFRAERO, como foi o caso do SGP preliminar para o Aeroporto Internacional de Guarulhos, idealizado por Espescht (1990) e o Sistema IAPMS aplicado à rede da INFRAERO, reestruturado posteriormente pela DIRENG (FONSECA, 1999) através da Fundação Casimiro Montenegro Filho, vinculada ao ITA.

Macedo (2005) realizou estudos para a implantação de um SGP para a rede de aeroportos do DAP/RS.

Cordovil (2003) também desenvolveu um sistema de banco de dados para o gerenciamento de aeródromos militares na Amazônia, testado experimentalmente na COMARA.

Contudo, nenhum dos sistemas supracitados que foram desenvolvidos para pavimentos aeroportuários foi, de fato, implantado ou permaneceu em pleno funcionamento.

De acordo com Gonçalves (2007) um fato que merece atenção no Brasil é o de que, tratando-se de atividades que envolvem a gerência da manutenção dos pavimentos, existe uma grande distância entre os responsáveis pelo aspecto técnico do processo (projetistas, consultores, etc.) e os administradores de recursos públicos, o que aumenta as dificuldades de entendimento de que as atividades de manutenção não significam apenas redução de custo,

mas também a preservação do patrimônio existente, bem como o aumento da segurança operacional.

3.6 A GERÊNCIA DE PAVIMENTOS NO ÂMBITO DO COMAER

A finalidade da Gerência de Pavimentos na Aeronáutica parte do princípio da imprescindibilidade de manter os aeródromos militares permanentemente operacionais, a fim de permitir o pleno emprego da Força.

Segundo a Instrução do Comando da Aeronáutica - ICA 85-10 (2003), o termo gerência em nível de rede tem a ver com a atividade de Gerência de Pavimentos que considera todas as seções da rede pavimentada numa análise macro.

A Sistemática da gerência de pavimentos no âmbito do COMAER visa reunir um conjunto de técnicas ou métodos e procedimentos para oferecer suporte a decisões quanto ao estabelecimento de estratégias efetivas e econômicas para prover e manter, ao longo do tempo, uma rede de pavimentos em condições de serventia operacional.

Com relação à abrangência, a Sistemática a ser implantada deverá permitir o gerenciamento de todos os aeródromos de interesse militar a serem contemplados pelo Comando da Aeronáutica, sendo que caberá ao EMAER a seleção dos aeródromos a serem incluídos no referido planejamento.

O levantamento de dados deverá, a princípio, ser realizado por elementos orgânicos, ou seja, militares que compõem as equipes de Gerência de Pavimentos dos SERENG, devendo-se proceder a monitorizações periódicas das condições operacionais das diversas seções de pavimentos, a fim de permitir ajustes e o gerenciamento de modelos de previsão de deterioração.

As inspeções periódicas deverão ser empreendidas a cada dois ou três anos, em função da importância operacional da cada aeródromo incluído no sistema e os dados levantados serão reduzidos à informação útil, expressa na forma de indicadores de condição, pelas equipes regionais de Gerência de Pavimentos, e serão incluídos no planejamento, a fim de permitir análises e simulações de funcionamento da rede pavimentada de aeródromos.

Os SERENG procederão a simulações de desempenho das diversas seções de pavimentos dos aeródromos regionais incluídos no Planejamento, considerando, para tanto, diferentes cenários de condição operacional dos pavimentos. A finalidade será gerar listas

priorizadas de recomendações de intervenções de conservação e restauração (C&R) a serem submetidas pelos Comandos Aéreos Regionais à apreciação do EMAER.

O EMAER, ao consolidar as necessidades de cada COMAR, poderá, por sua vez, realizar novas simulações de desempenho, considerando todos os aeródromos nacionais incluídos na Sistemática.

Com a finalidade de agilizar as análises e simulações da Sistemática, poderão ser utilizados “*softwares*” auxiliares compatíveis com a concepção estabelecida naquela norma.

No presente estágio de implantação, prevê-se o enfoque da gerência de pavimentos de aeródromos militares em nível de rede, com o propósito de subsidiar as decisões estratégicas de planejamento, priorização, programação e alocação de recursos a serem tomadas no âmbito do EMAER.

3.7 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO – O MÉTODO PCI

Para a avaliação dos defeitos de superfície, o método de levantamento mais frequente é a inspeção visual, que pode ser conduzida a pé ou dentro de um veículo trafegando à baixa velocidade.

Existem métodos de levantamento inteiramente automatizados, utilizando técnicas e equipamentos sofisticados como computadores portáteis, vídeo-câmeras, laser, etc. Contudo, esta ainda não é a realidade da Gerência de Pavimentos no âmbito da Aeronáutica.

De acordo com Vizir (*apud* BOURAHLI, 1997), o conhecimento do estado da superfície do pavimento é o elemento essencial de identificação e muitas vezes pode se constituir até como o único elemento para avaliação do pavimento.

Conforme exposto pelo autor, geralmente em Sistemas de Gerência de Pavimentos para vias urbanas, a condição do pavimento é avaliada apenas em termos de degradação de superfície, mediante inspeção visual, pois a avaliação da capacidade estrutural, com equipamentos para medida de deflexão, é útil apenas em nível de projeto, pois quando usada para a tomada de decisão, acarreta em grande acréscimo de custos e gera informações em excesso.

A medida de muitos parâmetros em aeroportos também é muito difícil em função da escassa possibilidade de interdição das pistas, além da carência de recursos para compra e manutenção de equipamentos.

Marcon (1996) acrescenta ainda que a avaliação deverá ser adequada às características e peculiaridades dos pavimentos e aos objetivos da organização, pois o número de variáveis a se levantar aumenta proporcionalmente os custos da avaliação.

Dentre os muitos métodos disponíveis para a avaliação de pavimentos aeroportuários, a Diretoria de Engenharia da Aeronáutica optou pelo monitoramento do Índice de Condição de Pavimento (PCI - *Pavement Condition Index*), um parâmetro obtido a partir de inspeção visual que pode ser aplicado a pavimentos rígidos e flexíveis e, a partir dele, pode-se estimar custos de manutenção, fazer previsões sobre o estado futuro do pavimento, etc. Este índice também foi indicado pela FAA para uso em aeroportos civis.

Desenvolvido por Shahin (1979), publicado pelo Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE – *United States Corp of Engineers*) e normatizado pela ASTM (D 5340-98), o PCI é uma nota, baseada em critérios técnicos, atribuída para caracterizar o estado de conservação da superfície do pavimento, que varia de 0 (péssimo) a 100 (excelente), e a partir dos mesmos, definir critérios para as intervenções, conforme indicado na Tabela 3.4.

Tabela 3.4: Faixas de PCI e indicação dos tipos de serviços de manutenção

Faixa	Conceito	Intervenção
100 - 86	EXCELENTE	Medidas de conservação
85 - 71	MUITO BOM	
70 - 56	BOM	Restauração
55 - 41	REGULAR	
40 - 26	RUIM	
25 - 11	MUITO RUIM	Reconstrução
10 - 0	ROMPIDO	

(Fonte: DIRENG/INFRAERO; PENNSYLVANIA DT, 2010)

Os passos para a avaliação do PCI são basicamente os seguintes:

1. Dividir o aeródromo em áreas típicas (submetidas ao mesmo tipo de tráfego ou esforço estrutural). Ex: Pista de pouso e decolagem, pistas de táxi ou pistas de rolamento e pátios;
2. Coletar dados de serviço como área, revestimento, estrutura, tráfego, etc;
3. Dividir as áreas em seções homogêneas, de preferência de mesma estrutura, idade, sujeitas ao mesmo tipo de intemperismo e tráfego (vide exemplo na Figura 3.3);
4. Dividir cada seção homogênea em **N** unidades amostrais e inspecionar **n** delas;

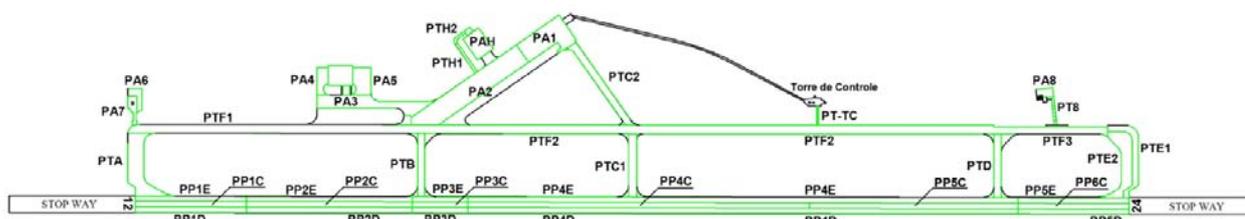


Figura 3.3: Esquema das seções homogêneas definidas para a BACO (fonte: DIRENG, 2007)

As áreas típicas de uma área operacional são comumente divididas da seguinte forma:

- PP – Pista de pouso: tráfego predominantemente rápido e cargas dinâmicas;
- PT – Pistas de táxi: tráfego rápido ou lento e cargas dinâmicas; e
- PA – Pátio de estacionamento de aeronaves: tráfego lento e cargas predominantemente estáticas.

A fim de se separar as diferentes frequências com que os pavimentos são solicitados, as seções das áreas típicas foram ainda divididas por trechos (1, 2, 3, etc.), adotando-se a seguinte notação para as faixas:

- E – Bordo Esquerdo;
- C – Faixa Central; e
- D – Bordo Direito.

As dimensões de uma unidade amostral (UA) podem variar. O método sugere a inspeção de unidades com 225 m². A ASTM recomenda o critério de 450 ± 180 m² para pavimentos flexíveis e 20 ± 8 placas para pavimentos rígidos, sendo que a DIRENG tem procurado seguir este critério.

De acordo com o Manual de Identificação de Defeitos em Pavimentos de Aeroportos (DIRENG/INFRAERO), o número de unidades amostrais a serem avaliadas para fins da gerência de aeródromos de interesse militar é definido conforme a tabela 3.5.

Tabela 3.5: Número de unidades amostrais a serem avaliadas

Número de Unidades Amostrais	Número de Unidades a avaliar
1 – 5	1
6 – 10	2
11 – 15	3
16 – 40	4
> 40	10%

O PCI de cada seção é calculado com base na dedução de valores do topo da escala por meio do Modelo 3.1.

$$\text{PCI} = 100 - \text{CDV}$$

Modelo 3.1

Onde CDV é o valor de dedução corrigido, dado pelo somatório dos valores de dedução (TDV) definidos para cada tipo de defeito na seção de pavimento avaliada.

Estes valores foram obtidos através de curvas desenvolvidas empiricamente pelo USACE para os principais tipos de defeito, em função da sua natureza (tipo de defeito), da densidade e do grau de severidade (deterioração). Uma curva típica está indicada na Figura 3.4. A lista de defeitos definidas pelo método é a mesma que foi apresentada nas Tabelas 3.2 e 3.3.

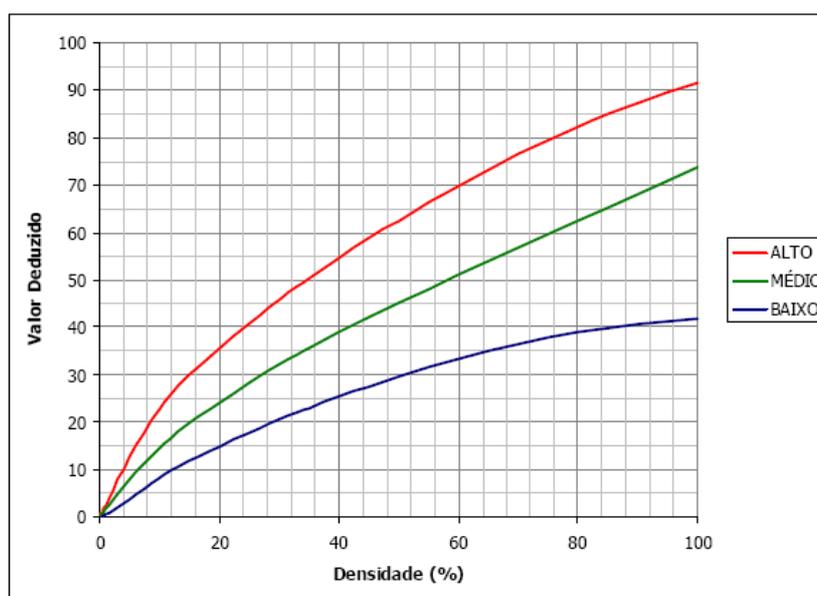


Figura 3.4: Curva para dedução do defeito "Quebra de Canto" em placas de concreto (fonte: DIRENG/INFRAERO)

Por fim, o $\text{PCI}_{\text{final}}$ de cada seção é obtido por meio da média aritmética ou média aritmética ponderada, conforme o tamanho das unidades e do número de unidades adicionais avaliadas.

3.8 MODELOS DE PREVISÃO DE DESEMPENHO BASEADOS NO PCI

De acordo com Espescht (1990), o PCI foi desenvolvido visando-se obter:

1. Um padrão para avaliação da integridade estrutural do pavimento, de modo a permitir que avaliações feitas em datas e locais diferentes pudessem ser comparadas entre si;
2. Um critério para determinar as prioridades de reparo e manutenção a partir da comparação dos índices em diferentes seções do pavimento; e
3. Uma forma de se acompanhar o desempenho de um pavimento, pela comparação dos PCIs do mesmo ao longo do tempo.

De acordo com Shahin e Whalter (1990), o ideal seria coletar valores de PCI ao longo do tempo para o sistema de pavimentos que se deseja gerenciar e depois obter-se uma equação de regressão para os dados encontrados, específica para o aeroporto ou rodovia em questão.

Entretanto, em função das poucas avaliações disponíveis para a calibração de modelos específicos para os pavimentos em questão, buscou-se modelos disponíveis na literatura, oriundos de pesquisas desenvolvidas no ITA para determinadas famílias de pavimentos aeroportuários.

Nascimento (2001) analisou o desempenho de diversas seções de pavimentos aeroportuários da rede INFRAERO, chegando a propor alguns modelos de previsão baseados nos valores de PCI que foram obtidos por monitoração. Para pavimentos com revestimento flexível novo, analisando 29 seções com idade inferior a 28 anos e submetidos ao tráfego médio, propôs o Modelo 3.2 e constante na Figura 3.5.

$$\text{PCI} = 100 - 9,549621(\text{IDADE}) + 1,454952(\text{IDADE})^2 - 3,928737 \times 10^{-3} (\text{IDADE})^3 \quad \text{Modelo 3.2}$$

Com $R^2 = 0,77$.

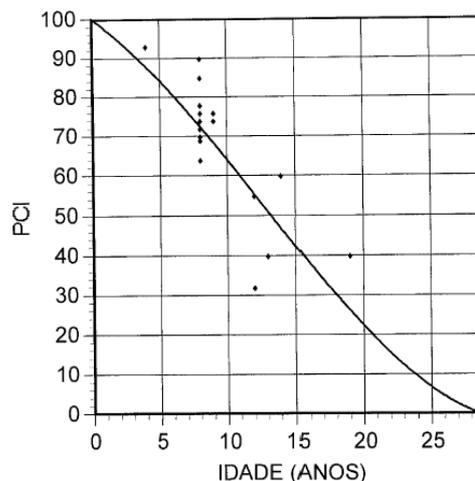


Figura 3.5: Pavimento flexível novo - Relação do PCI com a idade do pavimento

Para pavimentos flexíveis da Região Norte, onde predominaram intervenções do tipo recapeamento em CBUQ, analisando 56 seções com idade de revestimento variando entre 2 a 12 anos, Nascimento (2001) propôs o Modelo 3.3 e indicado na Figura 3.6.

$$PCI = 100 - 9,720820(IDADE) + 1,338964(IDADE)^2 - 7,567458 \times 10^{-3} (IDADE)^3 \quad \text{Modelo 3.3}$$

Com $R^2 = 0,49$.

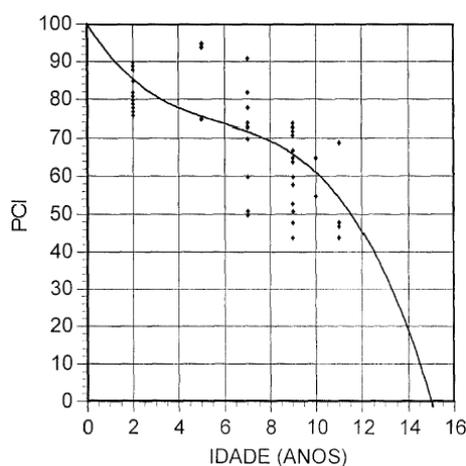


Figura 3.6: Pavimento flexível com recapeamento em CBUQ – Região Norte

Para os pavimentos rígidos, após a análise de 96 seções, Nascimento (2001) concluiu que, de um modo geral, eles tenderam a manter sua condição ao longo de sua vida útil, pois foram confirmadas seções com mais de 20 anos, com valores de PCI superiores a 50.

Após tratar os dados e reunir as seções sujeitas ao tráfego médio, utilizadas como pátio de aeronaves e idade variando entre 2 e 52 anos, foi obtido o modelo de regressão apresentado na Modelo 3.4 e disposto na Figura 3.7.

$$PCI = 100 - 2,393881(\text{IDADE}) + 6,862027 \times 10^{-2} (\text{IDADE})^2 - 6,740426 \times 10^{-4} (\text{IDADE})^3 \quad \text{Modelo 3.4}$$

Com $R^2 = 0,47$.

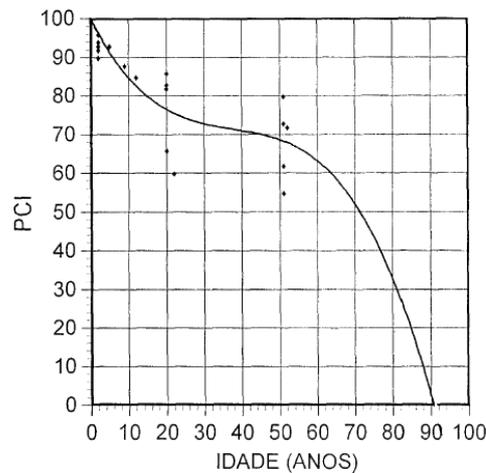


Figura 3.7: Pavimento rígido utilizado como pátio

Macedo (2005) desenvolveu modelos de previsão para algumas famílias de pavimentos aeroportuários para a rede do DAP/RS, DAESP e de aeroportos do estado do Texas nos Estados Unidos, conforme indica a Modelo 3.5 e a Tabela 3.6.

$$PCI = 100 + \hat{a}_1 I + \hat{a}_2 I^2 + \hat{a}_3 I^3 + \hat{a}_4 I^4 \quad \text{Modelo 3.5}$$

Tabela 3.6: Variáveis dos modelos de previsão desenvolvidos por Macedo (2005)

Rede	Família	\hat{a}_1	\hat{a}_2	\hat{a}_3	\hat{a}_4	R^2
DAP/RS	CA	-3,20967				0,55
	TS	-5,15043				0,88
DAESP	CA	-6,38645	0,19095	0,00446	-0,00025	0,76
	CCP	-0,98578	-0,13207	0,00606	-7,40E-05	0,88
INFRAERO	CA	-5,54957	0,27885	-0,00484		0,47
	CCP	-1,37659	-0,02959	0,00161	-1,61E-05	0,31

Onde:

\hat{a}_1 , \hat{a}_2 , \hat{a}_3 e \hat{a}_4 são os coeficientes do polinômio;

I: idade do pavimento em anos;

R^2 : o coeficiente de correlação;

CA: Concreto asfáltico;

TS: Tratamento Superficial; e

CCP: Concreto de Cimento Portland.

De acordo com Bourahli (1997), no *software* MicroPaver, a previsão da condição de um pavimento é efetuada através de uma família de curvas, com seções de pavimento do mesmo tipo e uso, e ajustadas usando as técnicas de mínimos quadrados restritos.

Na previsão do PCI considera-se que o comportamento de uma seção é semelhante ao comportamento de sua família e é feita através da projeção de uma linha reta através dos últimos pontos de PCI.

Esta metodologia tem sido aplicada no gerenciamento de outras redes de pavimentos aeroportuários, como por exemplo, um recente plano de investimentos desenvolvido pelo Departamento de Transportes da Pennsylvania para a sua malha aeroportuária (Figura 3.8).

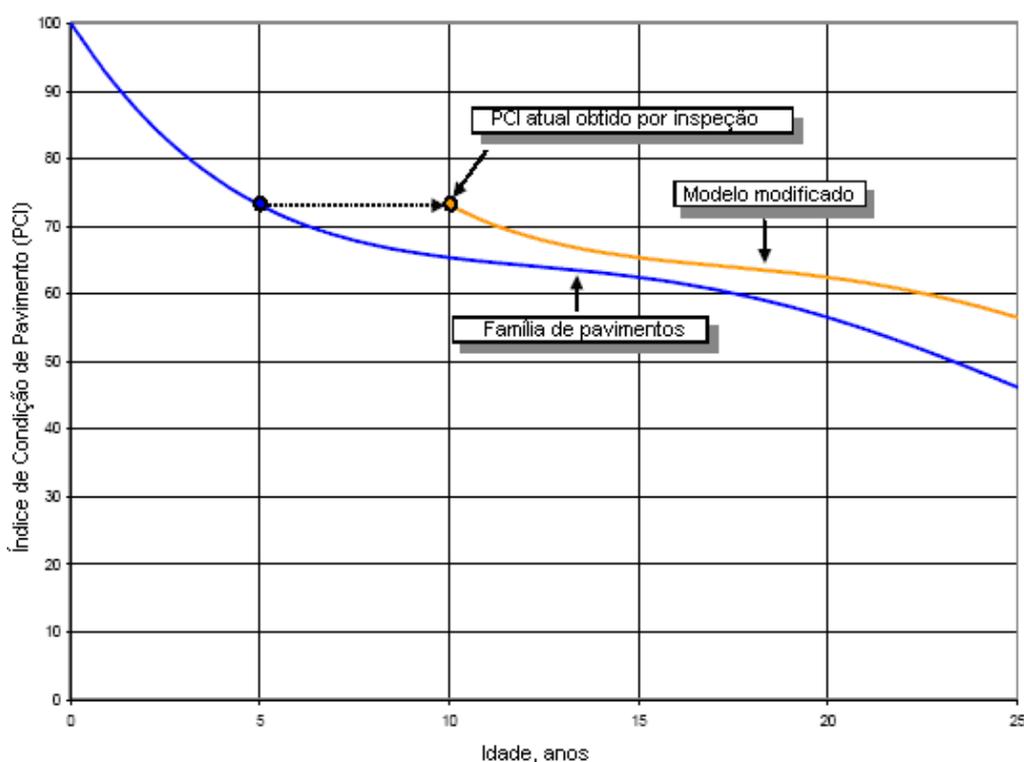


Figura 3.8: Aplicação dos modelos existentes no MicroPaver para prever o desempenho futuro de determinada família de pavimentos (fonte: PENNSYLVANIA DT, 2010).

De qualquer modo, se os modelos disponíveis não forem convenientes, pode-se, numa primeira aproximação, com base nas observações de campo e no histórico de condição, adotar-se uma taxa média de deterioração para efeito de planejamento. Bourahli (1997) previu uma taxa de decréscimo de 3 pontos de PCI por ano para redes urbanas utilizando o MicroPaver.

3.9 A INFLUÊNCIA DO CLIMA SOBRE O DESEMPENHO DOS PAVIMENTOS

De acordo com Balbo (2007), não se pode estabelecer, de modo inquestionável, o processo de degradação ou danificação estrutural de um dado pavimento ou dos materiais especificamente empregados em sua estrutura, pois há necessidade de se considerar os diferentes sítios geológicos e pedológicos, condições climáticas e morfológicas, assim como as políticas de carga e tráfego que atuam sobre os pavimentos. O autor afirma ainda que profissionais experientes podem ter opiniões divergentes sobre como ocorre a ruptura de um determinado pavimento.

De qualquer modo, com relação especificamente à climatologia, é consenso entre os pesquisadores que a atuação diária e sazonal do clima é um dos fatores responsáveis por modificações nas características dos materiais.

Apenas como exemplo, a variação do módulo de resiliência (em MPa) de misturas asfálticas em função da temperatura de serviço da mistura $T(^{\circ}\text{C})$ pode ser descrita pelo Modelo 3.6 desenvolvido por Ulidtz (apud BALBO, 2007):

$$\log M_r = 4,35 - \frac{T}{26} \quad \text{Modelo 3.6}$$

Macedo (2005) destacou como observação geral na rede pavimentos do DAP/RS e DAESP que a maioria dos defeitos estava relacionada à degradação dos pavimentos por fatores climáticos. Na rede do DAP/RS, em 61% das unidades inspecionadas foram encontradas depressões com média severidade e em quase 50% das unidades, desagregações também com severidade média.

O autor concluiu que os defeitos de natureza estrutural não têm ocorrência significativa nos pavimentos aeroportuários e estão restritos aos aeroportos com maior movimento de aeronaves e com tráfego pesado.

Ao avaliar a significância de condições climáticas (precipitação, temperatura e insolação) sobre a rede de aeroportos da INFRAERO e do TXDOT, Macedo (2005) concluiu que os revestimentos asfálticos recapeados ou não, mostram tendência de terem seu desempenho influenciado apenas pela temperatura, especificamente as médias do mês mais frio. No entanto, não foi possível esclarecer se relação de deterioração dos pavimentos com a temperatura é direta.

3.10 VIDA ÚTIL DE PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS E CRITÉRIOS DE INTERVENÇÃO

A vida de serviço média dos pavimentos aeroportuários varia com o tipo de pavimento, revestimento, manutenção, recapeados ou não e com o padrão pré-estabelecido da rede.

No caso das redes regionais de aeroportos estudadas por Macedo (2005), estabeleceu-se a vida útil com um padrão baixo de serviço, que corresponde a um PCI limite igual a 55, concluindo-se que a vida de serviço dos pavimentos aeroportuários em concreto asfáltico é, em média, igual a 21 anos.

Contudo, no caso dos aeródromos militares que compõem a rede do COMAER, não se pode esperar que os pavimentos atinjam um valor terminal de PCI como esse, para só então efetuar medidas de reabilitação, por motivos óbvios de segurança operacional e também por que esta é uma prática antieconômica, como já constataram diversos pesquisadores (Figura 1.3).

O processo de deterioração, apesar de estar sempre presente, é em geral lento, de modo que, na maioria das vezes, torna-se mais econômico promover reabilitações periódicas no pavimento antes que o mesmo atinja o valor de $PCI_{terminal}$. Portanto, para os aeródromos militares, um índice de condição crítico deve ser adotado, como forma de mantê-los sempre operacionais.

De acordo com as avaliações do Departamento de Transportes da Pennsylvania (PENNSYLVANIA DT, 2010), pavimentos aeroportuários com PCI acima de 60 ou 70, requerem apenas ações de manutenção preventiva, como remendos, selagem de trincas e tratamentos superficiais. Um PCI entre 40 e 70 já requer medidas de conservação mais pesadas como recapeamento.

Frequentemente quando o PCI é inferior a 40, o pavimento já encontra-se em estado avançado de deterioração e a reconstrução passa a ser a única alternativa viável para reabilitá-lo.

Através das avaliações de PCI para a rede de aeroportos do DAP/RS, Macedo (2005) propôs matriz de intervenções baseadas nos modelos obtidos para aquela rede, conforme a figura 3.9. A matriz de intervenções proposta restringiu-se aos pavimentos flexíveis da rede do DAP/RS.

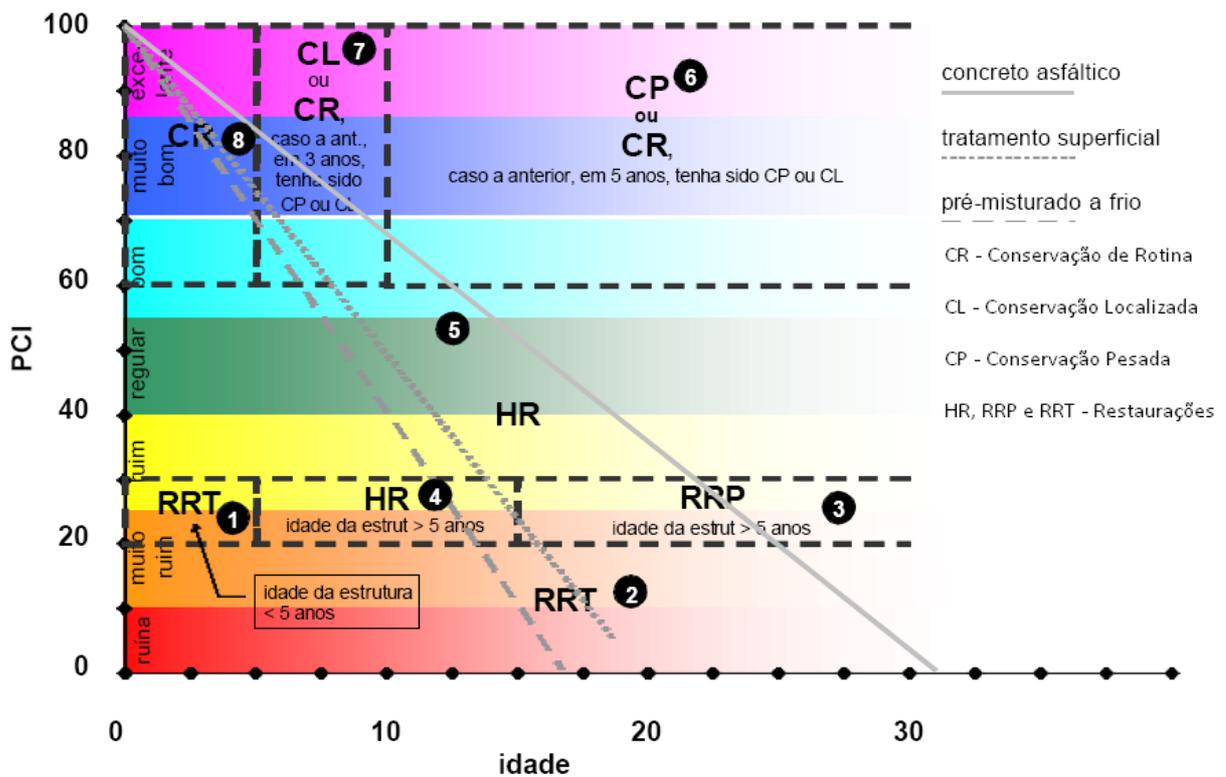


Figura 3.9: Matriz de intervenções – Adaptado de Macedo (2005)

A maioria dos pavimentos que compõem a rede dos aeródromos do V COMAR é do tipo pavimento rígido e, portanto, outros critérios devem ser estabelecidos para essa rede, em conformidade com as práticas adotadas pela DIRENG e SERENG-5.

4 SÍNTESE DA REDE AEROPORTUÁRIA ESTUDADA

4.1 DESCRIÇÃO DAS BASES AÉREAS

As três bases aéreas estudadas neste trabalho constituem o braço armado da Aeronáutica na Região Sul, mas para que seja compreendida a sua importância no contexto da Força Aérea, bem como a natureza das aeronaves que utilizam suas instalações, será feita uma breve descrição de sua localização e atividades.

4.1.1 Base Aérea de Canoas (BACO)

A BACO, Figura 4.1, localiza-se na cidade de Canoas-RS, cerca de 13 km de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, e possui duas unidades aéreas sediadas, um esquadrão de caça com aeronaves do tipo F-5 e um esquadrão de transporte aéreo dotado de aeronaves C-95 (EMB-120/Bandeirante) e VC-97 (EMB-110/Brasília), conforme indicadas na Figura 4.2, e que constituem um tráfego leve (Peso Máximo de Decolagem – PMD inferior a 13 ton).



Figura 4.1: Imagem via satélite da Base Aérea de Canoas

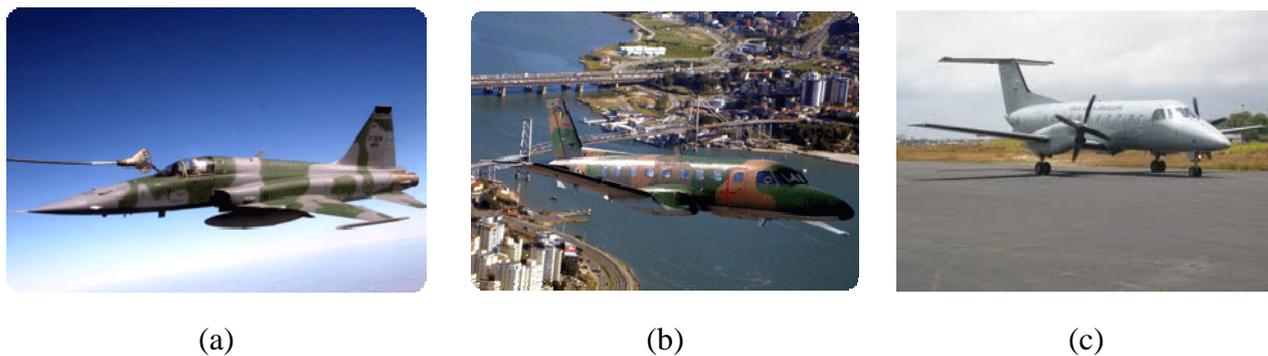


Figura 4.2: Aeronaves típicas em operação na BACO: (a) Aeronave do tipo F-5; (b) Aeronave do tipo C-95; (c) Aeronave do tipo VC-97

A base constitui um teatro de operações e desdobramentos de diversas manobras no Sul, por isso, não é raro o pouso e decolagem de aeronaves de porte maior como o C-130 Hércules (PMD = 79,4 ton). O número de movimentos anual de aeronaves fica em torno de 10.000 a 11.000 coberturas (pousos e decolagens).

Inicialmente com o nome de Base Aérea de Gravataí, a BACO foi implantada em sua posição atual na década de 1940, sendo a pista de pouso, pistas de táxi A, B, D e E e pátios construídos em 1944. As demais pistas de taxi (C e parte da F) foram construídas em 1974 e as cabeceiras de concreto construídas em 1983, juntamente com o restante da pista F. O pátio atual foi ampliado em 1986 para suportar novas aeronaves KC-137 (Boeing 707) que estavam sendo adquiridas pela FAB.

A maior parte dos pavimentos da BACO é constituída de pavimentos rígidos (pátios, táxis e cabeceiras) ocupando uma área de aproximadamente 181.290 m². Esta configuração de revestimentos em CCP é comum em muitos aeroportos devido aos esforços nessas áreas serem mais estáticos que dinâmicos, provocando excesso de deformações plásticas.

Além disso, constatou-se que são as áreas onde há a maior incidência de derramamento de óleo, combustível e líquido de freio de aeronaves, extremamente prejudicial aos pavimentos flexíveis, que neste caso representam 88.140 m² reunindo partes da pista de pouso e stopways, conforme a Figura 4.3.

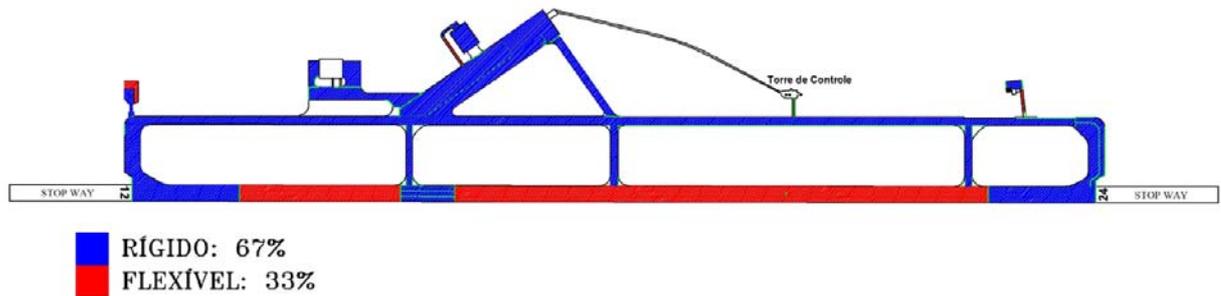


Figura 4.3: Tipo de pavimentos da BACO

As dimensões das placas de concreto da BACO são muito variáveis, mas há predominância das dimensões 7,0 m x 3,5 m. A estrutura do pavimento é também bastante variável, havendo predominância de placas de concreto de 20 cm de espessura, armadas com barras de ligação e passadores, e uma camada de sub-base composta de 15 cm de brita graduada, sobre 50 cm de reforço. Contudo, há trechos em que as placas foram assentadas diretamente sobre o subleito. Parte da pista de taxi F foi construída em 1983, com placas de concreto protendido, de 3,5 m de largura, 115,5 m de comprimento e 15 cm de espessura (Figura 4.4).

De acordo com uma planta do projeto original existente no SERENG-5 do ano de 1974, a estrutura dos pavimentos flexíveis da pista principal é composta de revestimento 20 cm de CBUQ, 20 cm de brita graduada e um reforço de subleito com espessura em média de 50 cm.

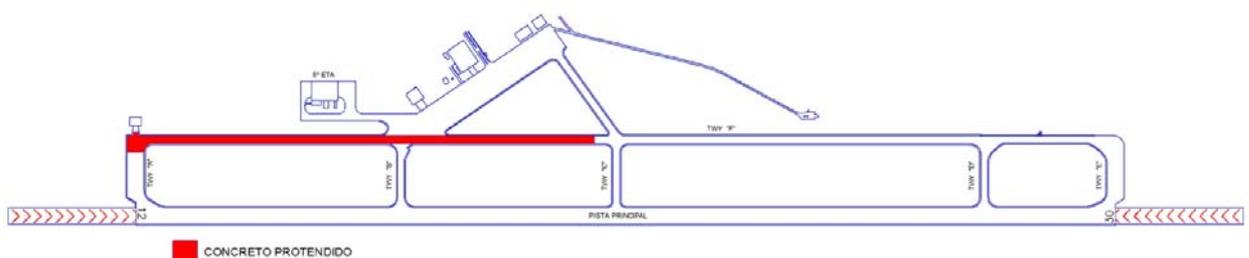


Figura 4.4: Pavimentos da BACO em concreto protendido

4.1.2 Base Aérea de Santa Maria (BASM)

A Base Aérea de Santa Maria, Figura 4.5, é a base mais operacional das três da região Sul. Localiza-se no município de Santa Maria-RS, há cerca de 290 km da capital gaúcha e foi construída em 1945 pelo Ministério da Aeronáutica em parceria com o Exército Americano.



Figura 4.5: Imagem via satélite da Base Aérea de Santa Maria

A base abriga dois esquadrões de caça de aeronaves A-1 (AMX) e de helicópteros (UH-1H), indicados na Figura 4.6, constituindo um tráfego leve. O tráfego aéreo é superior ao da BACO, com um total de 14.000 coberturas anuais.



(a)



(b)

Figura 4.6: Aeronaves militares que operam na BASM: (a) Aeronave do tipo A-1; (b) Helicóptero do tipo UH-1H

De acordo com registros existentes no SERENG-5, na época de construção da BASM, somente a pista principal, as pistas de táxi A, B e C, e parte da pista F foram inicialmente implantadas.

As pistas D e E, e o restante da F foram construídas em 1967. A pista auxiliar, denominada “Norte-Sul”, que cruza perpendicularmente a pista principal foi implantada em 1981, momento em que ocorreu a sua homologação. A construção desta pista auxiliar se deu principalmente devido aos anemogramas gerados no período de 1961 e 1970, que revelaram grande presença de ventos de través que inviabilizavam o pouso na pista principal, representando um grande risco aos aeronavegantes.

Com exceção da pista N-S (1400m x 30m) todos os pavimentos da BASM são rígidos, executados em placas de concreto, possuindo a pista principal as dimensões de 2700 m x 45 m e indicada na Figura 4.7.

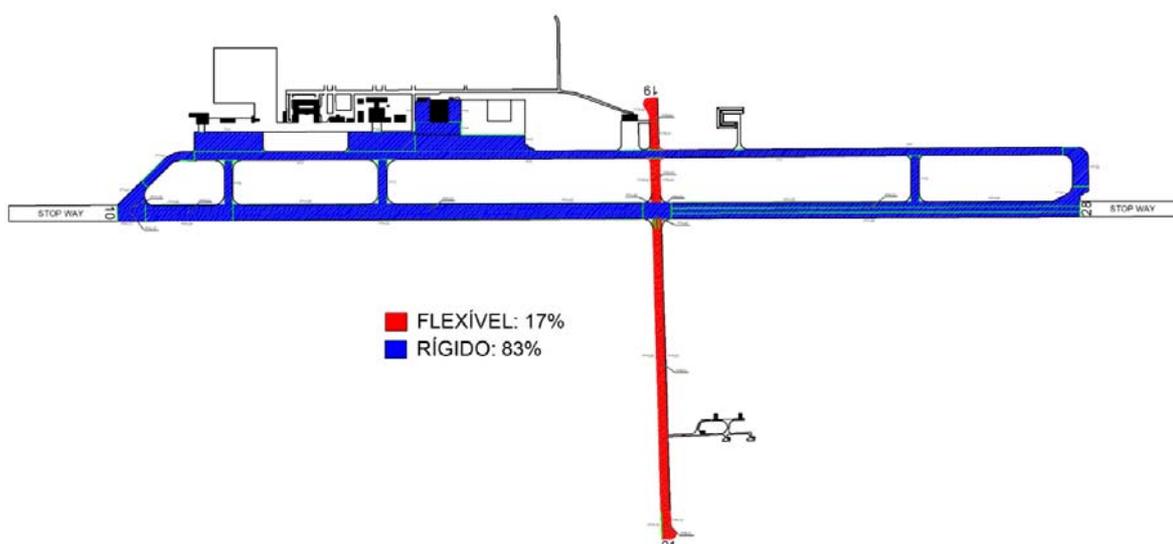


Figura 4.7: Distribuição dos pavimentos da BASM

A estrutura dos pavimentos é bastante variável, dependendo da área típica, as placas de concreto variam de 19 a 25 cm de espessura, a maioria assentada sobre diversas espessuras de areia e macadame hidráulico. Existem seções mais antigas como os primeiros 100 m da cabeceira 11 e parte da pista de táxi A, cujas placas foram assentadas diretamente sobre o subleito.

Esta heterogeneidade na estrutura dos pavimentos limita a operação de aeronaves de grande porte na BASM, sendo que a maioria dos pousos de KC-137 (B-707) são transferidos para a BACO.

A pista N-S possui uma estrutura constituída de 5 cm de macadame betuminoso, 10 cm de brita graduada, assentada sobre aterro em argila de espessura variável.

4.1.3 Base Aérea de Florianópolis (BAFL)

A Base Aérea de Florianópolis é a mais antiga das bases da Aeronáutica na Região Sul (Figuras 4.8 e 4.9). Foi construída ao lado sul da ilha de Florianópolis, inicialmente como Centro de Aviação Naval em 1923, época em que havia somente operação de hidroaviões.



Figura 4.8: Imagem aérea das instalações da Base Aérea de Florianópolis



Figura 4.9: Imagem por satélite do Aeroporto Internacional de Florianópolis – Pátio Militar, Pista de Táxi C e parte da pista 03/21.

Conforme o capítulo 3, trata-se de um aeródromo compartilhado, onde opera aviação civil e militar, tendo a INFRAERO assumido a administração do aeródromo nos anos 70 e a parte militar limitou-se a um pátio e uma pista de táxi.

Atualmente a BAFL opera apenas com um esquadrão de patrulha marítima com aeronaves EMB 120 “Bandeirulha”, um Bandeirante modificado, ou seja, aeronaves de pequeno porte. No entanto, há também operações da aeronave C-130 Hércules, que utilizam o pátio militar para manobras e manutenção. O tráfego nessa pista de táxi, denominada Taxiway C e no pátio teve de ser estimado, em média, em 900 coberturas por ano.

Os pavimentos da BAFL também são muito antigos, e de acordo com os registros disponíveis no SERENG-5, parte de seus pavimentos foram construídos no meio da década de 50 e outros na década de 70, sendo a maior parte constituída de pavimento rígido, conforme indicado na Figura 4.10.

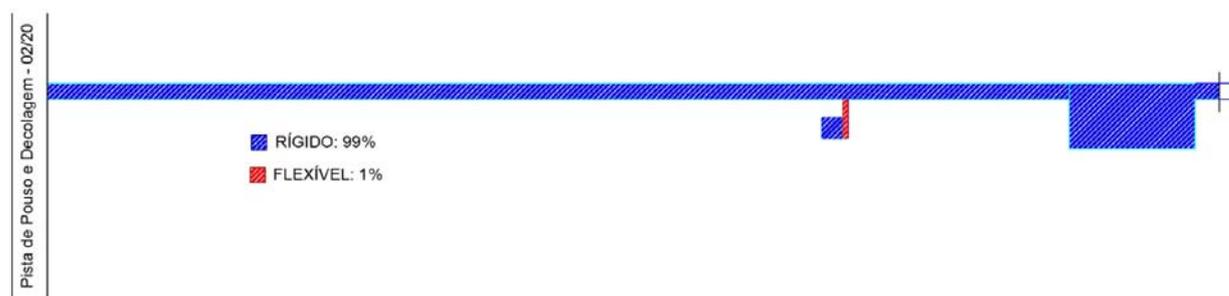


Figura 4.10: Croqui dos pavimentos da BAFL

A estrutura dos pavimentos é composta basicamente de placas de concreto de 20 cm de espessura, com comprimento variando entre 6,0 e 7,0 m e largura mantida em 3,5 m, com barras de ligação, assentadas sobre 20 cm de sub-base de brita e colchão de rachão variável.

4.1.4 Aeródromo Militar de Cacequi-Saicã

Apenas a título de informação, existe um quarto aeródromo militar mantido diretamente pela Aeronáutica na região Sul. Localiza-se no Campo de Instrução Militar Barão de São Borja, na cidade de Cacequi-RS. O campo é de propriedade da União, sendo gerenciado pelo Exército Brasileiro e destina-se às manobras de campanha com veículos blindados e adestramento de tropas.

Uma parte desta área foi cedida à Aeronáutica para servir de estande de tiro destinado ao emprego de armamento aéreo, tendo sido implantada uma pista pioneira na década de 1980, construída em saibro, com o objetivo de atender unicamente a pousos emergenciais.

Sob administração da Base Aérea de Santa Maria, a pista de Saicã foi ampliada e pavimentada pelo SERENG-5 em 2008 (Figura 4.11) para as dimensões de 1500 m x 30 m, com capacidade de suporte para a aeronave C-130 Hércules, sendo seus pavimentos constituídos de 10 cm de CBUQ, 20 cm de brita graduada e 40 cm de solo laterítico (CBR = 21%).



Figura 4.11: Imagem por satélite do Aeródromo Militar de Cacequi-Saicã

Como sua construção foi recente e não foram realizadas avaliações sobre o estado de conservação de seus pavimentos, o referido aeródromo não fez parte do escopo desta pesquisa.

4.2 AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DOS PAVIMENTOS

Desde 2004 a DIRENG vem envidando esforços para manter um programa constante de inspeções, a fim de monitorar a rede de aeródromos militares do COMAER. O monitoramento de 13 aeródromos militares revelou alguns resultados importantes, como mostra a Figura 4.12, onde se constatou que 2,5% das seções encontravam-se num estado muito ruim a rompido, o que levou a Diretoria a providenciar projetos de emergência para alguns aeródromos, como foi o caso das bases aéreas de Canoas e Santa Maria. As avaliações levaram os técnicos do SERENG-5 a aprofundar as investigações, para melhor entender as causas da degradação dos pavimentos, bem como estudar a melhor forma de aproveitar os recursos disponíveis.

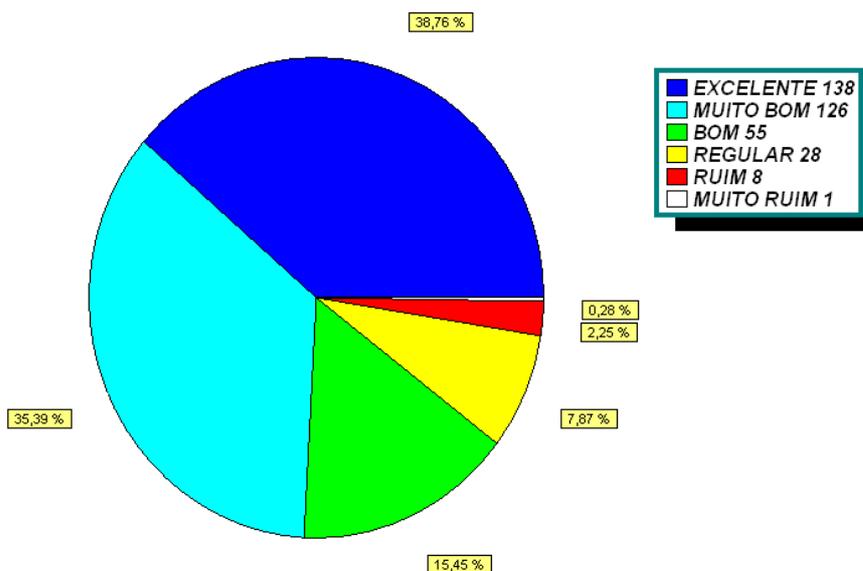


Figura 4.12: Distribuição geral das seções inspecionadas em 2004.
(fonte: DIRENG, 2005).

Paralelamente, o SERENG-5 elaborou também um projeto de recuperação para os pavimentos a Base Aérea de Florianópolis, contudo, o descompasso existente entre a alocação de recursos e os processos licitatórios necessários acabou postergando a execução destas obras. Porém, esse atraso permitiu a realização de avaliações imediatamente antes das intervenções, conforme segue.

4.2.1 Base Aérea de Florianópolis

A Tabela 4.1 apresenta uma síntese de um levantamento superficial executado na base aérea de Florianópolis no ano de 2008. Tanto esta inspeção como o projeto executivo de recuperação da área operacional indicaram a presença de vários tipos de defeitos, como mostra a Figura 4.13. Os defeitos mais encontrados foram os seguintes:

- Grande deficiência na selagem de juntas e fissuras em toda a área operacional;
- Fissuras de canto;
- Esborcinamentos;
- Remendos; e
- Algumas placas com grande quantidade de trincas transversais e longitudinais.

Tabela 4.1: Avaliação da BAFL (2008)¹

	ÁREA TÍPICA	SEÇÃO	SUPERFÍCIE	IDADE (ANOS)	ESTRUTURA	PCI	CONDIÇÃO
01	PÁTIO	C1	CCP	53	RÍGIDO	66,70	BOM
02	PÁTIO	C2	CCP	53	RÍGIDO	87,40	EXCELENTE
03	PÁTIO	C3	CCP	53	RÍGIDO	98,00	EXCELENTE
04	PÁTIO	C4	CCP	53	RÍGIDO	80,90	MUITO BOM
05	PÁTIO	C5	CCP	53	RÍGIDO	79,50	MUITO BOM
06	PÁTIO	GIRO	CCP	38	RÍGIDO	87,80	EXCELENTE
07	PÁTIO	GIRO	CA	53	FLEXÍVEL	100,00	EXCELENTE
08	PÁTIO	C1	CCP	53	RÍGIDO	81,70	MUITO BOM
09	TÁXI	C2	CCP	53	RÍGIDO	79,40	MUITO BOM
10	TÁXI	C3	CCP	53	RÍGIDO	74,90	MUITO BOM
11	TÁXI	C4	CCP	53	RÍGIDO	82,60	MUITO BOM
12	TÁXI	C5	CCP	53	RÍGIDO	73,00	MUITO BOM
13	TÁXI	C6	CCP	53	RÍGIDO	67,20	BOM
14	TÁXI	C7	CCP	53	RÍGIDO	89,60	EXCELENTE
15	TÁXI	CAD	CCP	53	RÍGIDO	45,10	REGULAR



(a)

(b)

Figura 4.13: Alguns defeitos observados na BAFL: (a) Placa condenada por excesso de trincas; (b) Vegetação em junta com selagem deficiente

A Tabela 4.1 foi elaborada compilando-se os dados da avaliação de 2008 e as datas de construção das áreas típicas, observando-se que os pavimentos em questão são bastante antigos (idade média > 50 anos), mas apresentaram valores de PCI relativamente altos.

O grande número de trincas seladas é um indicativo de que intervenções foram realizadas no passado, o que justificaria, a princípio, os valores elevados de PCI. Por isso, seria mais coerente analisar o desempenho através da data da última intervenção, ao invés da

¹ CCP = Concreto de Cimento Portland; CA = Concreto Asfáltico

idade do pavimento, contudo, não estavam disponíveis no SERENG-5 registros específicos sobre o momento de cada intervenção.

Excetuando-se algumas placas isoladas, que tiveram de ser reconstruídas, o estado geral da rede foi considerado muito bom, conforme indica o croqui ilustrativo da Figura 4.14 e o gráfico da Figura 4.15.

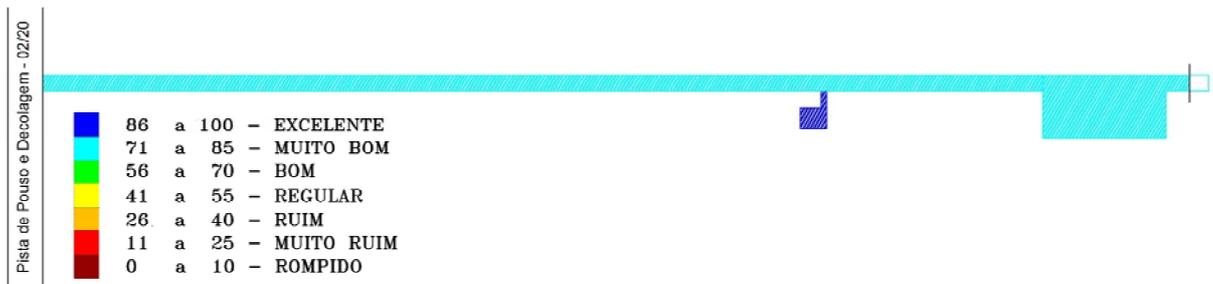


Figura 4.14: BAFL – Croqui da avaliação de 2008 (Fonte: DIRENG, 2008)

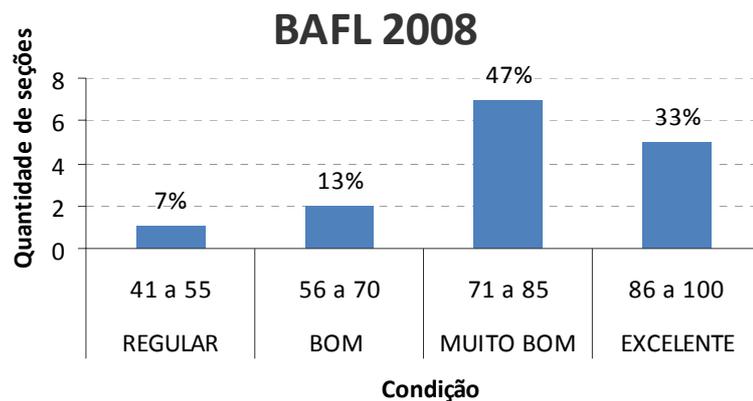


Figura 4.15: Condição das seções em 2008

Examinando as condições superficiais dos pavimentos (Figura 4.14) e considerando o critério apresentado na Tabela 3.4 (pág. 40), pode-se inferir que 80% dos pavimentos das seções avaliadas encontram-se numa condição de muito bom a excelente, necessitando apenas de medidas de conservação, ou seja, manutenção preventiva (selagem de juntas, trincas e pequenos remendos), enquanto os demais 20% necessitariam de alguma restauração (remendos grandes e reconstrução de placas isoladas).

Por outro lado, distribuindo-se as seções em termos de áreas típicas (pistas de pouso, táxis e pátios), conforme a Figura 4.16, verificou-se que os pavimentos do aeródromo²

² O aeródromo neste caso refere-se apenas à parte militar, não sendo avaliados os componentes aeroportuários pertencentes à parte civil, cuja responsabilidade é da INFRAERO

encontram-se, de uma maneira geral, numa condição muito boa, estando o pátio ligeiramente pior que a pista de táxi C, que por sua vez, abrange 66% da área total da base aérea. Assim, para efeito de elaboração de projeto executivo, as intervenções deveriam se concentrar na pista de táxi.

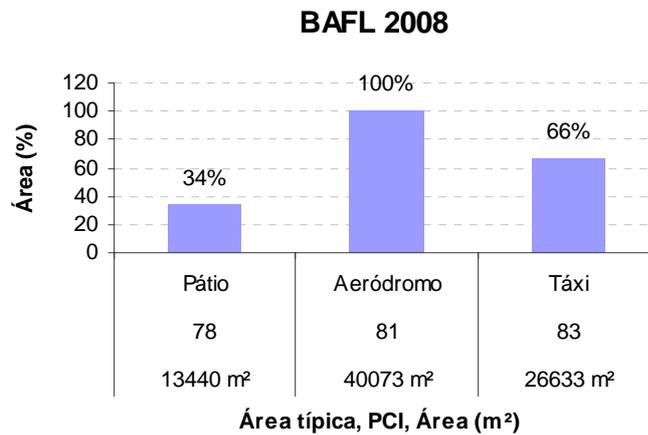


Figura 4.16: BAFL – Avaliação de 2008 – Condição das áreas típicas (DIRENG, 2008)

Os modelos de previsão de desempenho são, em geral, agrupados por famílias de pavimentos, por isso, os dados foram agrupados e foi calculado o valor de PCI médio por tipo de pavimento, como mostra a Figura 4.17. É possível verificar que os pavimentos flexíveis da BAFL encontram-se numa condição excelente, porém, estes correspondem a apenas 1% da área total pavimentada do aeródromo.

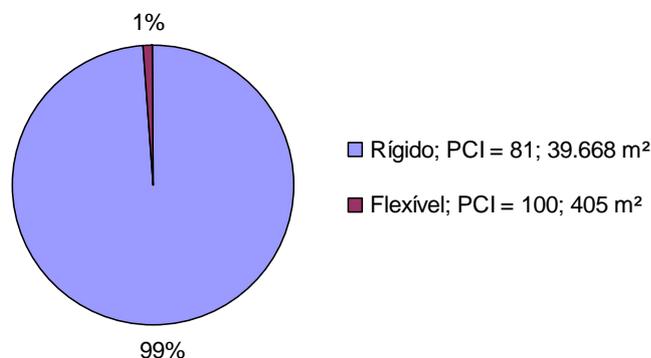


Figura 4.17: Distribuição do PCI em termos de tipo de pavimento

A avaliação de 2008 revelou que, apesar das idades, os pavimentos encontravam-se numa condição de bom a excelente não sendo necessários maiores estudos para indicar somente medidas de conservação para os mesmos.

Não obstante este aspecto, as restrições orçamentárias naquele ano obrigaram as intervenções de 2009 a concentrarem-se em áreas com menor PCI, sendo realizados remendos grandes e pequenos em placas e resselagem de juntas em todo o pátio e parte da táxi A, com reconstrução de algumas placas isoladas nesta última.

4.2.2 Base Aérea de Santa Maria

A avaliação da Base Aérea de Santa Maria realizada em 2007 (Tabela 4.2) revelou que a maior parte dos pavimentos estava em bom estado de conservação. Trincas seladas e vários remendos em placas de concreto indicavam que medidas corretivas haviam sido realizadas no passado. Contudo, alguns trechos da área operacional estavam em condições críticas, pois cerca de 10% das seções encontravam-se numa condição ruim, necessitando de medidas de reconstrução e outros 14% estavam numa condição de regular a bom, necessitando de medidas de restauração, conforme mostram as figuras 4.18 e 4.19.

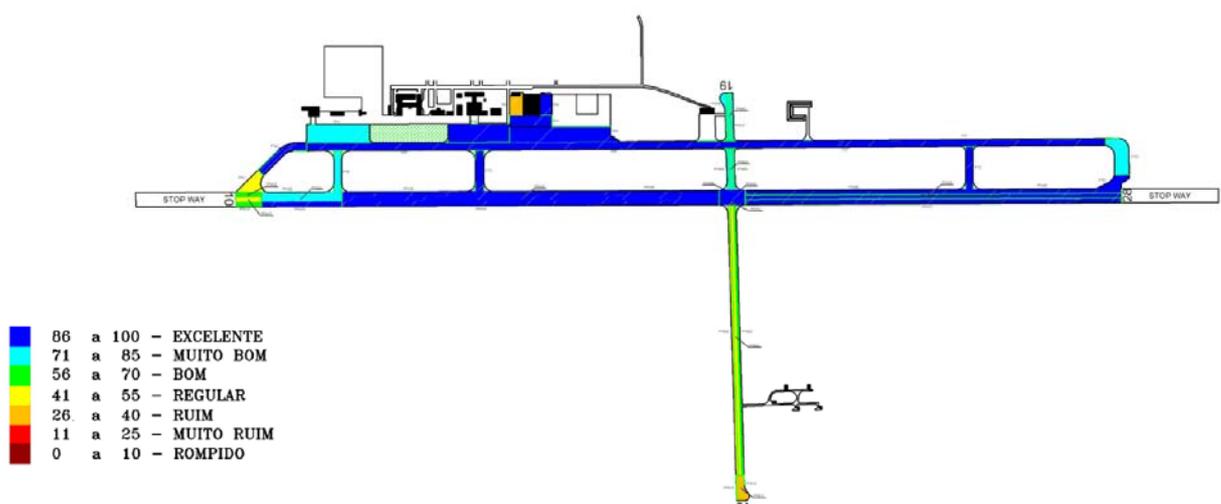


Figura 4.18: BASM – Avaliação de 2007 – Estado geral dos pavimentos da BASM

Tabela 4.2: Avaliação da BASM (2007)

	ÁREA TÍPICA	SEÇÃO	SUPERFÍCIE	ESTRUTURA	ÁREA (m ²)	PCI	CONDIÇÃO	IDADE (ANOS)
01	PP	A1E	CCP	RÍGIDO	1.500	60	BOM	62
02	PP	A1C	CCP	RÍGIDO	1.500	58	BOM	62
03	PP	A1D	CCP	RÍGIDO	1.500	62	MUITO BOM	62
04	PP	A2E	CCP	RÍGIDO	5.475	75	MUITO BOM	62
05	PP	A2C	CCP	RÍGIDO	5.475	75	MUITO BOM	62
06	PP	A2D	CCP	RÍGIDO	5.814	89	EXCELENTE	62
07	PP	A3E	CCP	RÍGIDO	15.570	92	EXCELENTE	62
08	PP	A3C	CCP	RÍGIDO	15.570	87	EXCELENTE	62
09	PP	A3D	CCP	RÍGIDO	15.570	90	EXCELENTE	62
10	PP	A3D	CCP	RÍGIDO	15.570	90	EXCELENTE	62
11	PP	A4E	CCP	RÍGIDO	1.140	89	EXCELENTE	62
12	PP	A4C	CCP	RÍGIDO	1.140	87	EXCELENTE	62
13	PP	A4D	CCP	RÍGIDO	1.140	89	EXCELENTE	62
14	PP	A5E	CCP	RÍGIDO	17.250	88	EXCELENTE	62
15	PP	A5C	CCP	RÍGIDO	17.250	86	EXCELENTE	62
16	PP	A5D	CCP	RÍGIDO	17.250	88	EXCELENTE	62
17	PP	B4E	CA	FLEXÍVEL	4.710	79	MUITO BOM	15
18	PP	B4C	CA	FLEXÍVEL	4.710	79	MUITO BOM	15
19	PP	B4D	CA	FLEXÍVEL	4.710	79	MUITO BOM	15
20	PP	B3E	CA	FLEXÍVEL	1.270	75	MUITO BOM	26
21	PP	B3C	CA	FLEXÍVEL	1.270	74	MUITO BOM	26
22	PP	B3D	CA	FLEXÍVEL	1.270	75	MUITO BOM	26
23	PP	B2E	CA	FLEXÍVEL	9.940	52	REGULAR	26
24	PP	B2C	CA	FLEXÍVEL	9.940	52	REGULAR	26
25	PP	B2D	CA	FLEXÍVEL	9.940	60	BOM	26
26	PP	B1E	CA	FLEXÍVEL	1.530	35	RUIM	26
27	PP	B1C	CA	FLEXÍVEL	1.530	35	RUIM	26
28	PP	B1D	CA	FLEXÍVEL	1.530	35	RUIM	26
29	PT	A1	CCP	RÍGIDO	2.337	50	REGULAR	62
30	PT	A2	CCP	RÍGIDO	2.796	88	EXCELENTE	62
31	PT	B	CCP	RÍGIDO	2.268	78	MUITO BOM	62
32	PT	C	CCP	RÍGIDO	2.268	90	EXCELENTE	62
33	PT	D	CCP	RÍGIDO	2.268	89	EXCELENTE	40
34	PT	E1	CCP	RÍGIDO	1.822	88	EXCELENTE	40
35	PT	E2	CCP	RÍGIDO	6.075	78	MUITO BOM	40
36	PT	F	CCP	RÍGIDO	51.072	90	EXCELENTE	40
37	PA	1	CCP	RÍGIDO	11.520	80	MUITO BOM	40
38	PA	2	CCP	RÍGIDO	12.348	86	EXCELENTE	40
39	PA	3	CCP	RÍGIDO	8.820	86	EXCELENTE	40
40	PA	4	CCP	RÍGIDO	3.538	90	EXCELENTE	40
41	PA	5	CCP	RÍGIDO	1.800	35	RUIM	40
42	PA	6	CCP	RÍGIDO	2.220	90	EXCELENTE	40

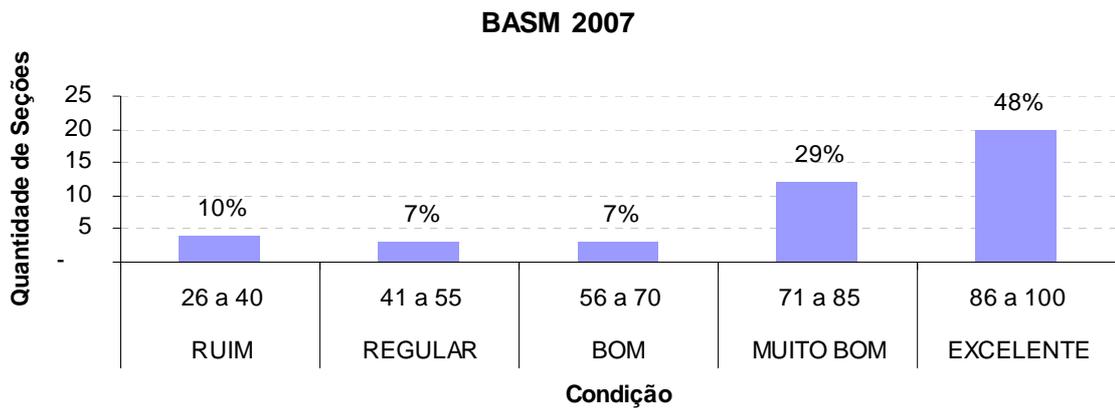


Figura 4.19: BASM – Avaliação de 2007 – Condição das seções

A figura 4.20 indica que das seções examinadas, as que apresentaram pior PCI foram as pistas de pouso e decolagem, seguidas dos pátios. De um modo geral os pavimentos rígidos da BASM encontravam-se numa condição melhor que os flexíveis, conforme indicado na Figura 4.21.

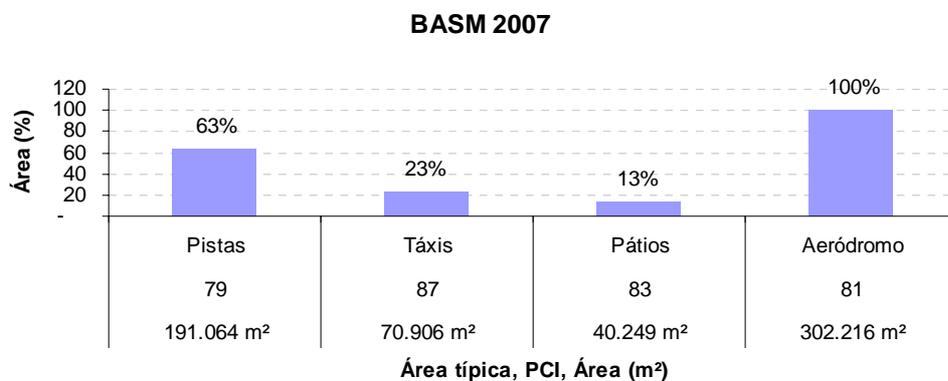


Figura 4.20: BASM – Avaliação de 2007 – Condição das áreas típicas

BASM 2007

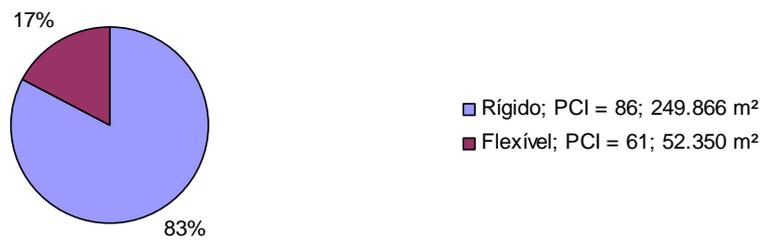


Figura 4.21: BASM – Avaliação de 2007 – Distribuição de PCI em termos de tipo de pavimento

A situação crítica de alguns pavimentos da BASM já era conhecida há alguns anos, mesmo antes das avaliações da DIRENG, e por isso foram realizados estudos complementares, reunindo sondagens e ensaios para caracterização dos materiais (Figura 4.22), buscando-se conhecer as intervenções que haviam sido realizadas nos pavimentos.



(a)

(b)

Figura 4.22: BASM: (a) Extração de corpos-de-prova; (b) Ensaio DCP-ITA

Na época, os resultados dos ensaios de compressão simples realizados nos corpos-de-prova de concreto retirados das piores áreas: cabeceira 11 da pista principal, pista de táxi A e pátio do Esquadrão de Suprimento e Material (ESM) revelaram valores surpreendentemente elevados, com tensões (σ_c) variando entre 43,3 e até 53,3 MPa (Tabela 4.3). Contudo, como eram os pavimentos mais antigos da área operacional, provavelmente isto se deva ao ganho de resistência do concreto ao longo de mais quatro décadas.

Tabela 4.3: Ensaio de compressão simples - Pavimentos Rígidos da BASM

Nº CP	LOCAL	h _{ensaio} (cm) (encontrada)	h _{projeto} (cm) (prevista)	σ _{rc} (Mpa)	σ _{ttf} (Mpa)	σ _{ttf} (de trabalho) (Mpa)	σ _{ttf} (de trabalho) (PSI)	PCN (estimado pela DIRENG em 1988)
01	CAB 11	18,0	19,0	43,3	5,9	4,1	590	19
02	CAB 11	18,3	19,0	38,4	5,5	3,8	550	19
03	300m inic.	20,0	20,0	57,4	7,0	4,9	710	20
04	300m inic.	20,7	20,0	54,5	6,8	4,7	690	20
05	PP próx. C	21,0	21,0	51,4	6,5	4,6	660	24
06	PP após NS	21,6	21,0	56,4	6,9	4,8	700	21
07	CAB 29	25,5	25,0	47,3	6,2	4,3	630	34
08	CAB 29	26,0	25,0	42,2	5,8	4,1	590	34
09	F próx.E(1)	23,0	25,0	45,6	6,1	4,3	620	35
10	F a. Q-Q(2)	23,5	25,0	48,0	6,3	4,4	640	35
11	D (1)	21,5	23,0	47,0	6,2	4,3	630	NO
12	C	23,7	23,0	60,0	7,2	5,0	730	NO
13	B	23,3	23,0	41,8	5,8	4,1	590	NO
14	ESM A. (1)	18,0	25,0	45,1	6,0	4,2	610	34
15	ESM A. (2)	17,4	25,0	48,0	6,3	4,4	640	34
16	A antiga	19,0	19,0	42,0	5,8	4,1	590	19
17	A antiga	19,0	19,0	53,3	6,7	4,7	680	19
18	A nova	26,5	25,0	60,6	7,2	5,1	730	34
19	ESM A. (3)	16,0	25,0	43,0	5,9	4,1	590	34
20	ESM A. (4)	21,5	25,0	35,3	5,2	3,6	530	34
21	Pará. (PG)	15,2	NO	54,8	6,8	4,8	690	NO
22	Pará. (PP)	9,0	NO	41,4	5,7	4,0	580	NO
23	F próxD(3)	24,3	25,0	45,5	6,1	4,3	620	35
24	D (2)	21,4	23,0	46,1	6,1	4,3	620	NO
30	F próx.E(4)	23,0	25,0	47,2	6,2	4,3	630	35
31	F próx.E(5)	23,0	25,0	56,3	6,9	4,8	700	35
32	F próx.E(6)	24,0	25,0	52,8	6,6	4,6	670	35
33	E (1)	24,3	25,0	49,0	6,3	4,4	640	35
34	E (2)	23,6	25,0	54,5	6,8	4,7	690	35
35	Hangaretes	25,0	25,0	58,5	7,1	4,9	720	35
37	PA N ESM	26,6	25,0	44,4	6,0	4,2	610	34
38	PA 5°/8°	20,5	20 A 23	55,5	6,8	4,8	690	24
39	PA Civil	26,5	23,0	51,6	6,6	4,6	660	24
40	Início A	26,8	25,0	56,3	6,9	4,8	700	34

NO – Não observado
(fonte: LOURES, 2006)

Através dos ensaios também foi possível comprovar que as placas possuíam, em média, 18 cm e esses trechos não possuíam sub-base, sendo as placas assentadas diretamente sobre o subleito, com $CBR_{\text{médio}} = 5\%$, estimado com o equipamento DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*).

Posteriormente, comprovou-se que os trechos mais antigos da cabeceira 11 e da pista de táxi A, em particular, não possuíam barras de transferência.

Foram realizados ensaios nos trechos da pista auxiliar Norte-Sul, de pavimento flexível, também considerados críticos, devidos às irregularidades do pavimento e a grande desagregação da lama asfáltica, sendo realizados com extração de corpos-de-prova do

revestimento asfáltico (Tabela 4.4) e levantamentos deflectométricos com a viga Benkelmann (Tabela 4.5).

Tabela 4.4: Ensaios em CP's de revestimento asfáltico - Pavimentos flexíveis da BASM

Nº CP	LOCAL	h ensaio (cm) (encontrada)	h projeto (cm) (prevista)	FLUÊNCIA (1/100'')	ESTABILIDADE (N)	esb / cm CBRSB / (%)	CBRS _L (%) (Com o DCP)
25	CAB 02	4,8	4,0	18,7	19322	40cm /17%	5,5
26	Antes PP	5,4	4,0	25,0	17645	20cm /20%	5,3
27	Intersecção	4,5	4,0	21,8	19724	20cm / 16%	3,5
28	Após a F	5,3	4,0	25,0	17109	20cm / 20%	4,8
29	CAB 20	4,4	4,0	21,9	7998	19cm /12%	4,7
36	Dutos de combustível	5,9	NO	28,1	13475	NO	NO

NO – Não observado
(fonte: Adaptado de LOURES, 2006)

De um modo geral, observou-se uma estabilidade bastante elevada dos corpos-de-prova extraídos da pista N-S, uma vez que o valor mínimo recomendável para pavimentos aeroportuários é de 9500 N (DIRENG, 2002). Constatou-se também que a espessura do pavimento é um pouco maior que os 4 cm previstos nas plantas de construção e que os valores de fluência estão um pouco elevados, pois o limite desejado seria de 4,0 mm (15,7 x 100''). Tais valores indicariam, a princípio, do ponto de vista estrutural uma boa capacidade de suporte para essa pista, projetada para pousos e decolagens das aeronaves Brasília (EMB 110) e AMX (A-1), cujos pesos decolagem são 10,5 e 13 ton, respectivamente.

Contudo, após a realização de uma bateria de 300 ensaios com a viga Benkelmann, os trechos das intersecções com a pista principal e da pista de táxi F apresentaram deflexões superiores à permitida, conforme a Tabela 4.5 extraída das análises constantes no projeto executivo elaborado por Loures (2006).

Tabela 4.5: Levantamento deflectométrico da pista Norte-Sul

DIST. DA CAB. 02 (m)	DEF. MÁX. PERMITIDA (10 ² mm)	DEF. ENCONTRADA (10 ² mm)	SETOR DA PISTA
530 a 650	85	120 A 170	BORDO ESQUERDO
960 a 1090	85	100 A 150	BORDO ESQUERDO
1135 a 1260	85	100 A 220	TODA A LARGURA
1320 a 1410	85	100 A 170	TODA A LARGURA

(fonte: LOURES, 2006)

Todos esses fatores aliados ao fato de que a BASM passava por um período de mais de 10 anos sem reformas na área operacional levaram Loures (2006) a afirmar que, para os trechos investigados, a execução de reparos superficiais localizados apenas adiaría uma intervenção mais efetiva e por isso elaborou um projeto executivo especificando a reconstrução das áreas consideradas mais críticas: 100 m iniciais da pista principal e pista de taxi A, pátio do ESM e intersecções da pista N-S com a pista principal e pista de taxi F, bem como as necessidades de medidas de conservação para os demais trechos.

Os principais defeitos observados na BASM foram os seguintes:

Nos pavimentos rígidos:

- Deficiência na selagem de juntas em toda a área operacional;
- Muitas fissuras e trincas em diversas placas de CCP;
- Esborcinamentos em placas;
- Remendos grandes e pequenos já deteriorados; e
- Diversas placas rompidas, principalmente nos 100 m da pista principal e *taxiway* A.

Nos pavimentos flexíveis:

- Desagregação do revestimento superficial em lama asfáltica em praticamente toda a pista Norte-Sul;
- Fissuras e trincas; e
- Eixo da pista de pouso com grandes irregularidades longitudinais.

4.2.3 Base Aérea de Canoas

A avaliação da Base Aérea de Canoas realizada em 2007 (Tabela 4.6) revelou que 8% das seções encontram-se numa condição muito ruim, requerendo medidas de reconstrução e outros 31% encontram-se numa condição de ruim a bom, requerendo medidas de restauração, conforme mostram as Figuras 4.24 e 4.25.

Tabela 4.6: Avaliação da Base Aérea de Canoas (2007)

	ÁREA TÍPICA	SEÇÃO	SUPERFÍCIE	ESTRUTURA	ÁREA (m ²)	PCI	CONDIÇÃO	IDADE
01	PP	1C	CCP	RÍGIDO	4.500	81	MUITO BOM	24
02	PP	1D	CCP	RÍGIDO	4.500	79	MUITO BOM	24
03	PP	1E	CCP	RÍGIDO	4.500	91	EXCELENTE	24
04	PP	2C	CCP	FLEXÍVEL	6.750	91	EXCELENTE	33
05	PP	2D	CCP	FLEXÍVEL	6.750	96	EXCELENTE	33
06	PP	2E	CCP	FLEXÍVEL	6.750	96	EXCELENTE	33
07	PP	3C	CCP	RÍGIDO	2.250	71	MUITO BOM	24
08	PP	3D	CCP	RÍGIDO	2.250	94	EXCELENTE	24
09	PP	3E	CCP	RÍGIDO	2.250	81	MUITO BOM	24
10	PP	4C	CCP	FLEXÍVEL	13.870	93	EXCELENTE	33
11	PP	4D	CCP	FLEXÍVEL	22.350	98	EXCELENTE	33
12	PP	4E	CCP	FLEXÍVEL	22.350	98	EXCELENTE	33
13	PP	5C	CCP	RÍGIDO	8.480	67	BOM	24
14	PP	5D	CCP	RÍGIDO	4.500	97	EXCELENTE	24
15	PP	5E	CCP	RÍGIDO	4.500	86	EXCELENTE	24
16	PT	A	CCP	RÍGIDO	2.440	83	MUITO BOM	63
17	PT	B	CCP	RÍGIDO	2.980	60	BOM	63
18	PT	C1	CCP	RÍGIDO	3.740	23	MUITO RUIM	33
19	PT	C2	CCP	RÍGIDO	5.330	25	MUITO RUIM	33
20	PT	D	CCP	RÍGIDO	3.540	68	BOM	63
21	PT	E1	CCP	RÍGIDO	4.045	94	EXCELENTE	63
22	PT	E2	CCP	RÍGIDO	6.710	71	MUITO BOM	63
23	PT	F1	CCP	RÍGIDO	20.803	100	EXCELENTE	24
24	PT	F2	CCP	RÍGIDO	20.803	87	EXCELENTE	-
25	PT	F3	CCP	RÍGIDO	20.803	69	BOM	-
26	PT	H1	CA	FLEXÍVEL	5.500	32	RUIM	-
27	PT	H2	CCP	RÍGIDO	2.500	61	BOM	-
28	PT	8	CA	FLEXÍVEL	2.500	32	RUIM	-
29	PA	1	CCP	RÍGIDO	9.560	93	EXCELENTE	21
30	PA	2	CCP	RÍGIDO	19.450	51	REGULAR	63
31	PA	3	CCP	RÍGIDO	9.280	39	RUIM	63
32	PA	4	CCP	RÍGIDO	1.945	30	RUIM	63
33	PA	5	CCP	RÍGIDO	3.475	47	REGULAR	63
34	PA	6	CA	FLEXÍVEL	1.320	93	EXCELENTE	63
35	PA	7	CCP	RÍGIDO	1.375	88	EXCELENTE	63
36	PA	8	CCP	RÍGIDO	1.000	33	RUIM	63
37	PA	9	CA	RÍGIDO	465	13	MUITO RUIM	63
38	PA	10	CA	RÍGIDO	665	93	EXCELENTE	63
39	PA	11	CCP	RÍGIDO	665	64	BOM	-
40	PT	H2	CCP	RÍGIDO	605	66	BOM	63
41	PA	H2	CCP	RÍGIDO	3.680	56	BOM	63

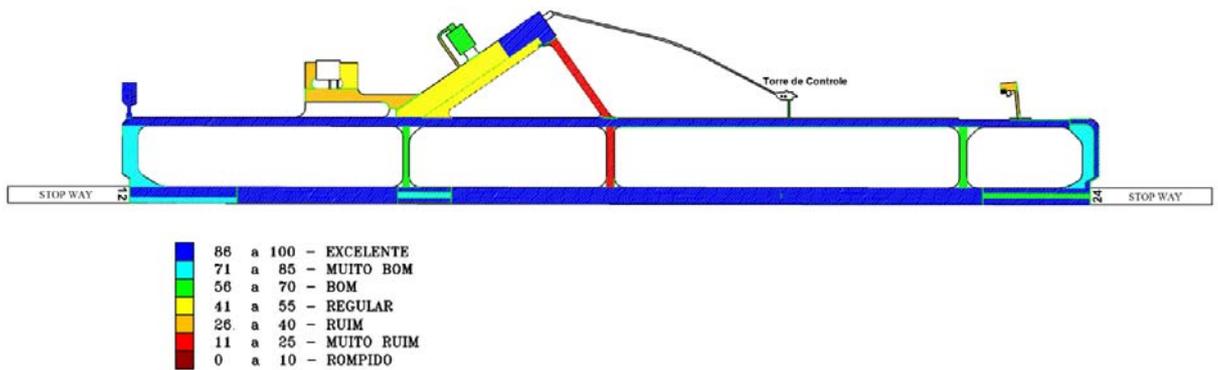


Figura 4.24: BACO – Avaliação de 2007 – Condição geral dos pavimentos

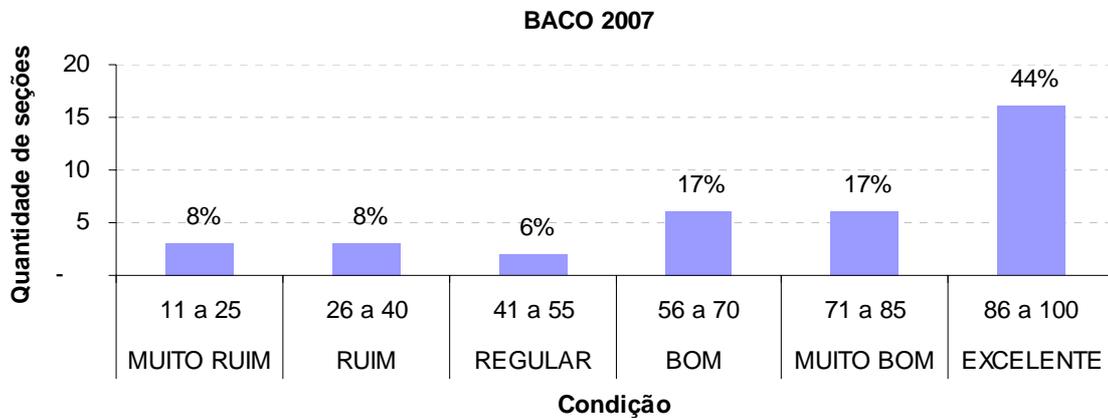


Figura 4.25: BACO – Avaliação de 2007 – Condição das seções

De acordo com a Figura 4.26, os pátios são as áreas que apresentam o pior índice de condição de pavimento, seguidos das pistas de táxi.

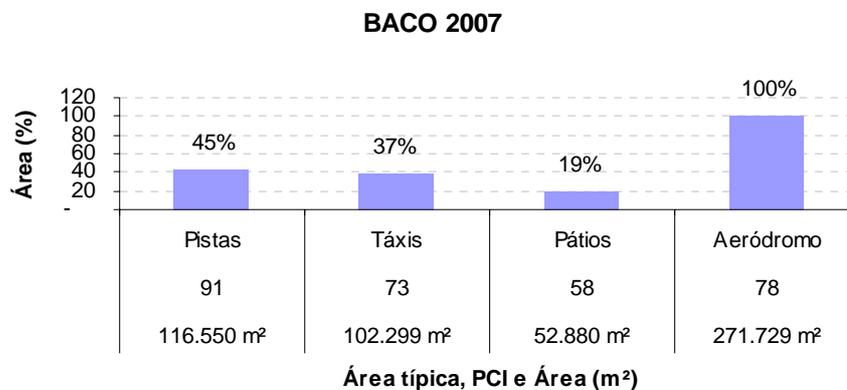


Figura 4.26: BACO – Avaliação de 2007 – Condição das áreas típicas

De um modo geral, os pavimentos flexíveis da BACO encontravam-se numa condição melhor que os pavimentos rígidos, conforme indicado na Figura 4.27.

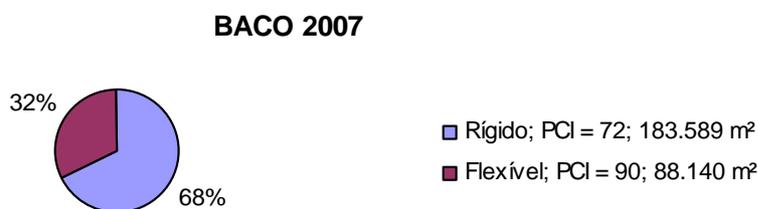


Figura 4.27: BACO – Avaliação de 2007 – Distribuição em termos de tipo de pavimento

As avaliações da DIRENG revelaram que os pavimentos que compõem a pista de táxi C (trecho em vermelho da Figura 4.24) estavam com o pior índice de condição, com grande parte das placas rompidas, e o mais aconselhável seria a sua reconstrução. Contudo, como não havia recursos suficientes para tal, tomou-se a decisão de não investir na sua recuperação, distribuindo melhor as intervenções pelas demais áreas e realizando estudos de investigação complementares, como realização de sondagens e extração de corpos-de-prova das placas. Através destas investigações verificou-se que:

- a) A espessura das placas de concreto variou de 17 a 33 cm ao longo da pista de táxi C;
- b) Não havia sub-base em diversos trechos da pista de táxi C, sendo as placas assentadas diretamente sobre subleito constituído de solo orgânico (CBR variando de 3 a 4%), sendo a espessura de solos moles variável, mas podendo ser superior a 3,5 m, profundidade a que chegou o ensaio; e
- c) Praticamente todos os furos de sondagem acusaram a existência de lençol freático muito próximo à superfície (30 cm de profundidade).

Todos estes fatores associados a deficiências no sistema de drenagem da BACO obrigaram os engenheiros do SERENG-5 a postergar a solução para a reabilitação da pista de táxi C, discutindo-se inclusive a possibilidade de construção de uma nova pista de táxi, paralela à original e reabilitando-se a antiga e deixando-a apenas para trânsito de viaturas.

Com isto se economizariam os custos de demolição. Contudo, até o final do presente trabalho ainda não havia se chegado a um consenso sobre o caso.

Os principais defeitos contemplados no projeto executivo de recuperação da área operacional da BACO, elaborado por Meier (2007), foram os seguintes:

Nos pavimentos rígidos:

- Deficiência na selagem de juntas em toda a área operacional;
- Muitas fissuras e diversos tipos de trincas em placas de CCP;
- Esborcinamentos;
- Remendos grandes e pequenos já deteriorados; e
- Diversas placas rompidas, principalmente no pátio do 5º ETA.

Os pavimentos flexíveis da BACO apresentaram basicamente fissuras de baixa severidade e ausência de desagregação do revestimento asfáltico, possuindo elevados valores de PCI e por isso não sofreram intervenções.

4.3 ESTUDO DE TRÁFEGO ÁEREO PREDOMINANTE NAS BASES AÉREAS ESTUDADAS

É consenso internacional que o tráfego (passagem de veículos ou de aeronaves) é um dos fatores que interferem na degradação dos pavimentos. Foi realizada uma tentativa para compreender melhor este processo, levantando-se o volume de tráfego efetivo da rede de aeródromos estudada.

Inicialmente buscou-se os dados junto ao SETA MILLENIUM (Sistema Gerenciador de Estatísticas de Tráfego) mantido pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), contudo, este Sistema ainda não estava totalmente operacionalizado para as bases aéreas, pois muitas vezes deixava-se de contabilizar como movimentos as operações de toque e arremetida, o que não atenderia à pesquisa, uma vez que nessas operações as aeronaves de fato tocavam e percorrem fisicamente a pista de pouso.

Contudo, como o SETA MILLENIUM é alimentado por outros dois sistemas de banco de dados, o BINTRA e o SGCT (Sistema de Gerência e Controle de Torre), buscou-se as informações junto às torres de controle (TWR) dos Destacamentos de Controle do Espaço Aéreo (DTCEA) existentes naquelas bases.

Após a coleta de informações, verificou-se algumas inconsistências nos dados provenientes de ambos os sistemas, que diferiram quanto ao número total de pousos e

decolagens para as três bases aéreas, sendo que os dados provenientes do BINTRA pareceram mais consistentes, inclusive com as estatísticas divulgadas pela INFRAERO para o Aeroporto Internacional de Florianópolis, onde está localizada a BAFL. Contudo, aquele sistema não dispõe de informações quanto ao tipo de aeronave envolvida na operação de pouso ou decolagem, dado que aparece com clareza no SGCT.

Por isso foi realizada uma composição utilizando informações de ambos os sistemas, a fim de se determinar a combinação de aeronaves que predominantemente utilizaram os aeródromos, sendo os mesmos dispostos nas Tabelas 4.7, 4.8 e 4.9. Para a BASM só estavam disponíveis registros relativos ao ano de 2010.

A partir dessas informações foi possível observar que 78,9% do tráfego relativo à BACO é composto, predominantemente por aeronaves do tipo KC-137 (Boeing 707), C-130 Hércules, EMB 145, VC-97 Brasília, C95 Bandeirante, A-1 (AMX) e, principalmente, F-5 e T-27 Tucano, sendo os demais movimentos formados por aeronaves variadas de pequeno porte ($P_{MAX} < 5700$ kg).

Tabela 4.7 - TRÁFEGO ANUAL ACUMULADO DA BACO (2005-2010)

AERONAVE	2005	2006	2007	2008	2009	2010*	TRÁFEGO MÉDIO**	II _{EG}							
KC-137(Boeing 707)	5	0,05%	4	0,04%	26	0,25%	24	0,24%	4	0,04%	17	0,18%	13	0,12%	71
C-130 (Hércules)	578	5,25%	584	5,27%	606	5,78%	417	4,08%	217	1,98%	96	1,04%	480	4,47%	480
C99, R99, E 99 (EMB-145)	193	1,76%	251	2,27%	309	2,95%	165	1,61%	249	2,27%	80	0,87%	234	2,17%	20
VC-97 (EMB-110/Brasília)	90	0,82%	124	1,11%	147	1,40%	681	6,67%	657	6,00%	503	5,46%	340	3,16%	23
C-95 (EMB-120/Bandeirante)	1.190	10,81%	1.650	14,88%	1.708	16,28%	1.396	13,66%	1.345	12,29%	1.096	11,38%	1.458	13,56%	16
A-1 (AMX)	1.028	9,34%	472	4,26%	443	4,22%	38	0,37%	235	2,15%	22	0,24%	443	4,12%	33
F-5	4.682	42,63%	5.061	45,66%	4.622	44,05%	4.463	43,67%	5.911	53,99%	5.293	57,63%	4.950	46,04%	90
T-27 (Tucano)	802	7,28%	689	6,22%	476	4,54%	567	5,54%	275	2,51%	122	1,33%	562	5,22%	6
Outras aeronaves	2.429	22,07%	2.249	20,29%	2.155	20,54%	2.470	24,17%	2.056	18,78%	1.956	21,30%	2.272	21,13%	19
TOTAL DE POUSOS E DECOLAGEIS	11.007	100,00%	11.065	100,00%	10.493	100,00%	10.220	100,00%	10.949	100,00%	9.186	100,00%	10.751	100,00%	758

Tabela 4.8 - TRÁFEGO AÉREO ACUMULADO PARA A BASM (2010)*

AERONAVE	II° COBERTURAS	%	II _{EG}
KC-137(Boeing 707)	0	0,00%	0
C-130 (Hércules)	124	0,83%	124
C99, R99, E 99 (EMB-145)	87	0,58%	12
VC-97 (EMB-110/Brasília)	134	0,90%	14
C-95 (EMB-120/Bandeirante)	363	2,43%	9
A-1 (AMX)	4.625	30,98%	126
F-5	12	0,08%	4
T-27 (Tucano)	81	0,54%	3
Outras aeronaves	9.505	63,67%	32
TOTAL DE POUSOS E DECOLAGEIS	14.928	100,00%	324

Tabela 4.9 - ESTIMATIVA DE TRÁFEGO PARA A BAFL (2005-2010)

AERONAVE	2005	2006	2007	2008	2009	2010*	II _{MÉDIO} **	II _{EG}
C-130 (Hércules)	146	153	168	156	159	153	156	156
VC-97 (EMB-110/Brasília)	165	172	189	175	179	172	176	16
C-95 (EMB-120/Bandeirante)	439	458	503	468	476	459	469	10
Outras aeronaves	110	115	126	117	119	115	117	6
TOTAL DE PASSAGEIS PELA TWY C	860	898	985	916	932	898	918	189

*Dados obtidos até 31/10/2010

**Média excluindo-se os dados de 2010
(fonte: BINTRA e SGCT)

Entretanto, analogamente ao eixo rodoviário padrão, para que o número total de movimentos possa ser utilizado em modelos de previsão, é necessária a sua conversão em termos do número equivalente de operações da aeronave de projeto (N_{EQ}). Considera-se, neste caso, a aeronave de projeto aquela que, num dimensionamento, exige a maior espessura de pavimento.

Os engenheiros da FAB têm utilizado comumente a aeronave C-130 Hércules (Figura 4.28) como referência para o dimensionamento dos pavimentos, em geral considerando um número anual de 1.200 coberturas (critério utilizado para a construção da pista militar de Cacequi-Saicã e restauração de pavimentos na BASM).

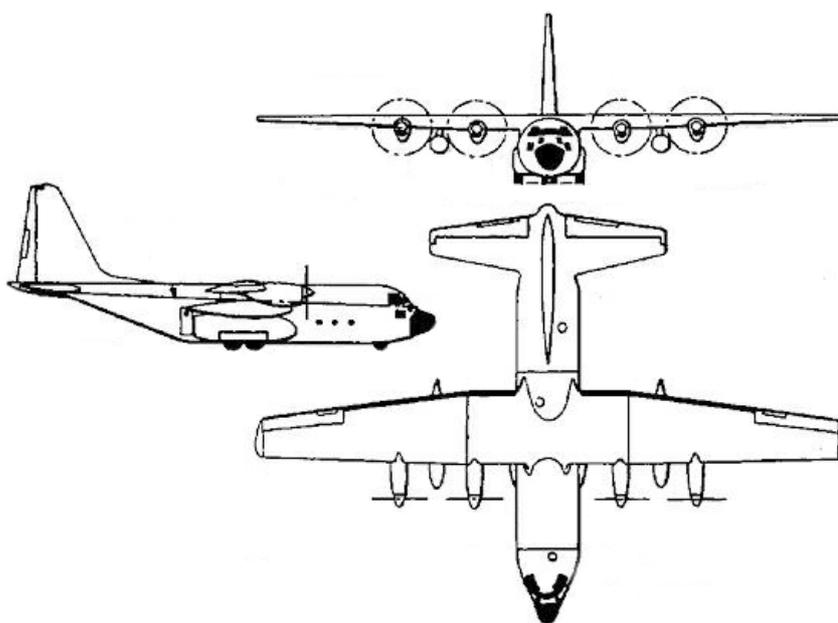


Figura 4.28: Perfil da aeronave militar de transporte de cargas C-130 Hércules

É importante ressaltar que para a rede de aeródromos estudada, o número de operações de aeronaves com peso de decolagem superior ao C-130 Hércules, como o KC-137 (Boeing 707), é nulo ou muito pequeno.

A conversão do número médio anual de movimentos das aeronaves em termos da aeronave de projeto pode ser obtida por meio dos procedimentos previstos na Circular Consultiva AC 150/5320-6D, da FAA, utilizando-se os fatores de conversão para as diversas configurações de trens de pouso constantes na Tabela 4.10 e o Modelo 4 para o número equivalente anual de decolagens, que leva em consideração as diferenças nas cargas brutas por pneu.

Tabela 4.10: Fatores de conversão (multiplicativos) para eixos (perna de trem de pouso) de aeronaves (FAA, 2002)

Para a conversão de:	Em:	Multiplicar pelo fator de conversão:
Roda simples	Roda dupla	0,8
Roda simples	Duplo tandem	0,5
Roda dupla	Duplo tandem	0,6
Duplo duplo tandem	Duplo tandem	1,0
Duplo tandem	Roda simples	2,0
Duplo tandem	Roda dupla	1,7
Roda dupla	Roda simples	1,3
Duplo duplo tandem	Roda dupla	1,7

(fonte: Tabela adaptada de Balbo, 2009)

Tabela 4.11: Trens tipo, pesos máximos de decolagem e peso por roda

AERONAVE	TREM TIPO	P MAX (ton)	Peso por roda (ton)
KC-137(Boeing 707)	Duplo tandem	152,4	36,2
C-130 (Hércules)	Roda simples	79,4	18,9
C99, R99, E99 (EMB-145)	Roda dupla	22	5,2
VC-97 (EMB-110/Brasília)	Roda simples	11,5	5,5
C-95 (EMB-120/Bandeirante)	Roda simples	5,6	2,7
A-1 (AMX)	Roda simples	13	6,2
F-5	Roda simples	11,2	5,3
T-27 (Tucano)	Roda simples	3,2	1,52
Outras aeronaves	Roda simples	5,7	2,7

Fonte: Baptista e Resque (2003), software COMFAA 2.0 (2007) e Manual do EMB 145

$$\log_{10} R_1 = \log_{10} R_2 \times \sqrt{\frac{P_2}{P_1}}$$

Modelo 4

Onde: R_1 é o número equivalente de decolagens anual da aeronave de projeto; R_2 é o número de decolagens anual da aeronave da aeronave do mix, expresso em termos de trem de pouso da aeronave de projeto; P_1 é o peso máximo de decolagem sobre uma roda da aeronave de projeto; e P_2 é o peso máximo de decolagem por roda do trem principal da aeronave que compõe o mix. Para o cálculo de P_1 e P_2 , usualmente se considera que 95% do peso máximo de decolagem (P MAX) estão distribuídos sobre o trem principal, conforme indicação da Figura 4.29.

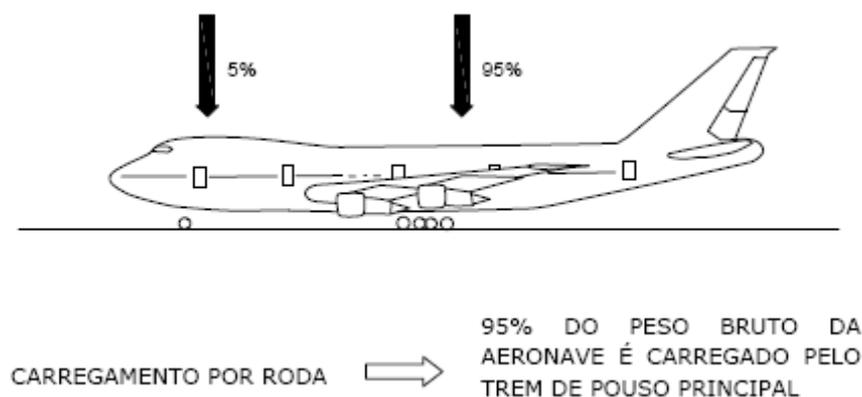


Figura 4.29: Esquema de distribuição de carregamento (fonte: GOLDNER,2010)

Algumas ressalvas ainda devem ser informadas em relação aos dados provenientes do controle de tráfego aéreo. Não havia nos registros disponíveis o número de coberturas específico para as pistas de táxi, ou o número de vezes que determinado pátio foi utilizado, o que dificulta obter-se com precisão quantas vezes determinada seção de pavimento foi efetivamente solicitada.

Outro fator importante é que a tentativa de uma distribuição uniforme do número de movimentos da pista de pouso principal pelos diversos táxis de ligação até os pátios não é aconselhável, uma vez que existem sentidos de pouso e decolagem preferenciais, já que uma aeronave pouso e decola sempre contra o vento (PLÍNIO JR, 2001). A cabeceira 11 da pista principal da BASM, por exemplo, é a mais utilizada e, por conseguinte, a pista de táxi A. Então, considerando, num primeiro momento, unicamente o efeito do tráfego sobre esses pavimentos, é de se esperar que os trechos onde há sentido preferencial de taxiamento e decolagem apresentem um nível de degradação maior em relação aos demais.

Esta observação é excepcionalmente importante no caso da BAFL, pois os pavimentos aeroportuários daquela base resumem-se a um pátio e uma pista de táxi e, além de o tráfego aéreo ser misto (civil e militar), nem todas as aeronaves militares que fazem utilização das pistas de pouso dirigem-se para o pátio militar, ocupando algumas vezes o pátio civil da INFRAERO. Por isso, o tráfego da BAFL teve de ser estimado com base na experiência e informações obtidas junto aos controladores.

O estudo de tráfego revelou que, em média, pode-se considerar 758 pousos e decolagens anuais da aeronave C-130 Hércules para a BACO, 324 para a BASM e 189 para a BAFL. Isto é um indicativo de que a utilização de 1200 pousos e decolagens anuais é uma premissa conservadora e pavimentos que, por ventura, tenham sido dimensionados no passado

com essa metodologia não entrarão em fadiga pela ação do tráfego real, que é inferior ao de projeto e por isso apresentarão uma durabilidade maior.

Uma alternativa ao método convencional da Circular 150/5320-6D é a utilização do software LEDFAA (*Linear Elastic Design*), disponível no site da FAA na internet, onde não se trabalha mais com o conceito de aeronave de projeto, mas calculam-se os danos acumulados para todas as aeronaves do “mix” de projeto, considerando-se inclusive equações de fadiga para misturas asfálticas e para o concreto o que, segundo Medina e Motta (2005), pode conduzir a espessuras de pavimento menores que o método convencional.

4.4 INTERVENÇÕES REALIZADAS NAS BASES AÉREAS E AS AVALIAÇÕES DAS CONDIÇÕES DOS PAVIMENTOS APÓS AS INTERVENÇÕES

As intervenções nas bases aéreas ocorreram entre os anos de 2007 e 2009. Uma análise dos projetos executivos e suas planilhas orçamentárias permitiu a separação dos custos de intervenção, por tipo de pavimento e por tipo de intervenção. A síntese dos gastos e o tipo de intervenção executada em cada base consta resumidamente na Tabela 4.12.

Tabela 4.12: Custo das intervenções ocorridas entre 2007 e 2009 nas bases aéreas estudadas

Localidade	Início da obra	Ano de conclusão	Tipo de pavimento	Intervenção predominante	Custo (R\$)
BAFL	2009	2009	Rígido	Manutenção preventiva	233.258,40
				Reabilitação	65.790,83
BASM*	2007	2009	Rígido	Manutenção preventiva	1.487.156,93
				Reabilitação	81.663,08
				Reconstrução	2.413.782,92
			Flexível	Manutenção preventiva	725.523,70
				Reabilitação	13.888,28
				Reconstrução	833.296,75
BACO	2008	2008	Rígido	Manutenção preventiva	525.024,82
				Reabilitação	225.010,64
Total no período:					6.604.396,34

*Custos já considerando o último reajuste de preços unitários

No ano de 2010, após as intervenções, os pavimentos das bases aéreas do V COMAR foram novamente avaliados pelo autor. Reunindo os dados foi possível concluir que a rede permaneceu numa condição que vai de boa a excelente, pois, de um total de 102 seções inspecionadas após as obras, apenas 7% permaneceram numa condição muito ruim ou ruim, conforme indica a Figura 4.30.

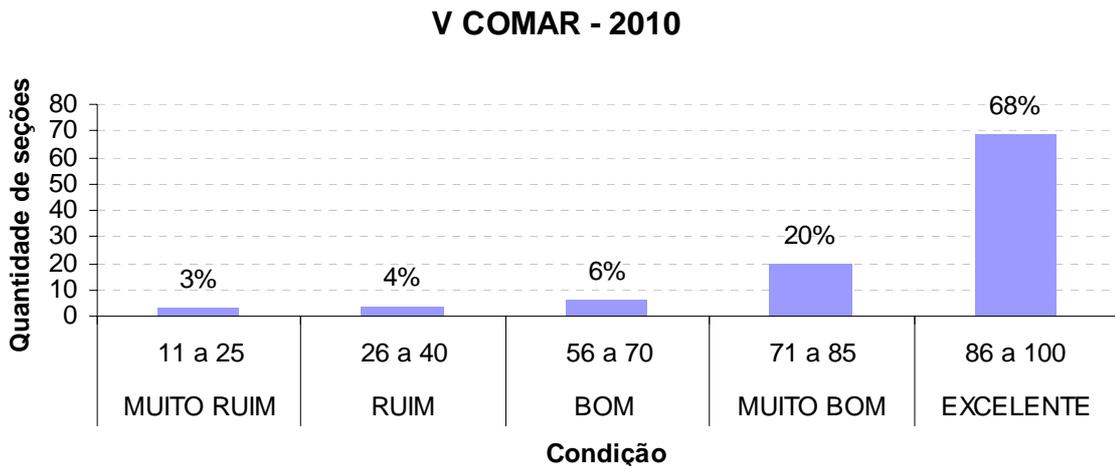


Figura 4.30: Condição da rede de aeródromos do V COMAR em 2010

Nestas avaliações houve a necessidade de algumas adaptações para a aplicação do método PCI. Por exemplo, tomando-se a avaliação dos pavimentos rígidos pista de táxi C da Base Aérea de Florianópolis que possui 1220 m x 21 m, a utilização de unidades amostrais de 20 placas (cada placa mede 3,5 x 6 m), com o critério da tabela 2.5, conduziria à inspeção de apenas seis unidades, por isso, adotou-se o critério de dividir UA's em 225 m² o que resulta na seleção de 12 unidades amostrais distribuídas aleatoriamente por aquela pista. O mesmo critério foi adotado para a avaliação do pátio, conforme indicado na Figura 4.31.

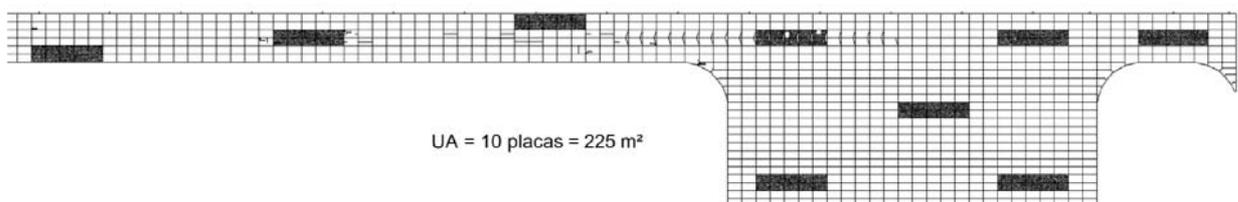


Figura 4.31: Esquema da distribuição das unidades amostrais no pátio e em parte da taxiway C da BAFL

Para as demais avaliações na BASM e na BACO, escolheram-se as unidades aleatoriamente dentro das seções homogêneas já definidas em avaliações anteriores realizadas pela DIRENG. A seguir são apresentados os resultados por base aérea das avaliações realizadas ao longo do ano de 2010.

4.4.1 Base Aérea de Florianópolis

Comparativamente à avaliação de 2008 e após as obras ocorridas em 2009, constatou-se através de nova avaliação uma melhoria geral nas condições dos pavimentos da BAFL. O número de seções com condição excelente aumentou de 33 para 63%, sendo que nenhuma foi observada com nível abaixo de bom.

Houve um aumento nos valores de PCI nos pavimentos do aeródromo, conforme a Tabela 4.13. A queda verificada no índice ocorreu nos pavimentos que não sofreram intervenções em 2009, como os pavimentos flexíveis.

Figura 4.32: BAFL – Avaliação de 2010 - Condição das seções

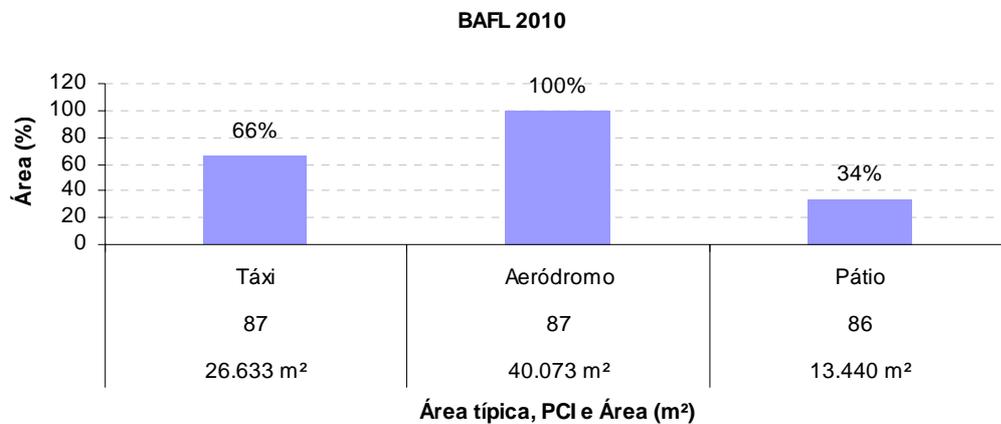


Figura 4.33: BAFL – Avaliação de 2010 – Condição das áreas típicas

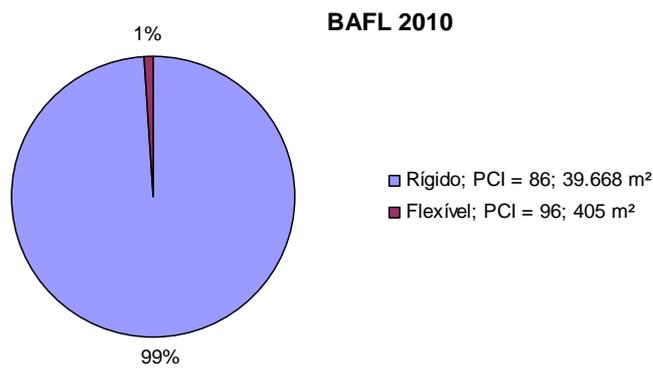


Figura 4.34: BAFL – Avaliação de 2010 – Condição por tipo de pavimento

Tabela 4.13: Ganho de PCI após as intervenções na BAFL

Tipo de pavimento ou área típica	PCI em 2008	PCI em 2010
Rígido	81	86
Flexível	100	96
Táxi	83	87
Pátio	78	86
Aeródromo	81	87

A razoável queda no valor de PCI dos pavimentos flexíveis deve-se à influência e discrepância de resultados entre avaliadores. De acordo com Marcon (1996) estas discrepâncias e erros de consideração são comuns em praticamente todas as aplicações dos métodos existentes para avaliação de pavimentos.

4.4.2 Base Aérea de Santa Maria

A BASM foi a base aérea que obteve o maior ganho nos índices de condição, o que já era esperado, pois, sua área total pavimentada é pouco superior à da BACO, mas o montante de recursos aplicados foi mais de 7 vezes maior.

Houve um aumento de 48% para 81% de seções com condição excelente e uma redução de 10% para 2% nas seções com uma condição ruim. Dos tipos de pavimentos classificados, os que apresentaram melhor benefício em termos de ganho de PCI foram os flexíveis e, das áreas típicas, foram os pátios, conforme a Tabela 4.14.

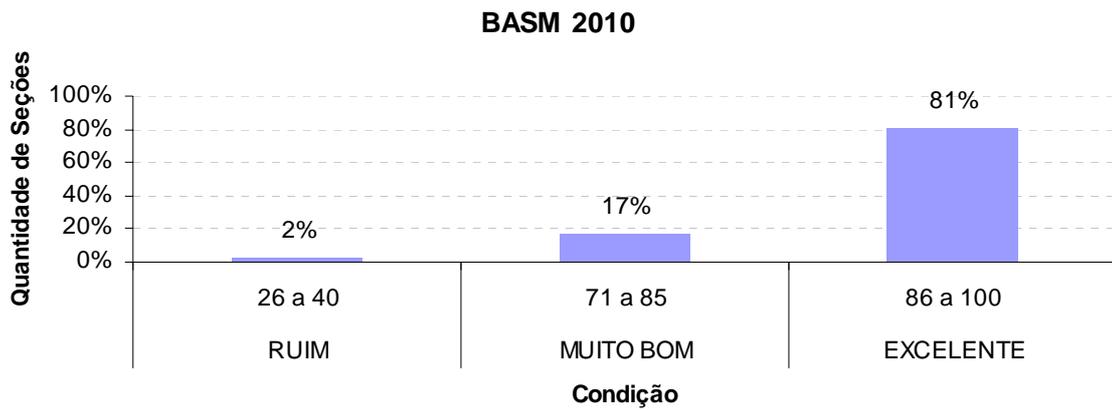


Figura 4.35: BASM – Avaliação de 2010 - Condição das seções

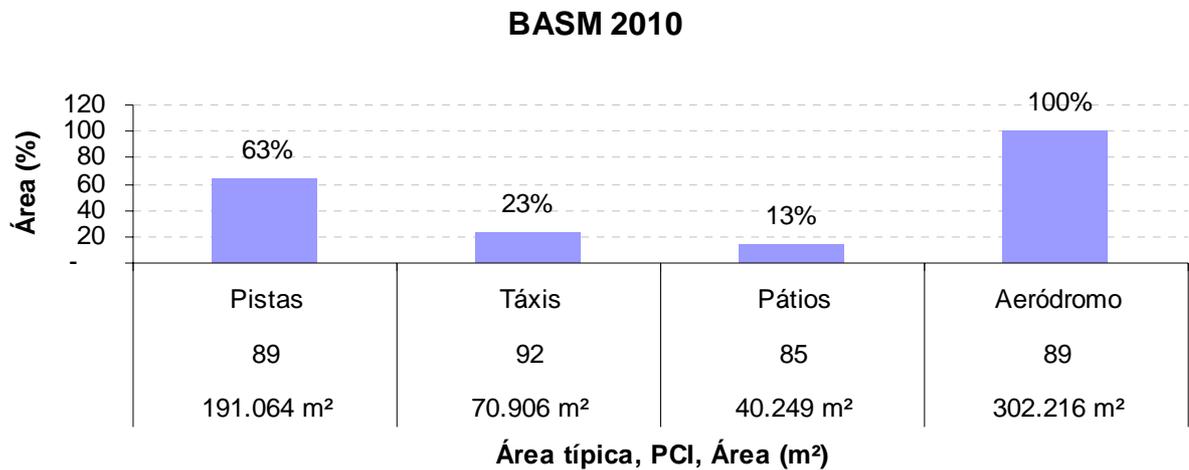


Figura 4.36: BASM – Avaliação de 2010 – Condição das áreas típicas

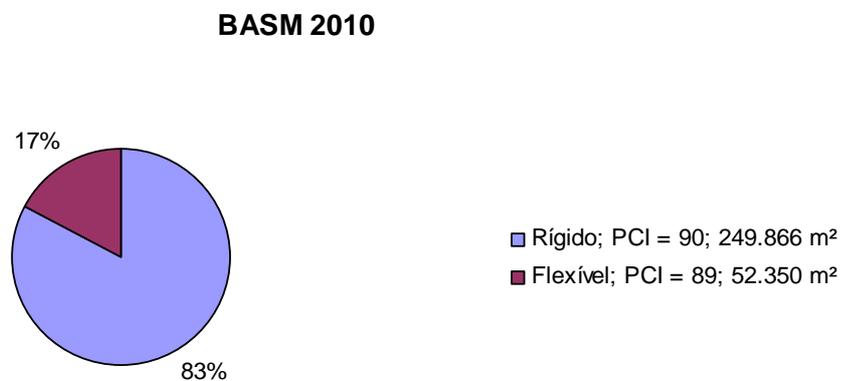


Figura 4.37: BASM – Avaliação de 2010 – Condição por tipo de pavimento

Tabela 4.14: Ganho de PCI após as intervenções na BASM

Tipo de pavimento ou área típica	PCI em 2007	PCI em 2010
Rígido	86	90
Flexível	61	89
Pistas	79	89
Táxis	87	92
Pátios	83	85
Aeródromo	81	89

3.4.3 Base Aérea de Canoas

A Base Aérea de Canoas apresentou uma melhoria mais modesta em termos de ganho de condição. Houve um aumento de 44 para 51% das seções avaliadas como excelente e uma redução de 8 para 7% de seções consideradas muito ruins. Em relação ao ganho de PCI, os pátios foram os que receberam maior benefício e, com relação ao tipo de pavimento, os rígidos se beneficiaram mais das intervenções, havendo uma ligeira queda no índice de condição dos pavimentos flexíveis, pois, assim como em Florianópolis, eles não sofreram intervenção (Tabela 4.15).

Através dos indicadores adotados é possível compreender esta diferença em termos do índice de condição de pavimento geral do aeródromo que era o menor das três bases aéreas e, em termos de volume de recursos alocados por área, o investimento na BACO foi proporcionalmente o menor.

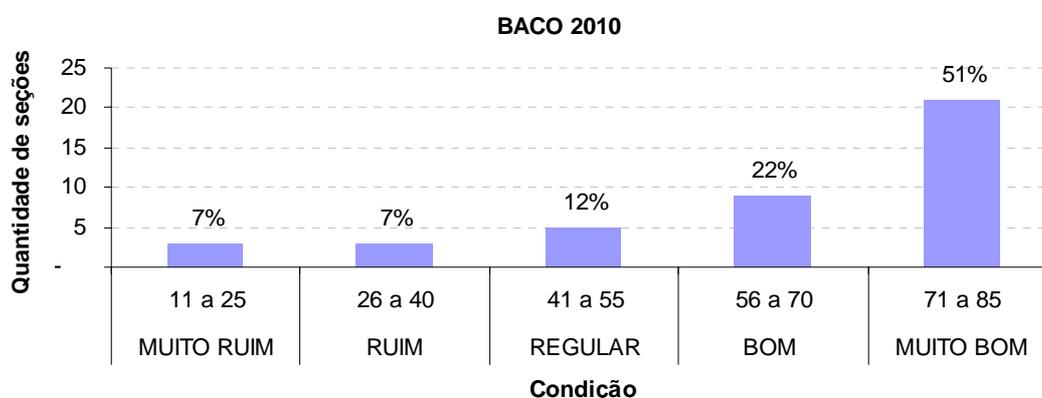


Figura 4.38: BACO – Avaliação de 2010 - Condição das seções

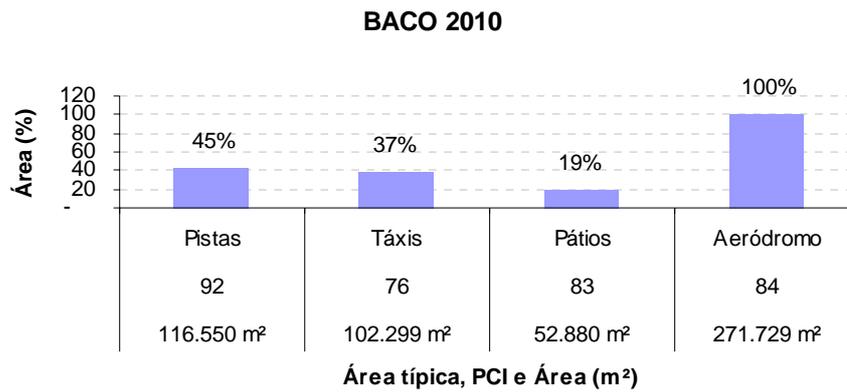


Figura 4.39: BACO – Avaliação de 2010 – Condição das áreas típicas

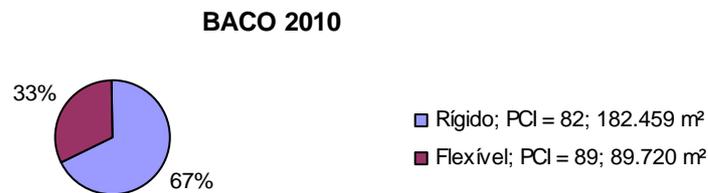


Figura 4.40: BACO – Avaliação de 2010 – Condição por tipo de pavimento

Tabela 4.15: Ganho de PCI após as intervenções na BACO

Tipo de pavimento ou área típica	PCI em 2007	PCI em 2010
Rígido	72	82
Flexível	90	89
Pistas	91	92
Táxis	73	76
Pátios	58	83
Aeródromo	78	84

4.5 RESUMO DAS ÁREAS EM PIOR CONDIÇÃO

Para efeito de planejamento de obras e priorização das intervenções, indicou-se nas Figuras 4.41 à 4.43, as seções das bases que, após as intervenções, apresentaram os piores índices de condição de pavimento. No caso, muito ruim ou ruim para a BACO e a BASM e

bom para a BAFL. Estas seções deveriam ser identificadas como prioritárias para as próximas intervenções.

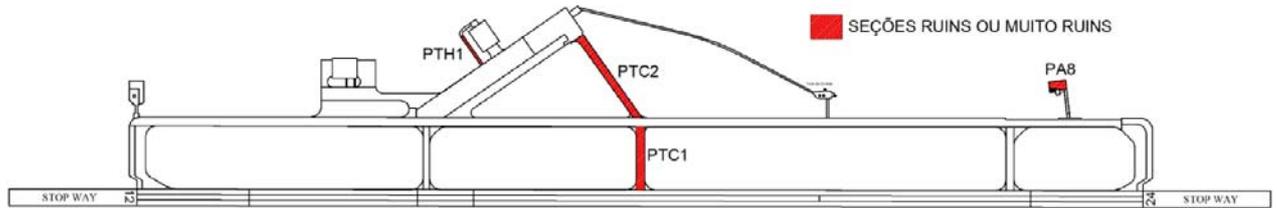


Figura 4.41: Seções da BACO com prioridade para as próximas intervenções

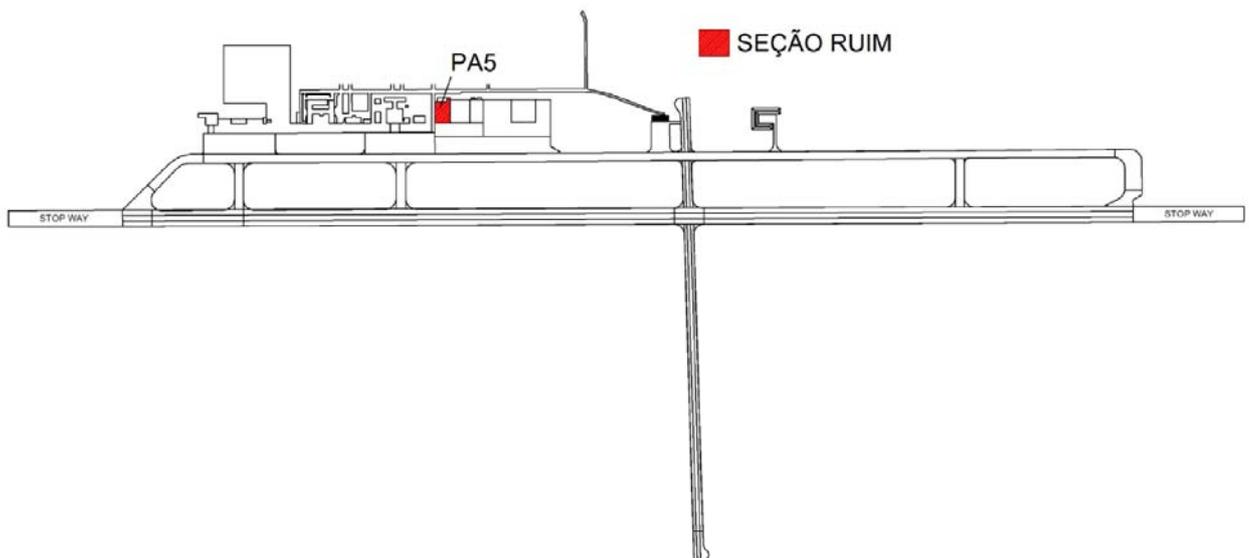


Figura 4.42: Seção da BASM com prioridade para a próxima intervenção



Figura 4.43: Seção da BAFL com prioridade para a próxima intervenção

5 ANÁLISES DOS DADOS E PROPOSTA PARA UM SGP

5.1 TENTATIVAS DE CALIBRAÇÃO DE MODELOS

Com as informações levantadas, houve algumas tentativas de calibração de modelos de previsão de desempenho dos pavimentos estudados, conforme indicam as Figuras 5.1 e 5.2 com alguns resultados para as variações dos valores de PCI em função da idade dos pavimentos da rede do V COMAR. Porém, as correlações entre as duas variáveis analisadas foram consideradas fracas, conforme indicam os coeficientes de correlação dos modelos 5.1 e 5.2.

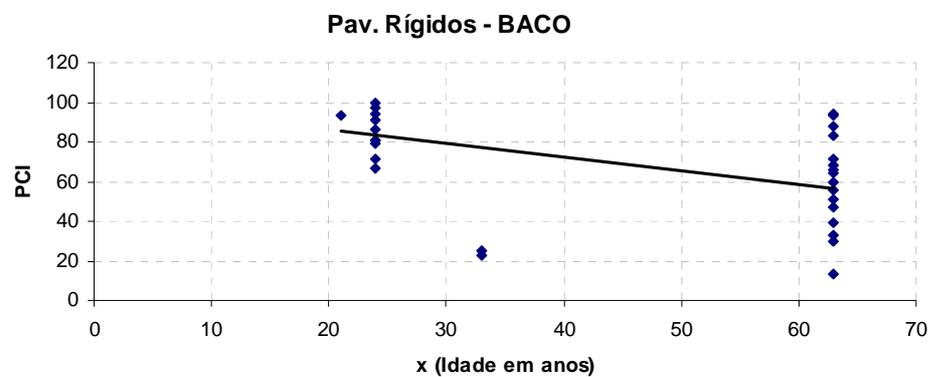


Figura 5.1: Tentativa de modelo para as seções de pavimento rígido da BACO (29 seções)

$$\text{PCI} = 100 - 0,6873x$$

Com $R^2 = 0,1376$

Modelo 5.1

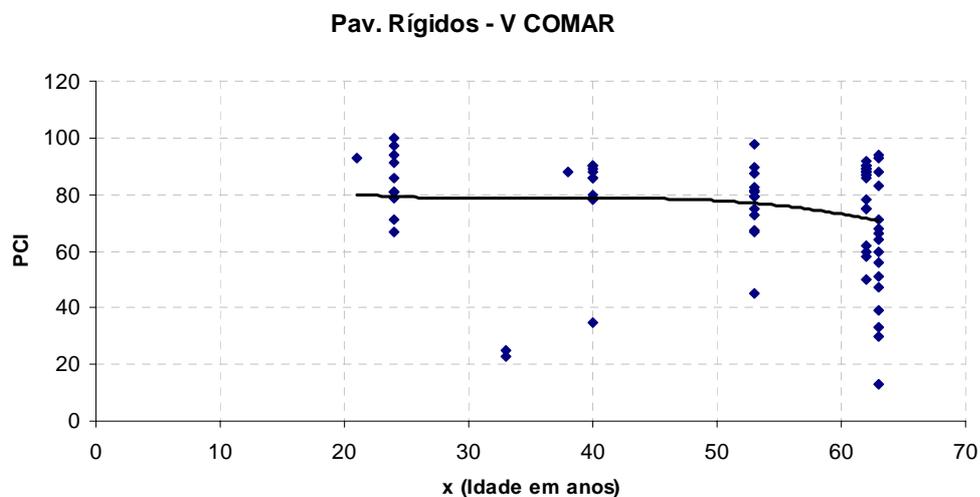


Figura 5.2: Tentativa de calibração de modelo para as seções de pavimento rígido da rede do V COMAR (73 seções)

$$\text{PCI} = 100 - 0,0005x^3 + 0,0502x^2 - 1,8023x$$

Com $R^2 = 0,0467$

Modelo 5.2

De acordo com Balbo (2009), a partir de dezenas de avaliações de pavimentos de aeroportos civis e militares, bem como de rodovias e vias urbanas, o Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE) desenvolveu uma carta para a determinação da taxa de degradação de um pavimento de concreto simples (PCS) em função de sua idade. Portanto, o desempenho pode ser normal (próximo à média) acima do esperado ou abaixo do esperado, conforme o posicionamento dos valores de PCI e idade do pavimento no gráfico da Figura 5.3.

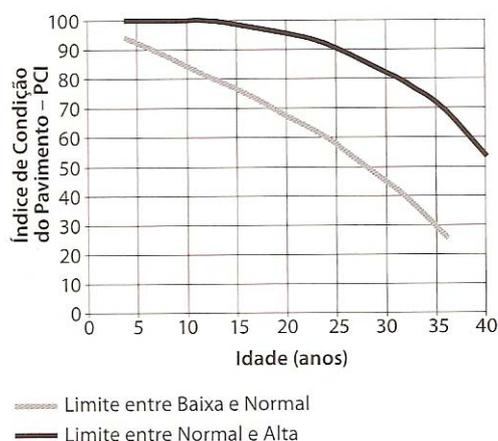


Figura 5.3: Taxa de degradação de um PCS em um dado momento de seu serviço (fonte: Pavimentos de Concreto, Balbo, 2009)

Observou-se que alguns pavimentos apresentaram um desempenho extremamente excepcional como os trechos construídos em concreto protendido da pista de táxi F da BACO (Tabela 4.6 - Seção PT-F1, pág. 69), que permaneceram ao longo de quase três décadas com índices de condição próximos de 100, pois praticamente não se constatou defeitos nesses trechos durante as inspeções.

De uma maneira geral, os pavimentos rígidos em concreto simples mais antigos tenderam a apresentar, em relação à média, valores menores de PCI, contudo, as sucessivas manutenções e restaurações podem ter mascarado o efeito do tempo sobre as taxas de degradação, assim como a ausência de registros mais precisos sobre a idade exata de cada seção dificultou as análises e a calibração de modelos.

Por outro lado, os modelos de desempenho apresentados no capítulo 3 (item 3.8), desenvolvidos para redes de aeroportos no Brasil aparentaram ser extremamente conservadores se aplicados aos aeródromos da rede militar do V COMAR, que têm uma perda de serventia muito mais lenta, conforme indicado nas Figuras 5.4 e 5.5.

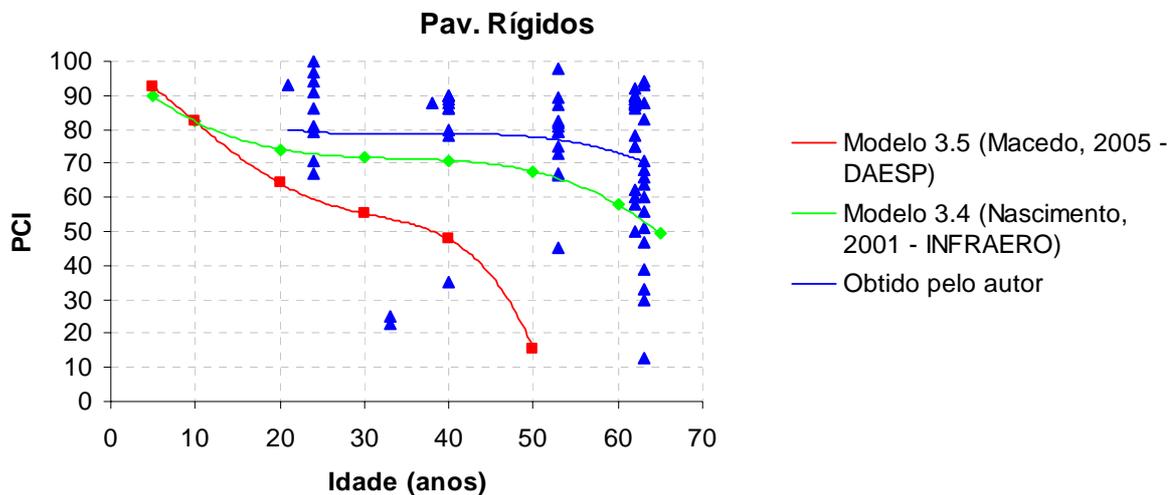


Figura 5.4: Comparação entre modelos disponíveis e o resultante das avaliações

Mesmo que se faça uma projeção horizontal pelos últimos pontos dos modelos existentes, conforme descrito em 3.8 (pág. 46), ainda assim se terá taxas de degradação extremamente elevadas, o que poderia distorcer previsões futuras, pois seriam incompatíveis com o resultado das avaliações e o que foi observado *in loco*.

Provavelmente as velocidades de degradação mais elevadas observadas nas redes da INFRAERO e do DAESP quando comparadas à rede do V COMAR se devam ao intenso tráfego experimentado pelos pavimentos, inclusive, com aeronaves de porte mais elevado. A composição da Tabela 5.1 permite visualizar esta diferença para aeródromos de uma mesma região.

Tabela 5.1: Tabela comparativa entre número de operações entre aeródromos civis e militares de mesmo

Aeródromo	Número médio de operações dos últimos 5 anos
Aeroporto Internacional de Porto Alegre	67.121
Base Aérea de Canoas	10.751
Base Aérea de Santa Maria	14.928
Aeroporto Internacional de Florianópolis	34.870
Base Aérea de Florianópolis ³	918

(fonte: ICEA, 2010)

Dos modelos brasileiros constantes no capítulo 3, o que apresentou velocidade de degradação mais próxima dos aeródromos militares foi o desenvolvido por Macedo (Modelo 5.3), para pavimentos flexíveis com revestimento em concreto asfáltico da rede do DAP/RS. Isto se projetado horizontalmente e aplicado apenas à pista Norte-Sul da BASM.

$$PCI = 100 - 3,20967(IDADE)$$

(Modelo 5.3)

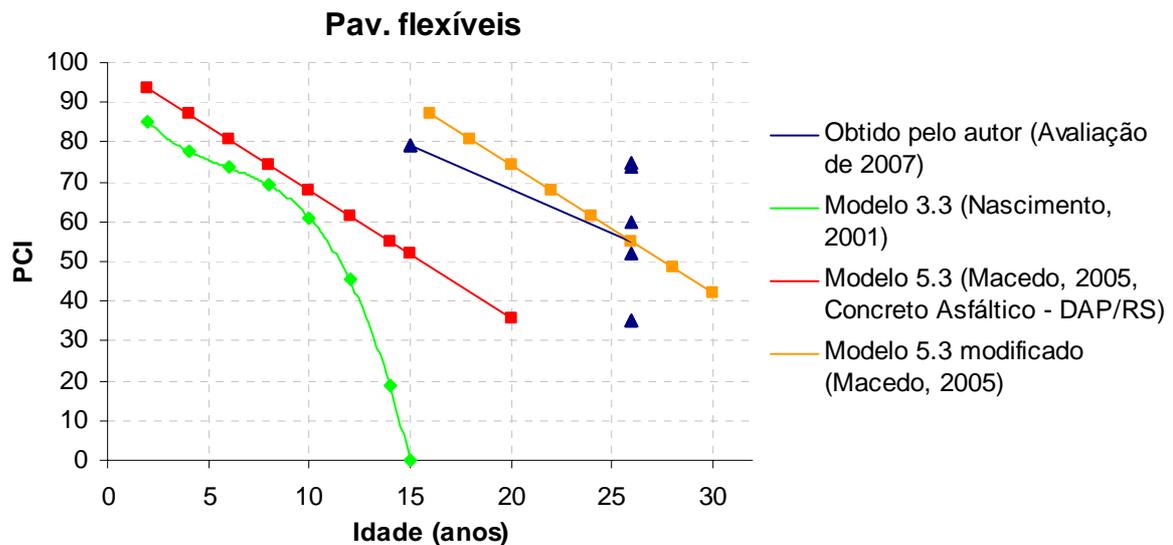


Figura 5.5: Comparação entre modelos de pavimentos flexíveis

A utilização de uma perda anual de 3 pontos de PCI por ano, como sugeriu Bourahli (1997) para as redes urbanas é extremamente conservadora para os aeródromos em questão. A adoção de uma perda de serventia de 1 a 2 pontos de PCI por ano para os pavimentos rígidos e em torno de 3 pontos por ano para os pavimentos flexíveis da BASM pareceu ser mais adequada.

³ Número de operações estimado

Obviamente que a degradação deve se acelerar com o aumento da idade, caso nada seja feito para reabilitar o pavimento, assim como os custos devem se tornar proporcionalmente crescentes, mas esta simplificação já é suficiente para permitir o planejamento em curto prazo (horizonte de 5 anos) necessário à consecução do Plano Plurianual de Obras da Aeronáutica.

5.2 PLANO PLURIANUAL SUGERIDO

Considerando a perda de serventia que os pavimentos apresentarão ao longo dos anos, seja através de um modelo de previsão ou pela adoção de uma taxa de degradação anual, há necessidade de quantificar os investimentos necessários para mantê-los numa condição aceitável.

O primeiro passo é estabelecer um índice de condição de pavimento mínimo para uma intervenção, o que pode ser arbitrado pelo tomador de decisão.

Papaleo (*apud* Macedo, 2005) após pesquisar os principais SGP aeroportuários concluiu que o valor limite para que fosse deflagrada uma intervenção, tanto de manutenção quanto de restauração seria um PCI variando entre 60 e 65, ressaltando-se que esses limites poderiam mudar de acordo com as necessidades específicas de cada aeroporto.

Partindo-se da premissa de que os aeródromos militares devem estar permanentemente operacionais, admitiu-se um PCI mínimo igual a 71 (limite da condição “muito bom”) para que fosse deflagrada uma intervenção em cada seção de pavimento, garantindo-se que se a intervenção for realizada para valores logo abaixo desse limite, apenas obras de conservação ou restauração seriam necessárias. Portanto, abaixo desse limite, o pavimento deverá sofrer intervenções e acima dele não será realizado nenhum serviço de conservação ou restauração.

A definição de custos para obras de engenharia tem se tornado um dos assuntos mais complexos da engenharia civil, especialmente no âmbito da Administração Pública.

Estimativas em termos de custos unitários são sempre desejáveis, contudo, quando não se está desenvolvendo um projeto básico ou executivo há algumas dificuldades inerentes à elaboração dessa estimativa e dos benefícios a serem obtidos nas intervenções, tais como:

- Quantificação exata de cada serviço necessário para reabilitar os pavimentos (remendos, resselagem de juntas, etc.);

- Definição dos custos unitários dos serviços (escolha de tabelas tais como SINAPI, SICRO do DNIT, cálculo de BDI, diretrizes impostas pelas LOA e LDO, etc); e
- Previsão do ganho de PCI de cada seção após a realização da intervenção.

Como o número de variáveis a serem controladas é grande e muitas delas só serão de fato conhecidas quando do levantamento de quantidades para o projeto executivo, é difícil implementar uma matriz de intervenções como a proposta por Macedo *et al* (Figura 2.9), sem um software adequado e previamente alimentado com pelo menos parte dessas informações.

Contudo, considerando que o que se deseja obter é uma ordem de grandeza para os investimentos, foram feitas algumas simplificações, tomando-se como referência os valores globais das últimas obras de conservação realizadas e as áreas que foram efetivamente atingidas, as quais puderam ser obtidas mediante consulta dos projetos executivos do SERENG-5.

Como exemplo, para a Base Aérea de Florianópolis foi gasto em 2009 o valor de R\$ 299.049,23 em obras de conservação dos pavimentos e a área efetivamente atingida foi de 17.535 m², portanto o custo médio efetivo para reabilitar o aeródromo foi de R\$17,05/m², desprezando-se obviamente a economia de escala que poderia ser obtida com uma obra maior.

De posse da avaliação imediatamente anterior à realização da obra e da avaliação imediatamente posterior, determina-se o ganho de PCI experimentado por cada seção (Δ PCI).

Dividindo-se o custo por metro quadrado por esse Δ PCI obter-se-ia um valor de referência para elevar o PCI de cada seção de um determinado valor. Porém, dependendo do tipo de defeito e da intervenção realizada, cada seção experimentaria um ganho diferenciado de PCI e onde não houve intervenção, não haveria ganho algum.

Para homogeneizar esse valor de referência, dividiu-se o custo médio efetivo/m² das obras pelo ganho médio de PCI experimentado pelo aeródromo, que é oriundo da média ponderada por área de todas as seções.

No caso da BAFL:

$$\Delta\text{PCI} = 5 \quad (\text{obtido da Tabela 4.13, pág. 81})$$

$$\text{Custo médio efetivo}^4 (\text{R\$/m}^2 \cdot \text{pontoPCI}) = \text{R\$ } 3,41/\text{m}^2$$

(valor de referência para elevar em 1 ponto o PCI de uma determinada área)

⁴ Valor de referência para elevar em 1 ponto o PCI de uma determinada área

Este valor multiplicado pela área e pelo ganho de PCI necessário de cada seção forneceria uma ordem de grandeza do investimento necessário para reabilitar a seção.

Mesmo assim, para conhecer o ganho de PCI que será obtido, é necessário arbitrar um valor máximo de PCI que seria atingido com a intervenção, que em obras de conservação ou reabilitação, nunca chegaria a 100, somente numa reconstrução. Nesse caso, admitiu-se que será atingido um PCI de no máximo 93 em serviços de conservação ou reabilitação, que corresponde à média entre os extremos da condição “excelente” ($86 \leq \text{PCI} \leq 100$).

Para a estimativa do investimento na linha do tempo, há necessidade de considerar ainda um valor médio para a inflação anual, a fim de reajustar os custos para os anos seguintes. A Tabela 5.2 contém os valores dos índices de reajustamento de obras.

Tabela 5.2: Índices de reajustamento de obras rodoviárias

Ano	Conservação rodoviária		Pav. Concreto Cimento Portland	
2004	138,982	-	144,245	-
2005	152,421	10%	153,923	7%
2006	161,13	6%	147,934	-4%
2007	168,022	4%	150,743	2%
2008	175,63	5%	164,918	9%
2009	193,915	10%	194,106	18%
2010	197,939	2%	186,752	-4%
	Média:	6%	Média:	5%

(fonte: <http://www1.dnit.gov.br/apr/reajuste.asp>, acesso em outubro de 2010)

Portanto, para a correção monetária das estimativas, adotou-se um índice de reajustamento anual de 5%. As planilhas contendo a indicação das seções que devem sofrer intervenção ao longo dos anos, bem como a proposta de investimentos anual para cada aeródromo constam nos anexos deste trabalho, sendo os resultados apresentados resumidamente na Tabela 5.3.

Tabela 5.3: Investimentos de 5 anos para a rede do V COMAR

AERÓDROMO\ANO	2011	2012	2013	2014	2015
BAFL	207.182,83	-	-	434.590,12	-
BACO*	511.662,43	85.548,06	39.892,68	508.199,33	234.996,08
BASM	115.192,63	-	-	305.866,72	338.362,55
TOTAL ANUAL	836.048,90	87.560,06	41.905,68	1.250.670,17	575.373,64
TOTAL DO INVESTIMENTO	2.791.558,44				

*A pista de táxi C da BACO foi excluída da análise por merecer estudo à parte

A proposta constante da Tabela 5.3 é uma estimativa de custo baseada não apenas no custo médio por metro quadrado de uma área, mas sugere-se, de alguma forma, levar em consideração também a condição atual da rede e a degradação das seções ao longo dos anos. Quanto menor o valor do PCI atingido por uma seção, maior será o custo para reabilitá-la.

Esta proposta de investimento em obras de conservação deverá ser atualizada anualmente para compor o Plano Plurianual de Obras do V COMAR e, após a aprovação do Comando Geral de Operações Aéreas, poderá ser encaminhada ao EMAER para priorização.

Uma vez contemplados os recursos para determinado aeródromo, com ou sem restrição orçamentária, caberá ao SERENG-5 a elaboração dos projetos executivos das obras, com todo o detalhamento necessário de serviços, quantitativos e preços.

5.3 CRITÉRIO DE PRIORIZAÇÃO

Considerando que praticamente sempre haverá restrições orçamentárias para a implementação da política de gerência de pavimentos, deve-se propor um critério de priorização para os investimentos disponíveis.

Dentre os diversos critérios existentes, optou-se pela priorização por ranqueamento, conforme o modelo proposto por Fonseca (1999) e modificado por Macedo (2005), baseado em três parâmetros além do PCI, que são tráfego, área típica e importância do aeródromo dentro do sistema, conforme o Modelo 5.4.

$$RK = \frac{PCI}{100} (w_t * T_C + w_B * T_B + w_E * T_G) \quad \text{Modelo 5.4}$$

Com:

T_C (= 1, tráfego pesado), (= 2, tráfego médio), (= 3, tráfego leve);

T_B (= 1, pista: faixa central e cabeceiras), (= 2, pátio, táxi e pista faixa lateral); e

T_G (= 1, regional), (= 2, sub-regional), (= 3, local);

w_t , w_B e w_E são pesos que ponderam os fatores tráfego, área típica e importância, sendo sua fixação realizada por tentativas e análise de sensibilidade. Como sugestão, Macedo (2005) indicou os valores $w_t = 0,3$, $w_B = 0,2$ e $w_E = 0,5$.

Para as pistas de interesse da Aeronáutica, sugere-se a adoção de novos pesos, considerando para os valores do fator T_G a classificação do aeródromo no Plano de Desenvolvimento de Aeroportos de Interesse Militar (PDAIM), documento confidencial

desenvolvido pelo EMAER, que lista os aeródromos de todo país que têm algum valor estratégico para a Força Aérea.

Este critério também poderia ser utilizado pela Secretaria de Aviação Civil (SAC) do Ministério da Defesa (MD), como subsídio técnico para a elaboração do Plano de Investimentos anual do PROFAA, conforme proposta de Macedo (2008), o que motivaria os governos estaduais a efetuar um monitoramento periódico de seus aeroportos regionais, semelhantemente ao que foi feito neste trabalho, sendo observado como um pré-requisito para a descentralização de recursos do Governo Federal.

Atualmente, a habilitação necessária ao Governo Estadual para incluir um aeródromo no Plano de Investimentos do PROFAA é possuir uma Plano Aeroviário, conforme prevê a ICA 85-37, porém muitos dos planos aeroviários estaduais estão desatualizados.

5.4 CONSEQUÊNCIAS RELACIONADAS À TOMADA DE DECISÃO

Foi realizada ainda uma previsão para um cenário em que nenhum investimento em obras de conservação seja realizado ao longo de cinco anos, admitindo-se as mesmas premissas de 5.3, ou seja, uma perda constante de 2,0 pontos de PCI por ano e reajustando-se os custos através da aplicação de uma inflação de 5% ao ano.

Deste modo, caso os investimentos sejam postergados para 2015, o estado de conservação dos pavimentos atingirá patamares não desejáveis, caracterizado por diversas seções atingindo a condição “muito ruim”, o que implicará em investimentos mais elevados para devolvê-los à condição “muito bom”, conforme estimativas constantes na Tabela 5.4.

Tabela 5.4: Projeção para 2015, sem intervenções

AERÓDROMO\ANO	2015
BAFL	829.031,02
BACO	1.717.811,37
BASM	845.829,87
TOTAL DO INVESTIMENTO	3.392.672,26

Além disso, conforme as tabelas constantes nos Anexos, em 2014 observou-se que já se teriam várias seções numa condição muito ruim, situação em que medidas de conservação e restauração já não resolveriam mais o problema, sendo necessário adotar medidas de reconstrução para as referidas seções, o que elevaria ainda mais os custos previstos, além dos inconvenientes gerados com a perda de operacionalidade das áreas em questão.

A Figura 5.6 apresenta uma projeção para a rede do V COMAR nesse cenário, que acusaria 92% da rede em condições de regular a boa, porém, 6% das seções já apresentariam uma condição de muito ruim a rompido.

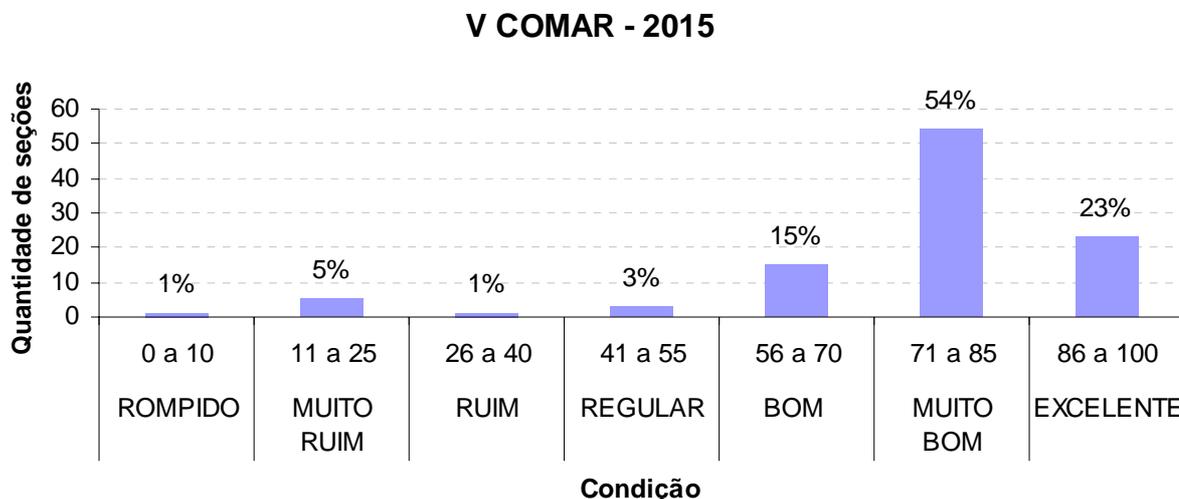


Figura 5.6: Estimativa de condição para a rede do V COMAR em 2015, sem intervenções (excluindo-se a taxiway C da BACO)

Ainda que com essas simplificações, esta metodologia permitiria estimar uma economia de R\$ 601.113,82, num período de cinco anos, caso houvesse disponibilidade de recursos e as intervenções fossem de fato realizadas. Obviamente que trata-se apenas de sugestão, considerando que é uma estimativa acadêmica, sendo necessários maiores detalhamentos para se obter valores mais precisos, inclusive considerando algum processo de otimização. Sistemas de Gerência de Pavimentos completos e corretamente alimentados permitiriam não só análises com mais acurácia, como também um processo de otimização das soluções desejadas.

Contudo, deve-se considerar que muitas vezes a solução ótima apontada pelo computador pode não ser exequível na prática, por fatores humanos que escapam ao controle da modelagem. Por exemplo, mesmo que o EMAER disponibilizasse já para o ano de 2011 os recursos constantes na Tabela 5.3, ainda assim não estariam prontos os projetos executivos, bem como as licitações necessárias à consecução das obras. Outro fator limitante são as restrições quanto ao número de militares disponíveis para a consecução do plano, pois com o efetivo atual, seria praticamente impossível o SERENG-5 fiscalizar tantas obras ocorrendo simultaneamente nas áreas operacionais de cada aeródromo.

No caso de obras consecutivas na BACO, por exemplo, seria necessário um esforço muito grande da Seção de Controle de Operações Aéreas Militares (SCOAM) para manter anualmente trechos da área operacional interditados para reformas, pois isto gera uma série de transtornos às atividades programadas dos esquadrões. Com base na experiência obtida no SERENG-5, pode-se afirmar que medidas de conservação nas áreas operacionais aplicadas a cada dois anos possuiriam custos relativamente maiores, porém, seriam mais fáceis de serem implementadas.

6 APLICATIVO DESENVOLVIDO PARA O CADASTRAMENTO DAS INFORMAÇÕES

Conforme mencionado no primeiro capítulo, um dos grandes problemas que a gerência de pavimentos, no âmbito do COMAER enfrenta é a fragmentação das informações pelos diversos elos do Sistema de Engenharia.

Os aeródromos militares, em particular, têm pavimentos muito antigos, cujos registros de construção remanescentes são imprecisos e estão fragmentados por todas as regiões de nosso país, cujas dimensões continentais aumentam substancialmente os custos de pesquisas e inspeções.

De uma maneira geral, parte-se da premissa de que inicialmente quando da implantação de um SGP os processos devem ser simples, pois sistemas muito complexos têm custos de aplicação elevados e geram dados em excesso.

Esta dificuldade específica de organizar e integrar os registros disponíveis foi o que motivou o desenvolvimento de um sistema de banco de dados para cadastrar informações sobre os aeródromos do interior da Região Amazônica, utilizando a tecnologia de banco de dados relacionais.

Na época o armazenamento sistemático de registros no banco facilitaria a consulta aos dados essenciais para a homologação dos aeroportos, tais como localização, dimensões das pistas, resistência (PCN), tipo de operação, se visual ou por instrumentos e tantas outras informações previstas na Instrução de Aviação Civil – IAC nº 2328, de 16 de julho de 1990.

Os registros de intervenções, tais como custos, materiais de construção disponíveis em cada região, informações logísticas sobre acessos terrestres ou período navegável de rios para o transporte de materiais também podiam ser resgatados através daquele sistema, que chegou a ser de interesse da Secretaria Executiva de Transportes do Estado do Pará, por meio de sua Diretoria de Transportes Aeroviários.

Figura 6.1: Tela de Dados Gerais do antigo sistema de banco de dados

Contudo, apesar de possuir uma interface gráfica bastante amigável, o fato de o sistema não permitir uma fácil instalação em rede dificultou a sua implantação, pois tinha de ser implantado em apenas um terminal e não era possível manipulá-lo por vários usuários simultaneamente.

Considerando as dificuldades apresentadas pela DIRENG para a aquisição e utilização de softwares importados e que não se adaptavam à realidade da organização, esta pesquisa visou suprir em parte essa necessidade, desenvolvendo-se um protótipo que fará parte, no futuro, de um sistema maior, voltado para a gerência de pavimentos.

Basicamente, aproveitou-se o modelo físico e relacional do banco de dados desenvolvido há alguns anos como trabalho de graduação no ITA, adaptando-o para funcionar em rede, migrando a base de dados do SGDB *Interbase 6.0* para o *MySQL 5.0* e ajustando os campos para conter somente as informações essenciais à homologação dos aeródromos e a gerência de pavimentos no âmbito do COMAER.

De acordo com Oliviero (2010) modelar banco de dados não é uma tarefa simples, pois exige conhecimentos de modelagem e experiência na área. Neste aspecto, uma dificuldade inesperada surgiu durante o andamento desta pesquisa, pois a IAC 2328 que tratava da homologação de aeródromos públicos foi revogada pela ANAC e substituída pela

Resolução nº 158, de 13 de julho de 2010 e Portaria 1.227/SIA de 30 de julho de 2010, estabelecendo campos de informações diferentes da legislação anterior.

Apesar de a homologação de aeródromos militares ser de competência do EMAER, conforme prevê a Portaria nº 632/GM4, de 18 de setembro de 1997, procurou-se adequar o modelo relacional do novo sistema às normas da ANAC, de modo que se possa utilizá-lo também para cadastramento de informações sobre aeroportos civis de interesse militar, da rede do DAP/RS ou mesmo da INFRAERO, porém isto implicou em retrabalho na modelagem.

A linguagem de programação utilizada para acessar e manipular o banco de dados é a linguagem SQL (*Structured Query Language* – Linguagem de Consulta Estruturada), considerada hoje a linguagem padrão para gerenciamento de banco de dados relacionais. Por meio dela são realizadas as operações de inserção, consulta, atualização e exclusão de registros. Porém, como não compete ao usuário ser conhecedor da linguagem SQL para a manipulação dos dados, as telas de apresentação do sistema foram desenvolvidas em linguagens HTML e PHP5 do mesmo modo que as páginas de internet, possíveis de serem interpretadas pelos navegadores convencionais, como o *Internet Explorer* da *Microsoft*, por exemplo.

Isto facilitou a sua implantação na rede interna da Aeronáutica, por meio do servidor do V COMAR, podendo ser acessado de qualquer OM do país que possua um terminal ligado à INTRAER. O novo sistema foi rebatizado com o nome de SISGERAM – Sistema Gerenciador de Aeródromos Militares.

As alterações de um programa para o outro foram basicamente a apresentação das telas em formato de páginas web e a possibilidade de cadastramento das avaliações, com informações individualizadas sobre as seções (área típica, tipo de pavimento, área em m², defeitos, PCI e idade).

A Figura 6.1 contém um fluxograma para compreensão da arquitetura do protótipo. A Figura 6.2 indica o modelo entidade-relacionamento do sistema, com algumas de suas tabelas e os respectivos relacionamentos. A Figura 6.3 contém um exemplo do modelo físico que compõe algumas das tabelas do banco de dados e as Figuras 6.4 a 6.10 mostram algumas das telas do sistema.

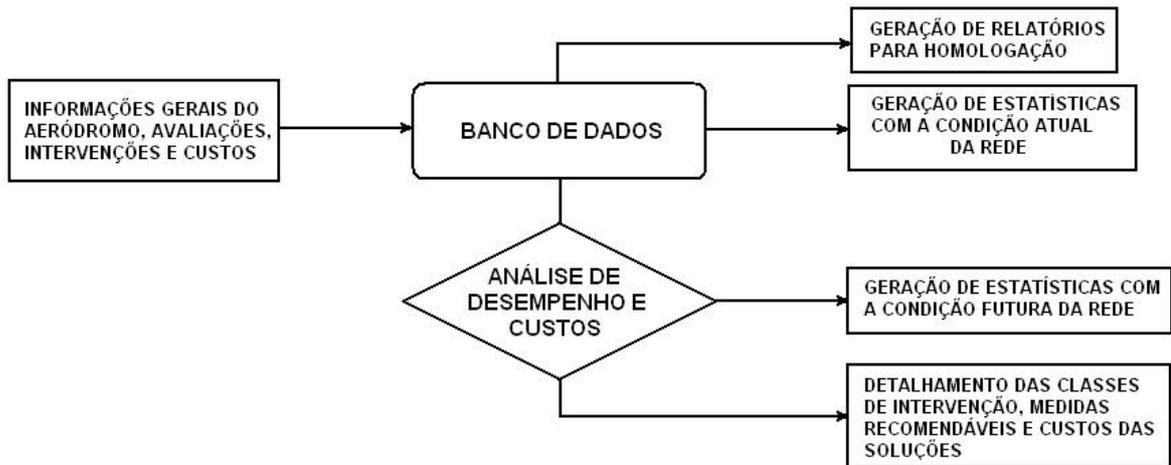


Figura 6.1: Arquitetura do protótipo

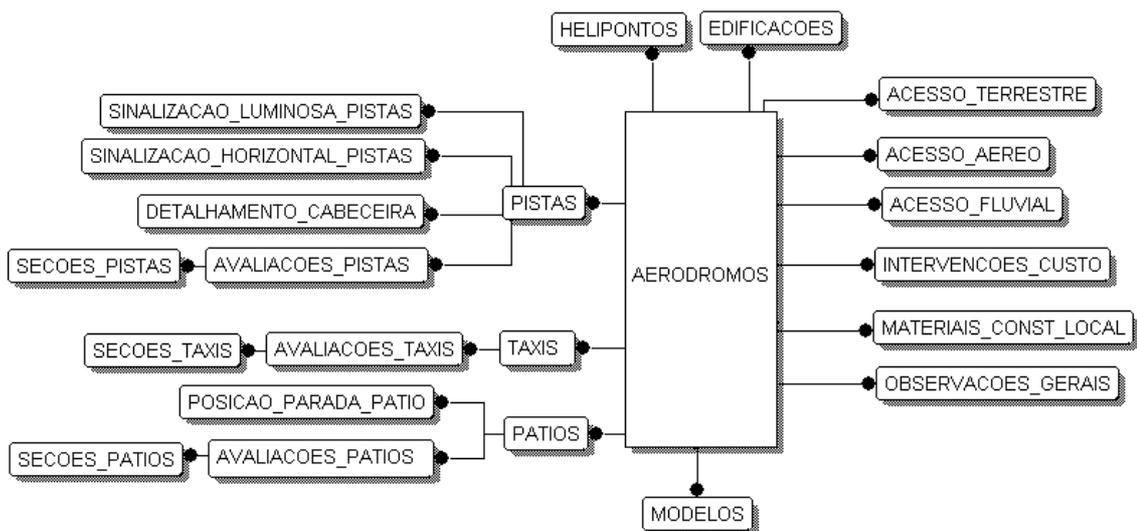


Figura 6.2: Diagrama entidade-relacionamento do banco de dados

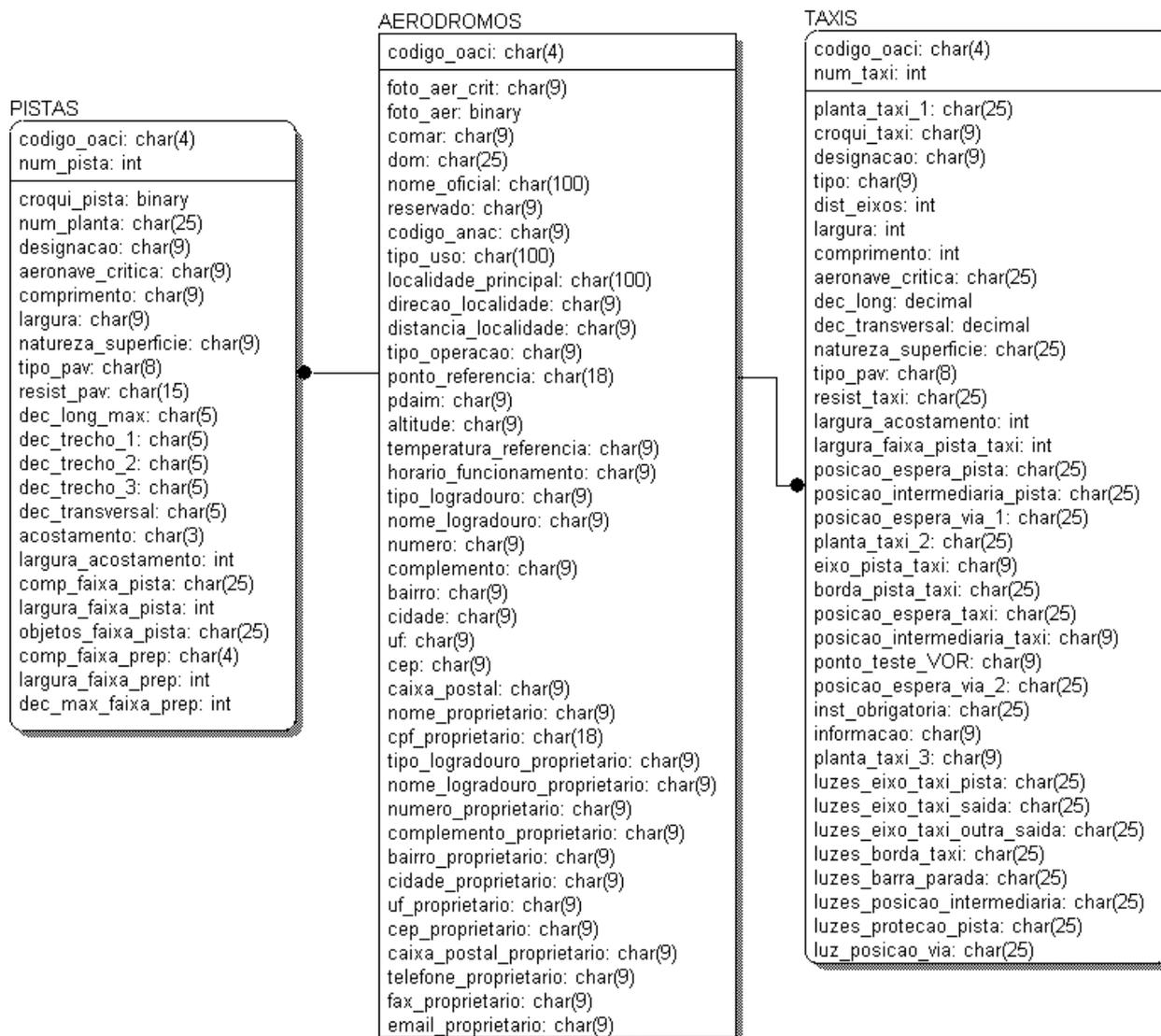


Figura 6.3: Projeto físico de algumas tabelas que compõem o banco de dados do SISGERAM



Figura 6.4: Tela de abertura do SISGERAM



Figura 6.5: Tela de consulta às redes cadastradas

SISGERAM
Sistema Gerenciador de Aeródromos Militares

Aeródromos | [Gerência](#) | [Meu Cadastro](#) | [Tutorial](#) | [Voltar](#)

BASE AÉREA DE SANTA MARIA

AERÓDROMO | [PISTAS](#) | [CABECEIRAS](#) | [SINALIZAÇÃO HORIZONTAL](#) | [SINALIZAÇÃO LUMINOSA](#) | [HELIPONTOS](#) | [TÁXIS](#) | [PÁTIOS](#) | [POSIÇÕES DE PARADA](#) | [EDIFICAÇÃO](#)



Base Aérea de Santa Maria - SBSM
Imagem aérea: foto_aerea_basm.jpg



Aeronave crítica: hercules.jpg

AERÓDROMO	
A. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO AERÓDROMO	
01-Nome oficial	Base Aérea de Santa Maria
02-Código OACI	SBSM
03-(reservado)	(-)
04-Código ANAC	(-)
05-Tipo de Uso	Militar
06-Localidade principal servida pelo aeródromo*	Santa Maria
07-Direção a partir da localidade*	285º/NO
08-Distância a partir da localidade*	12 km
09-Tipo de operação	IFR N
10-Ponto de Referência do Aeródromo (coordenada geográfica)	29 42 39S/053 41 32W
11-Altitude(m)	88
12-Temperatura de referência (°C)	31
13-Horário de funcionamento*	H24
Endereço	
14-Tipo de Logradouro	Rodovia
15-Nome do Logradouro	RSC, Km 240
16-Número	287
17-Complemento	(-)
18-Bairro	Camobi
19-Cidade	Santa Maria
20-UF	RS
21-CEP	97.105-910
22-Caixa Postal	341
B. DADOS DO PROPRIETÁRIO	
23-Nome	Comando da Aeronáutica
24-CPF/CNPJ	00.394.429/002
Endereço	
25-Tipo de Logradouro	Rodovia
26-Nome do Logradouro	Faixa de Camobi Km 12
27-Número	n

Figura 6.6: Tela para cadastramento dos dados gerais de um aeródromo, conforme a Portaria ANAC nº 1227/SIA.

SISGERAM
Sistema Gerenciador de Aeródromos Militares

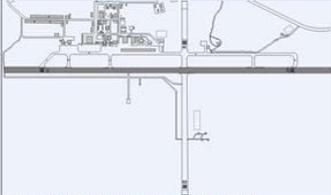
Aeródromos | [Gerência](#) | [Meu Cadastro](#) | [Tutorial](#) | [Voltar](#)

BASE AÉREA DE SANTA MARIA

AERÓDROMO | [PISTAS](#) | [CABECEIRAS](#) | [SINALIZAÇÃO HORIZONTAL](#) | [SINALIZAÇÃO LUMINOSA](#) | [HELIPONTOS](#) | [TÁXIS](#) | [PÁTIOS](#) | [POSIÇÕES DE PARADA](#) | [EDIFICAÇÃO](#)



Base Aérea de Santa Maria - SBSM
Imagem aérea: foto_aerea_basm.jpg



Localização da pista nº 1 - Pista 11/29
Croqui: basm_pista_1.bmp

PISTAS DE POUSO E DECOLAGEM - PISTA 11/29	
A. IDENTIFICAÇÃO DA FICHA	
01-Nome do Aeródromo	Base Aérea de Santa Maria
02-Código ANAC	(-)
03-Número de Pista de Pouso e Decolagem	1
B. DADOS GERAIS DA PISTA	
04-Designação	Planta Número (SERENG-5 019)*
05-Aeronave crítica de operação	C-130 Hércules
06-Comprimento(m)	2700
07-Largura(m)	45
08-Natureza da superfície	Asfalto
09 - Resistência do pavimento (de acordo com regulamentação pertinente)	20 R/B/X/T
10-Declividade longitudinal máxima(%)*	0,2
11-Trecho 1 (primeiro quarto, mais próximo à cabeceira de menor numeração)*	0,15
12-Trecho 2 (meio da pista)*	0,15
13-Trecho 3 (último quarto, mais próximo cabeceira à cabeceira de maior numeração)*	0,15
14-Declividade transversal(%)*	1,25
15-Acostamento*	Sim
16-Largura do acostamento (m)	3
Faixa de pista de pouso e decolagem*	
17-Comprimento(m)	2820
18-Largura(m)	300
19-Objetos na faixa de pista	Existente Frangível
Faixa preparada*	
20-Comprimento(m)	2820
21-Largura(m)	300
22-Declividade máxima(%)	1

Figura 6.7: Tela para cadastramento de dados relativos à pista de pouso, conforme a Portaria ANAC nº 1227/SIA.



FICHA IV - AERÓDROMO	
A. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO AERÓDROMO	
01 - Nome oficial	Base Aérea de Canoas
03 - (reservado)	(-)
04 - Código ANAC	(-)
05 - Tipo de uso	Privado
06 - Localidade principal servida pelo aeródromo*	Canoas
07 - Direção a partir da localidade*	Nordeste
08 - Distância a partir da localidade*	7 km
09 - Tipo de operação	VFR D
10 - Ponto de Referência do Aeródromo (coordenada geográfica)	29 56 44S/051 08 37W
11 - Altitude(m)	8
12 - Temperatura de referência (°C)	18
13 - Horário de funcionamento*	H24
Endereço	
14 - Tipo de logradouro	Avenida
15 - Nome do logradouro	Augusto Severo
16 - Número	1200
17 - Bairro	Niterói
18 - Complemento	(-)
19 - Cidade	Canoas
20 - UF	RS
21 - CEP	92.320-070
22 - Caixa Postal	320

Figura 6.8: Impressão de relatórios em formato pdf (Ficha IV da Portaria ANAC nº 1227/SIA)

SISGERAM Sistema Gerenciador de Aeródromos Militares		Aeródromos Gerência Meu Cadastro Tutorial Voltar																																					
ESCOLHA UMA OPERAÇÃO: <input checked="" type="radio"/> Consultar avaliações <input type="radio"/> Consultar histórico de intervenções <input type="radio"/> Realizar simulação de cenários		COMPOSIÇÃO DA REDE SELECIONADA: COMAR: V COMAR Estado: Todos Ordenada por: Estado																																					
ESCOLHA A REDE: COMAR: V COMAR		Resultado com base nas últimas avaliações:																																					
Estado: Todos		<table border="1"> <thead> <tr> <th>DOM</th> <th>CÓDIGO OACI</th> <th>NOME DO AERÓDROMO</th> <th>ESTADO</th> <th>COMAR</th> <th>ANO</th> <th>PCI DO AERÓDROMO</th> <th>ÁREA TOTAL DOS PAVIMENTOS (m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>SBSM</td> <td>Base Aérea de Santa Maria</td> <td>RS</td> <td>V COMAR</td> <td>2010</td> <td>89</td> <td>302216</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SBCO</td> <td>Base Aérea de Canoas</td> <td>RS</td> <td>V COMAR</td> <td>2010</td> <td>84</td> <td>271729</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SBFL</td> <td>Base Aérea de Florianópolis</td> <td>SC</td> <td>V COMAR</td> <td>2010</td> <td>87</td> <td>40073</td> </tr> </tbody> </table>						DOM	CÓDIGO OACI	NOME DO AERÓDROMO	ESTADO	COMAR	ANO	PCI DO AERÓDROMO	ÁREA TOTAL DOS PAVIMENTOS (m ²)		SBSM	Base Aérea de Santa Maria	RS	V COMAR	2010	89	302216		SBCO	Base Aérea de Canoas	RS	V COMAR	2010	84	271729		SBFL	Base Aérea de Florianópolis	SC	V COMAR	2010	87	40073
DOM	CÓDIGO OACI	NOME DO AERÓDROMO	ESTADO	COMAR	ANO	PCI DO AERÓDROMO	ÁREA TOTAL DOS PAVIMENTOS (m ²)																																
	SBSM	Base Aérea de Santa Maria	RS	V COMAR	2010	89	302216																																
	SBCO	Base Aérea de Canoas	RS	V COMAR	2010	84	271729																																
	SBFL	Base Aérea de Florianópolis	SC	V COMAR	2010	87	40073																																
Ordenar por: ANO COMAR Estado PCI ANO		Rede constituída por 3 aeródromos: Área total da rede = 614018 m ² PCI médio da rede = 86																																					

Figura 6.9: Tela de consulta ao estado geral da rede do V COMAR

SISGERAM
Sistema Gerenciador de Aeródromos Militares

Aeródromos | Gerência | Meu Cadastro | Tutorial | Voltar

BASE AÉREA DE CANOAS - AVALIAÇÕES
AERÓDROMO | PISTAS | TÁXIS |

AVALIAÇÕES EM PISTAS DE POUSO E DECOLAGEM
AVALIAÇÃO DE 2007 - PISTA 12/30

01-Ano da avaliação	2007
02-Número da pista	1
03-Área total da pista (m²)	116550
04-Índice de Condição de Pavimento (PCI médio)	91
05-Defeito 1	Trincas longitudinais
06-Defeito 2	Nenhum
07-Defeito 3	Nenhum
08-Intervenção recomendada	Selagem
09-Observações	Há necessidade de reforçar a sinalização horizontal

Localização da pista nº 1 - 12/30
Croqui: Pista_Principal_BACO.bmp

Editar Excluir < Voltar Próxima pista > Próxima avaliação >
Nova avaliação Gerar pdf

Figura 6.10: Tela de consulta às avaliações

Cabe destacar que o SISGERAM não é um Sistema de Gerência de Pavimentos completo. No estágio atual o programa pode fornecer indicações da situação atual da rede, dos trechos em pior condição, com alguma indicação de medidas corretivas, porém ainda não foi concluído o módulo que trata da análise de desempenho e custos que poderia auxiliar na elaboração de respostas ao usuário para as seguintes perguntas:

- Quando fazer a intervenção?
- Quanto custará a intervenção?
- Qual a consequência de não executar a intervenção?

Devido a limitações da linguagem PHP, não foi possível gerar o plano de investimentos sugerido em 5.2, havendo necessidade de que o módulo de análise seja programado separadamente, utilizando linguagens mais adequadas tal como o *Python*, por exemplo.

Atualmente o programa resume-se a um subsistema preliminar que contém o banco de dados com as informações necessárias aos processos de homologação e de gerência de pavimentos aeroportuários no âmbito do COMAER.

Contudo, foi concebido utilizando as técnicas de programação estruturada, cujo objetivo principal consiste em decompor um problema em partes ou blocos, fazendo com que cada bloco execute uma função específica, de modo que, em breve, quando todos os blocos estiverem concluídos e funcionando de maneira integrada, eles constituam, de fato, um sistema completo.

7 CONCLUSÕES

7.1 CONCLUSÕES GERAIS

Esta dissertação surgiu de uma necessidade da Força Aérea Brasileira e de uma determinação do Tribunal de Contas da União para que o Comando da Aeronáutica empregasse esforços para desenvolvimento da gerência de pavimentos aeroportuários. O problema endereçado consistiu em dotar o Comando da Aeronáutica de uma sistemática para a implementação da gerência de pavimentos em nível de rede e a elaboração de um sistema preliminar para cadastramento de informações fragmentadas entre os diversos elos do sistema de engenharia.

A questão foi dividida em duas etapas, a primeira consistiu no levantamento das informações disponíveis no SERENG-5 e a avaliação da condição superficial dos pavimentos das três bases aéreas da Região Sul, após a conclusão das obras de restauração, que ocorreram entre os anos de 2007 e 2009.

A partir dos dados levantados *in loco*, das avaliações disponíveis e da adoção de taxas de degradação compatíveis com o desempenho dos pavimentos investigados, foi elaborada uma proposta quinquenal de investimentos em obras de conservação e reabilitação compreendida entre os anos de 2011 e 2015, admitindo-se uma condição minimamente satisfatória para a rede, para manter a premissa estabelecida em norma, de que os aeródromos militares fossem mantidos permanentemente operacionais.

A falta de consistência de algumas dados não permitiram que fossem atingidos objetivos mais avançados, contudo, os estudos preliminares demonstraram que a alocação de recursos e a realização das intervenções nos momentos indicados prolongará a vida útil dos pavimentos e proporcionará à FAB economia com os gastos de manutenção.

A segunda etapa consistiu em desenvolver um sistema preliminar para o cadastramento das informações necessárias à homologação dos aeródromos e à gerência de pavimentos no âmbito do COMAER. O sistema desenvolvido foi implantado em rede e testado com sucesso para o armazenamento de informações de três bases aéreas na região sul do país.

7.2 CONCLUSÕES ESPECÍFICAS

Com o resultado da avaliação de 2010, conclui-se que o aeródromo que apresentou o melhor índice de condição de pavimento foi a Base Aérea de Santa Maria, e o que apresenta o pior índice é a Base Aérea de Canoas.

No início desta pesquisa acreditava-se que a utilização dos modelos de previsão de desempenho regionais, obtidos na literatura para determinadas famílias de pavimentos, seriam suficientes para prever o desempenho futuro dos pavimentos dos aeródromos estudados, contudo, observou-se, a partir da condição apresentada pelos pavimentos, que isto não seria possível, pois os modelos pesquisados divergiam do comportamento observado.

Supõe-se que a grande variabilidade das estruturas, condições de drenagem e diferentes níveis de tráfego experimentados pelas diferentes seções, assim como as sucessivas intervenções nos pavimentos ao longo dos anos possam ter contribuído para a dispersão de resultados.

Contudo, espera-se que com a realização de um monitoramento dos pavimentos por um período mais extenso seja possível o estabelecimento de modelos de previsão de desempenho mais confiáveis e específicos para cada aeródromo e por seção de pavimento, se possível.

Com relação ao intervalo entre as avaliações, considerando o nível de degradação apresentado e o tráfego predominante, considerou-se que uma avaliação a cada dois ou três anos conforme prevê a ICA 85-10 é adequada para os aeródromos em questão.

7.3 SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES

A implantação de sistemas de gerência de pavimentos que necessitam do monitoramento de um número muito grande de variáveis é onerosa e não corresponde à disponibilidade de recursos humanos e financeiros da FAB no presente momento.

Acredita-se que seja viável a implantação de sistemas mais simples e que permitam um aumento gradativo de sua complexidade, na medida em que evolua também a cultura da gerência de pavimentos nas Unidades.

Estavam disponíveis dados sobre a climatologia dos aeródromos (precipitação e temperaturas), fornecidos pelo ICEA, porém, não houve tempo para a realização de um tratamento dos dados, a fim de verificar a influência de microclimas sobre o desempenho dos pavimentos estudados.

Dado que o tráfego é menos intenso nos aeródromos militares que fizeram parte do estudo de caso, o efeito do clima sobre a deterioração dos pavimentos ganha importância, recomendando-se em novas avaliações, também a busca de dados sobre a climatologia local, junto aos Destacamentos de Controle do Espaço Aéreo das OM inspecionadas.

Para os demais aeródromos militares, em particular, aqueles onde operam aeronaves de maior porte como o C-130 e o KC-137, é recomendável a realização de estudos de tráfego a fim de verificar até que ponto vai a sua contribuição nos processos de degradação dos pavimentos.

A nível de SERENG-5, recomenda-se que nas próximas inspeções, sejam incluídas também avaliações dos pavimentos do Aeródromo Militar de Cacequi-Saicã, cujos investimentos em conservação dependem exclusivamente do COMAER.

Por enquanto, recomenda-se que o SISGERAM seja utilizado em caráter experimental pela DIRENG e pelos demais SERENG's para o cadastramento dos registros e avaliações disponíveis, verificando-se a consistência e integridade dos registros armazenados, bem como possíveis erros na lógica de programação e implementando-se as modificações necessárias, até que seja possível a sua implantação definitiva em um dos Centros de Computação da Aeronáutica, espalhados pelo país.

Espera-se que este trabalho contribua para que pesquisas congêneres sejam realizadas no âmbito do COMAER e que os outros seis Serviços Regionais de Engenharia realizem estudos semelhantes dentro de suas respectivas regiões, a fim de que, em poucos anos, seja possível a geração de um cadastro nacional sobre o estado de conservação da rede de aeródromos militares administrada pela Aeronáutica, e com isso, definir-se com mais precisão as necessidades reais da Força Aérea Brasileira em termos de gerência de pavimentos.

REFERÊNCIAS

ANAC, **Resolução nº 158**, de 13 de julho de 2010.

ANAC, **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil – RBAC nº 154 – Projeto de Aeródromos**, de 11 de maio de 2009.

ASTM, 1998, **Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys - D 5340-98**.

BALBO, J. T., **Pavimentos de Concreto**, 2009, Ed. Oficina de Textos.

BALBO, J. T., **Pavimentação Asfáltica, materiais, projeto e restauração**, 2007, Ed. Oficina de Textos.

BATISTA, N.A. e RESQUE, R.R. **Reparos rápidos em pistas de pouso e decolagem na Amazônia**. 2003. Trabalho de Graduação – Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

BOURAHILI A., **Caracterização das condições do pavimento urbano para sistemas de gerência em nível de rede**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de Brasília.

CORDOVIL, R. M. **Um Sistema Gerenciador de Informações para os Aeródromos da Amazônia**. 2003. Trabalho de Graduação – Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

CORDOVIL, R. M. **Projeto de recuperação de placas de concreto e resselagem de juntas da área operacional da Base Aérea de Florianópolis**. 2007. Projeto executivo – Quinto Serviço Regional de Engenharia.

COSTA, M. A. S. e ZAPFF, C. R. O. **Calibração de Modelos de Previsão de Desempenho de Pavimentos Aeroportuários**. 1994, Trabalho de Graduação – Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

DIRENG. **EG Nº 04.05.610 - Especificações Gerais para Obras de Infraestrutura Aeroportuária**. 2002.

DIRENG/INFRAERO. **Manual para identificação de defeitos em pavimentos de aeroportos**.

DIRENG. **Relatório nº 06/EP-30/05.2005**.

DIRENG. **Relatório nº 16/EP-30/07**. 2007.

ESPESCHIT, A. M. L. **Um sistema preliminar de gerência de pavimentos, a nível de projeto, para o Aeroporto Internacional de São Paulo – Guarulhos, baseado principalmente no PCI**. 1990. Trabalho de Graduação – Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

FONSECA, O. A. **Abordagem revisada para a gerência em nível de rede dos pavimentos de um conjunto de aeroportos**. 1999. In: III Reunião de Usuários de Sistemas de Gerência de Pavimentos, Caldas Novas, GO.

GONÇALVES, F. J. P. **Diagnóstico e Manutenção dos Pavimentos – Ferramentas Auxiliares**. 2007, Editora da Universidade de Passo Fundo.

GOLDNER, L. G. **Apostila de Aeroportos**. 2010. Universidade Federal de Santa Catarina.

HAAS, R.C.G. & HUDSON, W.R. **Pavement Management Systems**. 1982. McGraw Hill, Inc., USA.

ICA 85-10. **Gerenciamento de Aeródromos no âmbito do Comando da Aeronáutica**. 2003. Instrução do Comando da Aeronáutica.

ICA 58-37. **Metodologia para Execução do Programa Federal de Auxílio a Aeroportos (PROFAA)**. 2000. Instrução do Comando da Aeronáutica.

IAC nº 157-1001. **Resistência de pavimentos dos aeroportos Instrução de Aviação Civil**. 2008. Instrução do Comando da Aeronáutica.

ICEA. **Ranking dos aeroportos brasileiros por operações de pouso e decolagem de aeronaves civis**. 2010. Publicação do Departamento de Controle do Espaço Aéreo.

LOURES, F. S. R. **Projeto de Restauração dos Pavimentos da Base Aérea de Santa Maria**. 2006. Projeto executivo – Quinto Serviço Regional de Engenharia.

MARCON, A. F., **Contribuição ao desenvolvimento de um sistema de gerência de pavimentos para a malha rodoviária de Santa Catarina**. 1996. Dissertação (Doutorado em Engenharia) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

MACEDO, M. C. **Estudo para base técnica de um sistema de gerência de pavimentos para redes regionais de aeroportos**. 2005. Dissertação (Doutorado em Engenharia) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

MACEDO, M. C. **Um sistema de gerência de pavimentos e suas aplicações na agência reguladora**. 2008. VII SITRAER, 870-879, Tr. 553.

MEIER, S. **Projeto de recuperação de placas de concreto e resselagem de juntas da área operacional da Base Aérea de Canoas**. 2007. Projeto executivo – Quinto Serviço Regional de Engenharia.

MEDINA, J. e MOTTA, L. M. G. **Mecânica dos Pavimentos**. 2005. 2ª Edição. Editora UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

NASCIMENTO, E. M. **Calibração Experimental de Modelos de Previsão de Desempenho de Pavimentos Aeroportuários no Brasil**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

OACI. **Anexo XIV à Convenção de Aviação Civil Internacional – Volume I – Projeto e Operação de Aeródromos – 3ª Edição**. 1999. Traduzido pelo Instituto de Aviação Civil. 2004.

OLIVIERO, C. A. J. **Faça um Site Orientado por Projeto, PHP 5.2 com MySql 5.0, Comércio Eletrônico**. 2010. Editora Érica.

PENNSYLVANIA Departamento of Transportation. **Commonwealth of Pennsylvania Bureau of Aviation Pavement Evaluation Report**. 2010. Final Report.

PLÍNIO JR. **Regulamentos de Tráfego Aéreo – Voo Visual**. 2001. Editora ASA.

Portaria nº 632/GM4. **Estabelece Instruções para a Autorização de Construção e Homologação de Aeródromos, Aeroportos, Helipontos e Heliportos Militares**. 1997. Portaria do Comando da Aeronáutica.

Portaria nº 204/SOP. **Homologação da BASM**. 1981. Portaria do Departamento de Aviação Civil.

Portaria ANAC nº 1.227/SAI. **Aprova relação de documentos, os modelos e os prazos de análise dos processos autuados com base na Resolução nº 158**. 2010. Portaria da Agência Nacional de Aviação Civil.

PROENGE. **Planta de pista de rolamento e seções da BAFL**. 1970.

RODRIGUES, R. M. 2003. **Gerência de Pavimentos**. Apostila do Curso GEO-51 – Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

ROEHRS, R. A. **Estudo de Procedimentos para Avaliação do PCN de Pavimentos Aeroportuários**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

SERENG-5. **Plano Geral da BASM, Planta nº 5Z-76-65-G18**. 1966.

SERENG-5. **Planta da Base Aérea de Gravataí**. 1948.

SERENG-5. **Ofício nº 141/SER-5/976 - Conclusão de obras na BASM**. 1981.

SERENG-5. **Ofício nº 003/SERENG-5/582 - Obras de resselagem na BACO**. 1987.

SERENG-5. **Parecer Técnico – Resselagem da BACO**. 1987.

SERENG-5. **Of. nº 018/SERENG-5/1145 – Necessidade de obras de manutenção**. 1990.

SERENG-5/WILLY S. R. **Planta nº 380 – Especificação geral para pavimentação de placas da BAFL**. 1955

SHAHIN, M. Y e WALTHER, J. A. **Pavement Maintenance Management for Roads and Streets using the PAVER System**. U.S.A. CERL Technical Report M-90/05, Champaign, IL. 1990.

SILVA, P. F. A. **Manual de Patologia e Manutenção dos Pavimentos**. 2005. Editora PINI.

TCU. **Acórdão nº 36/2003 - Plenário**. 2003.

TCU. **Ata nº 2/2003 – Plenário**. 2003.

TCU. **Relatório de Auditoria Operacional - TC-015.227/2001-0**. 2003.

ANEXOS

BASE ÁREA DE FLORIANÓPOLIS - PREVISÃO DE INVESTIMENTOS EM CONSERVAÇÃO DE PAVIMENTOS PARA OS PRÓXIMOS 5 ANOS

ANOS CORRIDOS		2010		2009		2011		2012	
DATA DE CONCLUSÃO DA OBRA E INVESTIMENTOS CONTEMPLADOS:		ÁREA	PCI	PCI	Novo PCI	Valor (R\$)	Novo PCI	Valor (R\$)	Novo PCI
SEÇÃO	TIPO PAVIMENTO								
PT1	RIGIDO	2203,8	98,0	96,0	96	-	96	94,0	94
PT2	RIGIDO	2203,8	77,9	75,9	76	-	76	73,9	74
PT3	RIGIDO	2203,8	98,0	96,0	96	-	96	94,0	94
PT4	RIGIDO	2203,8	70,0	68,0	68	207.182,83	93	91,0	91
PT5	RIGIDO	2203,8	98,0	96,0	96	-	96	94,0	94
PT6	RIGIDO	2203,8	96,4	94,4	94	-	94	92,4	92
PT7	RIGIDO	2203,8	78,8	76,8	77	-	77	74,8	75
PT8	RIGIDO	2203,8	84,7	82,7	83	-	83	80,7	81
PT9	RIGIDO	2203,8	96,4	94,4	94	-	94	92,4	92
PT10	RIGIDO	2203,8	81,7	79,7	80	-	80	77,7	78
PT11	RIGIDO	2203,8	93,0	91,0	91	-	91	89,0	89
PT12	RIGIDO	2203,8	83,6	81,6	82	-	82	79,6	80
PT13	FLEXIVEL	405,0	96,0	94,0	94	-	94	92,0	92
PA1	RIGIDO	2203,8	85,3	83,3	83	-	83	81,3	81
PA2	RIGIDO	2203,8	91,9	89,9	90	-	90	87,9	88
PA3	RIGIDO	2203,8	96,1	94,1	94	-	94	92,1	92
PA4	RIGIDO	2203,8	98,4	96,4	96	-	96	94,4	94
PA5	RIGIDO	2203,8	90,4	88,4	88	-	88	86,4	86
PA6	RIGIDO	2203,8	88,1	86,1	86	-	86	84,1	84
						Total (R\$):		207.182,83	Total (R\$)

Área total (m²) = 40.073,0
 Área efetiva (m²) = 17.535,0
 Valor gasto em obras de conservação (R\$) = 299.049,23
 Custo médio efetivo (R\$/m²) = 17,1
 Ganho médio de PCI do aeródromo = 5,0
 Custo (R\$/m²-pontoPCI) = 3,4
 Índice de reajustamento anual = 5%
 Perda anual de serventia em pontos de PCI = 2
 PCI mínimo aceitável = 71
 Valor máximo de PCI obtido numa intervenção = 93

PCI = PCI do ano anterior - Perda anual de serventia
 $\Delta PCI_{necessário} = \text{Valor máximo de PCI obtido numa intervenção} - PCI$
 $\text{Novo PCI} = PCI + \Delta PCI_{necessário}$
 $\text{Novo valor} = (\text{Valor inicial}) \times (1+i)^{\Delta t}$
 i = índice de reajustamento anual
 $\Delta t = \text{Ano atual} - \text{Ano da obra}$

CONTINUAÇÃO DO PLANO DE INVESTIMENTOS DA BASE AÉREA DE FLORIANÓPOLIS																	
2013						2014						2015					
PCI	Condição	Δ PCI _{necessário}	Valor (R\$)	Novo PCI	PCI	Condição	Δ PCI _{necessário}	Valor (R\$)	Novo PCI	PCI	Condição	Δ PCI _{necessário}	Valor (R\$)	Novo PCI	Valor (R\$)	Novo PCI	
92,0	EXCELENTE	0	-	92	90,0	EXCELENTE	0	-	90,0	88,0	EXCELENTE	0	-	88	-	88	
71,9	MUITO BOM	0	-	72	85,9	BOM	23	221.612,18	93,0	91,0	EXCELENTE	0	-	91	-	91	
92,0	EXCELENTE	0	-	92	90,0	EXCELENTE	0	-	90,0	88,0	EXCELENTE	0	-	88	-	88	
89,0	EXCELENTE	0	-	89	87,0	EXCELENTE	0	-	87,0	85,0	MUITO BOM	0	-	85	-	85	
92,0	EXCELENTE	0	-	92	90,0	EXCELENTE	0	-	90,0	88,0	EXCELENTE	0	-	88	-	88	
90,4	EXCELENTE	0	-	90	88,4	EXCELENTE	0	-	88,4	86,4	EXCELENTE	0	-	86	-	86	
72,8	MUITO BOM	0	-	73	88,8	MUITO BOM	22	212.977,94	93,0	91,0	EXCELENTE	0	-	91	-	91	
78,7	MUITO BOM	0	-	79	76,7	MUITO BOM	0	-	76,7	74,7	MUITO BOM	0	-	75	-	75	
90,4	EXCELENTE	0	-	90	88,4	EXCELENTE	0	-	88,4	86,4	EXCELENTE	0	-	86	-	86	
75,7	MUITO BOM	0	-	76	73,7	MUITO BOM	0	-	73,7	71,7	MUITO BOM	0	-	72	-	72	
87,0	EXCELENTE	0	-	87	85,0	MUITO BOM	0	-	85,0	83,0	MUITO BOM	0	-	83	-	83	
77,6	MUITO BOM	0	-	78	75,6	MUITO BOM	0	-	75,6	73,6	MUITO BOM	0	-	74	-	74	
90,0	EXCELENTE	0	-	90	88,0	EXCELENTE	0	-	88,0	86,0	MUITO BOM	0	-	86	-	86	
79,3	MUITO BOM	0	-	79	77,3	MUITO BOM	0	-	77,3	75,3	MUITO BOM	0	-	75	-	75	
85,9	MUITO BOM	0	-	86	83,9	MUITO BOM	0	-	83,9	81,9	MUITO BOM	0	-	82	-	82	
90,1	EXCELENTE	0	-	90	88,1	EXCELENTE	0	-	88,1	86,1	EXCELENTE	0	-	86	-	86	
92,4	EXCELENTE	0	-	92	90,4	EXCELENTE	0	-	90,4	88,4	EXCELENTE	0	-	88	-	88	
84,4	MUITO BOM	0	-	84	82,4	MUITO BOM	0	-	82,4	80,4	MUITO BOM	0	-	80	-	80	
82,1	MUITO BOM	0	-	82	80,1	MUITO BOM	0	-	80,1	78,1	MUITO BOM	0	-	78	-	78	
Total (R\$)						Total (R\$)						Total (R\$)					
						434.590,12						434.590,12					

SEÇÃO		2010						2011						2012					
		2008						2011						2012					
		TIPO PAVIMENTO	ÁREA	PCI	PCI	Condição	ΔPCI _{necessário}	Valor (R\$)	Novo PCI	PCI	Condição	ΔPCI _{necessário}	Valor (R\$)	Novo PCI	PCI	Condição	ΔPCI _{necessário}	Valor (R\$)	Novo PCI
PF1C	RIGIDO	4.500	80	78,0	MUITO BOM	0	-	78	78,0	MUITO BOM	0,0	-	78	78,0	MUITO BOM	0,0	-	76	76
PF1D	RIGIDO	4.500	78	76,0	MUITO BOM	0	-	76	74,0	MUITO BOM	0,0	-	76	74,0	MUITO BOM	0,0	-	74	74
PF1E	RIGIDO	4.500	90	88,0	EXCELENTE	0	-	88	86,0	MUITO BOM	0,0	-	88	86,0	MUITO BOM	0,0	-	86	86
PF2C	FLEXIVEL	6.750	90	88,0	EXCELENTE	0	-	88	86,0	MUITO BOM	0,0	-	88	86,0	MUITO BOM	0,0	-	86	86
PF2D	FLEXIVEL	6.750	95	93,0	EXCELENTE	0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	91	91
PF2E	FLEXIVEL	6.750	95	93,0	EXCELENTE	0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	91	91
PF3C	RIGIDO	2.250	70	69,0	BOM	25	31.045,47	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	91	91
PF3D	RIGIDO	2.250	93	91,0	EXCELENTE	0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	89	89
PF3E	RIGIDO	2.250	80	78,0	MUITO BOM	0	-	78	76,0	MUITO BOM	0,0	-	78	76,0	MUITO BOM	0,0	-	76	76
PF4C	FLEXIVEL	13.870	92	90,0	EXCELENTE	0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	88	88
PF4D	FLEXIVEL	22.350	97	95,0	EXCELENTE	0	-	95	93,0	EXCELENTE	0,0	-	95	93,0	EXCELENTE	0,0	-	93	93
PF4E	FLEXIVEL	22.350	97	95,0	EXCELENTE	0	-	95	93,0	EXCELENTE	0,0	-	95	93,0	EXCELENTE	0,0	-	93	93
PF5C	RIGIDO	6.480	80	78,0	MUITO BOM	0	-	78	76,0	MUITO BOM	0,0	-	78	76,0	MUITO BOM	0,0	-	76	76
PF5D	RIGIDO	4.500	95	94,0	EXCELENTE	0	-	94	92,0	EXCELENTE	0,0	-	94	92,0	EXCELENTE	0,0	-	92	92
PF5E	RIGIDO	4.500	87	85,0	MUITO BOM	0	-	85	83,0	MUITO BOM	0,0	-	85	83,0	MUITO BOM	0,0	-	83	83
PTA	RIGIDO	2.440	86	84,0	MUITO BOM	0	-	84	82,0	MUITO BOM	0,0	-	84	82,0	MUITO BOM	0,0	-	82	82
PTB	RIGIDO	2.980	77	75,0	MUITO BOM	0	-	75	73,0	MUITO BOM	0,0	-	75	73,0	MUITO BOM	0,0	-	73	73
PTC1	RIGIDO*			23	23,0	MUITO RUIM	72	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	91	91
PTC2	RIGIDO*			25	23,0	MUITO RUIM	70	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	91	91
PTD	RIGIDO	3.540	85	83,0	MUITO BOM	0	-	83	81,0	MUITO BOM	0,0	-	83	81,0	MUITO BOM	0,0	-	81	81
PTe1	RIGIDO	4.045	94	92,0	EXCELENTE	0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	90	90
PTe2	RIGIDO	6.710	75	73,0	MUITO BOM	0	-	73	71,0	MUITO BOM	22,0	85.548,06	73	71,0	MUITO BOM	22,0	85.548,06	73	73
PTF1	RIGIDO	20.803	98	96,0	EXCELENTE	0	-	96	94,0	EXCELENTE	0,0	-	96	94,0	EXCELENTE	0,0	-	94	94
PTF2	RIGIDO	20.803	88	86,0	MUITO BOM	0	-	86	84,0	MUITO BOM	0,0	-	86	84,0	MUITO BOM	0,0	-	84	84
PTF3	RIGIDO	20.803	78	76,0	MUITO BOM	0	-	76	74,0	MUITO BOM	0,0	-	76	74,0	MUITO BOM	0,0	-	74	74
PTH1	FLEXIVEL	5.500	32	30,0	RUIM	63	191.240,08	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	91	91
PTH2	RIGIDO	2.500	61	59,0	BOM	34	46.913,15	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	91	91
PT8	FLEXIVEL	2.500	32	30,0	RUIM	63	86.927,31	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	91	91
PA1	RIGIDO	9.560	93	91,0	EXCELENTE	0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	89	89
PA2	RIGIDO	19.450	86	84,0	MUITO BOM	0	-	84	82,0	MUITO BOM	0,0	-	84	82,0	MUITO BOM	0,0	-	82	82
PA3	RIGIDO	9.280	78	76,0	MUITO BOM	0	-	76	74,0	MUITO BOM	0,0	-	76	74,0	MUITO BOM	0,0	-	74	74
PA4	RIGIDO	1.945	95	93,0	EXCELENTE	0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	91	91
PA5	RIGIDO	3.475	96	94,0	EXCELENTE	0	-	94	92,0	EXCELENTE	0,0	-	94	92,0	EXCELENTE	0,0	-	92	92
PA6	FLEXIVEL	1.320	93	91,0	EXCELENTE	0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	89	89
PA7	RIGIDO	1.375	88	86,0	MUITO BOM	0	-	86	84,0	MUITO BOM	0,0	-	86	84,0	MUITO BOM	0,0	-	84	84
PA8	RIGIDO	1.000	33	31,0	RUIM	62	34.219,01	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	91	91
PA9	RIGIDO	465	13	11,0	MUITO RUIM	82	21.044,69	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	91	91
PA10	RIGIDO	668	93	91,0	EXCELENTE	0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	89	89
PA11	RIGIDO	668	64	62,0	BOM	31	11.377,82	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	91	91
PAH1	RIGIDO	605	65	64,0	BOM	29	9.683,43	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	91	91
PAH2	RIGIDO	3.680	56	54,0	BOM	39	79.211,46	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	91	91
Total (R\$):																	511.662,43	85.548,06	

Valor gasto em obras de conservação (R\$) = 271.729,0
 Área efetiva (m²) = 262.194,0
 Valor médio efetivo (R\$/m²) = 750.035,45
 Custo médio efetivo (R\$/m²) = 2,9
 Ganho médio de PCI do aerocloro = 6,0
 Custo (R\$/m²-pontoPCI) = 0,46
 Índice de reajustamento anual = 5%
 Perda anual de serventia em pontos de PCI = 2
 PCI mínimo aceitável = 71
 Valor máximo de PCI obtido numa intervenção = 93

PCI = PCI do ano anterior - Perda anual de serventia
 ΔPCI_{necessário} = Valor máximo de PCI obtido numa intervenção - PCI
 Novo PCI = PCI + ΔPCI_{necessário}
 Novo valor = (Valor inicial)(1+i)ⁿ
 i = Índice de reajustamento anual
 Δt = Ano atual - Ano da obra
 *Taxiway C não incluída na análise

BASE ÁREA DE SANTA MARIA - PREVISÃO DE INVESTIMENTOS EM CONSERVAÇÃO DE PAVIMENTOS PARA OS PRÓXIMOS 5 ANOS

ANOS CORRIDOS		2010										2011										2012																	
		2009										2010										2011										2012							
DATA DE CONCLUSÃO DA OBRA E INVESTIMENTOS CONTEMPLADOS:		TIPO PAVIMENTO	ÁREA	PCI	PCI	Condição	ΔPCI _{necessário}	Valor (R\$)	Novo PCI	Novo PCI	Condição	ΔPCI _{necessário}	Valor (R\$)	Novo PCI	Novo PCI	Condição	ΔPCI _{necessário}	Valor (R\$)	Novo PCI	Novo PCI	Condição	ΔPCI _{necessário}	Valor (R\$)	Novo PCI	Novo PCI														
PPA1E	RIGIDO	1.500	100	98,0	EXCELENTE	0	-	98	98,0	EXCELENTE	0,0	-	98	98,0	EXCELENTE	0,0	-	98	98,0	EXCELENTE	0,0	-	98	98,0	EXCELENTE	0,0	-	98											
PPA1C	RIGIDO	1.500	100	98,0	EXCELENTE	0	-	98	98,0	EXCELENTE	0,0	-	98	98,0	EXCELENTE	0,0	-	98	98,0	EXCELENTE	0,0	-	98	98,0	EXCELENTE	0,0	-	98											
PPA1D	RIGIDO	1.500	100	98,0	EXCELENTE	0	-	98	98,0	EXCELENTE	0,0	-	98	98,0	EXCELENTE	0,0	-	98	98,0	EXCELENTE	0,0	-	98	98,0	EXCELENTE	0,0	-	98											
PPA2E	RIGIDO	5.475	78	76,0	MUITO BOM	0	-	76	74,0	MUITO BOM	0,0	-	76	74,0	MUITO BOM	0,0	-	76	74,0	MUITO BOM	0,0	-	76	74,0	MUITO BOM	0,0	-	74											
PPA3C	RIGIDO	5.475	78	76,0	MUITO BOM	0	-	76	74,0	MUITO BOM	0,0	-	76	74,0	MUITO BOM	0,0	-	76	74,0	MUITO BOM	0,0	-	76	74,0	MUITO BOM	0,0	-	74											
PPA2D	RIGIDO	5.814	92	90,0	EXCELENTE	0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	88											
PPA3E	RIGIDO	15.570	93	91,0	EXCELENTE	0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	89											
PPA3C	RIGIDO	15.570	88	86,0	MUITO BOM	0	-	86	84,0	MUITO BOM	0,0	-	86	84,0	MUITO BOM	0,0	-	86	84,0	MUITO BOM	0,0	-	86	84,0	MUITO BOM	0,0	-	84											
PPA3D	RIGIDO	15.570	91	89,0	EXCELENTE	0	-	89	87,0	EXCELENTE	0,0	-	89	87,0	EXCELENTE	0,0	-	89	87,0	EXCELENTE	0,0	-	89	87,0	EXCELENTE	0,0	-	87											
PPA4E	RIGIDO	1.140	91	89,0	EXCELENTE	0	-	89	87,0	EXCELENTE	0,0	-	89	87,0	EXCELENTE	0,0	-	89	87,0	EXCELENTE	0,0	-	89	87,0	EXCELENTE	0,0	-	87											
PPA4C	RIGIDO	1.140	94	92,0	EXCELENTE	0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	90											
PPA4D	RIGIDO	1.140	93	91,0	EXCELENTE	0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	89											
PPA5E	RIGIDO	17.250	90	88,0	EXCELENTE	0	-	88	86,0	MUITO BOM	0,0	-	88	86,0	MUITO BOM	0,0	-	88	86,0	MUITO BOM	0,0	-	88	86,0	MUITO BOM	0,0	-	86											
PPA5C	RIGIDO	17.250	89	87,0	EXCELENTE	0	-	87	85,0	MUITO BOM	0,0	-	87	85,0	MUITO BOM	0,0	-	87	85,0	MUITO BOM	0,0	-	87	85,0	MUITO BOM	0,0	-	85											
PPA5D	RIGIDO	17.250	89	87,0	EXCELENTE	0	-	87	85,0	MUITO BOM	0,0	-	87	85,0	MUITO BOM	0,0	-	87	85,0	MUITO BOM	0,0	-	87	85,0	MUITO BOM	0,0	-	85											
PPB4E	FLEXIVEL	4.710	92	92,0	EXCELENTE	0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	90											
PPB4C	FLEXIVEL	4.710	95	95,0	EXCELENTE	0	-	95	92,0	EXCELENTE	0,0	-	95	92,0	EXCELENTE	0,0	-	95	92,0	EXCELENTE	0,0	-	95	92,0	EXCELENTE	0,0	-	92											
PPB4D	FLEXIVEL	4.710	96	96,0	EXCELENTE	0	-	96	93,0	EXCELENTE	0,0	-	96	93,0	EXCELENTE	0,0	-	96	93,0	EXCELENTE	0,0	-	96	93,0	EXCELENTE	0,0	-	93											
PPB3E	FLEXIVEL	1.270	90	90,0	EXCELENTE	0	-	90	87,0	EXCELENTE	0,0	-	90	87,0	EXCELENTE	0,0	-	90	87,0	EXCELENTE	0,0	-	90	87,0	EXCELENTE	0,0	-	87											
PPB5C	FLEXIVEL	1.270	93	93,0	EXCELENTE	0	-	93	90,0	EXCELENTE	0,0	-	93	90,0	EXCELENTE	0,0	-	93	90,0	EXCELENTE	0,0	-	93	90,0	EXCELENTE	0,0	-	90											
PPB5D	FLEXIVEL	1.270	94	94,0	EXCELENTE	0	-	94	91,0	EXCELENTE	0,0	-	94	91,0	EXCELENTE	0,0	-	94	91,0	EXCELENTE	0,0	-	94	91,0	EXCELENTE	0,0	-	91											
PPB2E	FLEXIVEL	9.940	92	92,0	EXCELENTE	0	-	92	89,0	EXCELENTE	0,0	-	92	89,0	EXCELENTE	0,0	-	92	89,0	EXCELENTE	0,0	-	92	89,0	EXCELENTE	0,0	-	89											
PPB2C	FLEXIVEL	9.940	84	84,0	MUITO BOM	0	-	84	81,0	MUITO BOM	0,0	-	84	81,0	MUITO BOM	0,0	-	84	81,0	MUITO BOM	0,0	-	84	81,0	MUITO BOM	0,0	-	81											
PPB2D	FLEXIVEL	9.940	82	82,0	MUITO BOM	0	-	82	79,0	MUITO BOM	0,0	-	82	79,0	MUITO BOM	0,0	-	82	79,0	MUITO BOM	0,0	-	82	79,0	MUITO BOM	0,0	-	79											
PPB1E	FLEXIVEL	1.530	87	87,0	EXCELENTE	0	-	87	84,0	MUITO BOM	0,0	-	87	84,0	MUITO BOM	0,0	-	87	84,0	MUITO BOM	0,0	-	87	84,0	MUITO BOM	0,0	-	84											
PPB1C	FLEXIVEL	1.530	81	81,0	MUITO BOM	0	-	81	78,0	MUITO BOM	0,0	-	81	78,0	MUITO BOM	0,0	-	81	78,0	MUITO BOM	0,0	-	81	78,0	MUITO BOM	0,0	-	78											
PPB1D	FLEXIVEL	1.530	89	89,0	EXCELENTE	0	-	89	86,0	MUITO BOM	0,0	-	89	86,0	MUITO BOM	0,0	-	89	86,0	MUITO BOM	0,0	-	89	86,0	MUITO BOM	0,0	-	86											
PTA1	RIGIDO	2.337	100	98,0	EXCELENTE	0	-	98	96,0	EXCELENTE	0,0	-	98	96,0	EXCELENTE	0,0	-	98	96,0	EXCELENTE	0,0	-	98	96,0	EXCELENTE	0,0	-	96											
PTA2	RIGIDO	2.756	98	96,0	EXCELENTE	0	-	96	94,0	EXCELENTE	0,0	-	96	94,0	EXCELENTE	0,0	-	96	94,0	EXCELENTE	0,0	-	96	94,0	EXCELENTE	0,0	-	94											
PTB	RIGIDO	2.268	82	80,0	MUITO BOM	0	-	80	78,0	MUITO BOM	0,0	-	80	78,0	MUITO BOM	0,0	-	80	78,0	MUITO BOM	0,0	-	80	78,0	MUITO BOM	0,0	-	78											
PTC	RIGIDO	2.268	92	90,0	EXCELENTE	0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	88											
PTD	RIGIDO	2.268	93	91,0	EXCELENTE	0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	89											
PTE1	RIGIDO	1.822	92	90,0	EXCELENTE	0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	88											
PTE2	RIGIDO	6.075	87	85,0	MUITO BOM	0	-	85	83,0	MUITO BOM	0,0	-	85	83,0	MUITO BOM	0,0	-	85	83,0	MUITO BOM	0,0	-	85	83,0	MUITO BOM	0,0	-	83											
PTF	RIGIDO	51.072	92	90,0	EXCELENTE	0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	88											
PA1	RIGIDO	11.520	85	84,0	MUITO BOM	0	-	84	82,0	MUITO BOM	0,0	-	84	82,0	MUITO BOM	0,0	-	84	82,0	MUITO BOM	0,0	-	84	82,0	MUITO BOM	0,0	-	82											
PA2	RIGIDO	12.348	86	84,0	MUITO BOM	0	-	84	82,0	MUITO BOM	0,0	-	84	82,0	MUITO BOM	0,0	-	84	82,0	MUITO BOM	0,0	-	84	82,0	MUITO BOM	0,0	-	82											
PA3	RIGIDO	6.820	88	86,0	MUITO BOM	0	-	86	84,0	MUITO BOM	0,0	-	86	84,0	MUITO BOM	0,0	-	86	84,0	MUITO BOM	0,0	-	86	84,0	MUITO BOM	0,0	-	84											
PA4	RIGIDO	3.538	94	92,0	EXCELENTE	0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	90											
PA5	RIGIDO	1.800	34	33,0	RUIM	61	120.952,27	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	93	91,0	EXCELENTE	0,0	-	91											
PA6	RIGIDO	2.220	92	90,0	EXCELENTE	0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	88											
		Área total (m²) =		302.216,0		Total (R\$):		120.952,27		Total (R\$):		120.952,27		Total (R\$):		Total (R\$):		Total (R\$):		Total (R\$):		Total (R\$):		Total (R\$):		Total (R\$):		Total (R\$):											

PCI = PCI do ano anterior - Perda anual de serventia
 ΔPCI_{necessário} = Valor máximo de PCI obtido numa intervenção - PCI
 Novo PCI = PCI + ΔPCI_{necessário}
 Novo valor = (Valor Inicial)(1+i)ⁿ
 I = Índice de reajustamento anual
 Δt = Ano atual - Ano da obra

CONTINUAÇÃO DO PLANO DE INVESTIMENTOS DA BASE AÉREA DE SANTA MARIA

2013			2014			2015								
PCI	Condição	ΔPCI _{Incremental}	Valor (R\$)	Novo PCI	PCI	Condição	ΔPCI _{Incremental}	Valor (R\$)	Novo PCI	PCI	Condição	ΔPCI _{Incremental}	Valor (R\$)	Novo PCI
94,0	EXCELENTE	0	-	94	92,0	EXCELENTE	0	-	92,0	90,0	EXCELENTE	0	-	90
94,0	EXCELENTE	0	-	94	92,0	EXCELENTE	0	-	92,0	90,0	EXCELENTE	0	-	90
94,0	EXCELENTE	0	-	94	92,0	EXCELENTE	0	-	92,0	90,0	EXCELENTE	0	-	90
72,0	MUITO BOM	0	-	72	70,0	BOM	23	160.580,03	93,0	91,0	EXCELENTE	0	-	91
72,0	MUITO BOM	0	-	72	70,0	BOM	23	160.580,03	93,0	91,0	EXCELENTE	0	-	91
86,0	MUITO BOM	0	-	86	84,0	MUITO BOM	0	-	84,0	82,0	MUITO BOM	0	-	82
87,0	EXCELENTE	0	-	87	85,0	MUITO BOM	0	-	85,0	83,0	MUITO BOM	0	-	83
82,0	MUITO BOM	0	-	82	80,0	MUITO BOM	0	-	80,0	78,0	MUITO BOM	0	-	78
85,0	MUITO BOM	0	-	85	83,0	MUITO BOM	0	-	83,0	81,0	MUITO BOM	0	-	81
85,0	MUITO BOM	0	-	85	83,0	MUITO BOM	0	-	83,0	81,0	MUITO BOM	0	-	81
88,0	EXCELENTE	0	-	88	86,0	MUITO BOM	0	-	86,0	84,0	MUITO BOM	0	-	84
87,0	EXCELENTE	0	-	87	85,0	MUITO BOM	0	-	85,0	83,0	MUITO BOM	0	-	83
84,0	MUITO BOM	0	-	84	82,0	MUITO BOM	0	-	82,0	80,0	MUITO BOM	0	-	80
83,0	MUITO BOM	0	-	83	81,0	MUITO BOM	0	-	81,0	79,0	MUITO BOM	0	-	79
83,0	MUITO BOM	0	-	83	81,0	MUITO BOM	0	-	81,0	79,0	MUITO BOM	0	-	79
86,0	MUITO BOM	0	-	86	83,0	MUITO BOM	0	-	83,0	80,0	MUITO BOM	0	-	80
89,0	EXCELENTE	0	-	89	86,0	MUITO BOM	0	-	86,0	83,0	MUITO BOM	0	-	83
90,0	EXCELENTE	0	-	90	87,0	EXCELENTE	0	-	87,0	84,0	MUITO BOM	0	-	84
84,0	MUITO BOM	0	-	84	81,0	MUITO BOM	0	-	81,0	78,0	MUITO BOM	0	-	78
87,0	EXCELENTE	0	-	87	84,0	MUITO BOM	0	-	84,0	81,0	MUITO BOM	0	-	81
88,0	EXCELENTE	0	-	88	85,0	MUITO BOM	0	-	85,0	82,0	MUITO BOM	0	-	82
86,0	MUITO BOM	0	-	86	83,0	MUITO BOM	0	-	83,0	80,0	MUITO BOM	0	-	80
78,0	MUITO BOM	0	-	78	75,0	MUITO BOM	0	-	75,0	72,0	MUITO BOM	0	-	72
76,0	MUITO BOM	0	-	76	73,0	MUITO BOM	0	-	73,0	70,0	BOM	23	306.113,93	93
81,0	MUITO BOM	0	-	81	78,0	MUITO BOM	0	-	78,0	75,0	MUITO BOM	0	-	75
75,0	MUITO BOM	0	-	75	72,0	MUITO BOM	0	-	72,0	69,0	BOM	24	48.166,75	93
83,0	MUITO BOM	0	-	83	80,0	MUITO BOM	0	-	80,0	77,0	MUITO BOM	0	-	77
94,0	EXCELENTE	0	-	94	92,0	EXCELENTE	0	-	92,0	90,0	EXCELENTE	0	-	90
92,0	EXCELENTE	0	-	92	90,0	EXCELENTE	0	-	90,0	88,0	EXCELENTE	0	-	88
76,0	MUITO BOM	0	-	76	74,0	MUITO BOM	0	-	74,0	72,0	MUITO BOM	0	-	72
86,0	MUITO BOM	0	-	86	84,0	MUITO BOM	0	-	84,0	82,0	MUITO BOM	0	-	82
87,0	EXCELENTE	0	-	87	85,0	MUITO BOM	0	-	85,0	83,0	MUITO BOM	0	-	83
86,0	MUITO BOM	0	-	86	84,0	MUITO BOM	0	-	84,0	82,0	MUITO BOM	0	-	82
81,0	MUITO BOM	0	-	81	78,0	MUITO BOM	0	-	78,0	77,0	MUITO BOM	0	-	77
86,0	MUITO BOM	0	-	86	84,0	MUITO BOM	0	-	84,0	82,0	MUITO BOM	0	-	82
80,0	MUITO BOM	0	-	80	78,0	MUITO BOM	0	-	78,0	76,0	MUITO BOM	0	-	76
80,0	MUITO BOM	0	-	80	78,0	MUITO BOM	0	-	78,0	76,0	MUITO BOM	0	-	76
82,0	MUITO BOM	0	-	82	80,0	MUITO BOM	0	-	80,0	78,0	MUITO BOM	0	-	78
88,0	EXCELENTE	0	-	88	86,0	MUITO BOM	0	-	86,0	84,0	MUITO BOM	0	-	84
89,0	EXCELENTE	0	-	89	87,0	EXCELENTE	0	-	87,0	85,0	MUITO BOM	0	-	85
86,0	MUITO BOM	0	-	86	84,0	MUITO BOM	0	-	84,0	82,0	MUITO BOM	0	-	82
Total (R\$)			-	Total (R\$)				321.160,05	Total (R\$)				355.280,68	

BASE AÉREA DE FLORIANÓPOLIS - PREVISÃO DE INVESTIMENTOS EM CONSERVAÇÃO DE PAVIMENTOS PARA 2015															
ANOS CORRIDOS		2010						2011						2012	
DATA DE CONCLUSÃO DA OBRA E INVESTIMENTOS CONTEMPLADOS:		2009													
SEÇÃO	TIPO PAVIMENTO	ÁREA	PCI	PCI	Condição	Δ PCI _{necessário}	Valor (R\$)	Novo PCI	PCI	Condição	Δ PCI _{necessário}	Valor (R\$)	Novo PCI		
PT1	RIGIDO	2203,8	98,0	98,0	EXCELENTE	0	-	98	94,0	EXCELENTE	0,0	-	94		
PT2	RIGIDO	2203,8	77,9	75,9	MUITO BOM	0	-	76	73,9	MUITO BOM	0,0	-	74		
PT3	RIGIDO	2203,8	98,0	98,0	EXCELENTE	0	-	98	94,0	EXCELENTE	0,0	-	94		
PT4	RIGIDO	2203,8	70,0	93,0	BOM	25	-	88	93,0	BOM	27,0	-	86		
PT5	RIGIDO	2203,8	98,0	98,0	EXCELENTE	0	-	98	94,0	EXCELENTE	0,0	-	94		
PT6	RIGIDO	2203,8	96,4	94,4	EXCELENTE	0	-	94	92,4	EXCELENTE	0,0	-	92		
PT7	RIGIDO	2203,8	78,8	78,8	MUITO BOM	0	-	77	74,8	MUITO BOM	0,0	-	75		
PT8	RIGIDO	2203,8	84,7	82,7	MUITO BOM	0	-	83	80,7	MUITO BOM	0,0	-	81		
PT9	RIGIDO	2203,8	96,4	94,4	EXCELENTE	0	-	94	92,4	EXCELENTE	0,0	-	92		
PT10	RIGIDO	2203,8	81,7	79,7	MUITO BOM	0	-	80	77,7	MUITO BOM	0,0	-	78		
PT11	RIGIDO	2203,8	93,0	91,0	EXCELENTE	0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	89		
PT12	RIGIDO	2203,8	83,6	81,6	MUITO BOM	0	-	82	79,6	MUITO BOM	0,0	-	80		
PT13	FLEXIVEL	405,0	98,0	94,0	EXCELENTE	0	-	94	92,0	EXCELENTE	0,0	-	92		
PA1	RIGIDO	2203,8	85,3	83,3	MUITO BOM	0	-	83	81,3	MUITO BOM	0,0	-	81		
PA2	RIGIDO	2203,8	91,9	89,9	EXCELENTE	0	-	90	87,9	EXCELENTE	0,0	-	88		
PA3	RIGIDO	2203,8	96,1	94,1	EXCELENTE	0	-	94	92,1	EXCELENTE	0,0	-	92		
PA4	RIGIDO	2203,8	98,4	96,4	EXCELENTE	0	-	98	94,4	EXCELENTE	0,0	-	94		
PA5	RIGIDO	2203,8	90,4	88,4	EXCELENTE	0	-	88	86,4	EXCELENTE	0,0	-	86		
PA6	RIGIDO	2203,8	88,1	86,1	EXCELENTE	0	-	88	84,1	MUITO BOM	0,0	-	84		
							Total (R\$):	-	-	-	-	-	-	-	
		Área total (m ²) =	40.073,0												
		Área efetiva (m ²) =	17.536,0												
		Valor gasto em obras de manutenção preventiva e reabilitação (R\$) =	299.049,23												
		Custo médio efetivo (R\$/m ²) =	17,05												
		Ganho médio de PCI do aeródromo =	5,0												
		Custo (R\$/m ² -pontoPCI) =	3,41												
		Índice de reajustamento anual =	5%												
		Perda anual de serventia - em pontos de PCI =	2												
		PCI mínimo aceitável =	71												
		Valor máximo de PCI obtido numa intervenção	93												

PCI = PCI do ano anterior - Perda anual de serventia
 Δ PCInecessário = Valor máximo de PCI obtido numa intervenção - PCI
 Novo PCI = PCI + Δ PCInecessário

Novo valor = (Valor inicial) \times (1+i) ^{Δ t}
 i = índice de reajustamento anual
 Δ t = Ano atual - Ano da obra

CONTINUAÇÃO DO PLANO DE INVESTIMENTOS DA BASE AÉREA DE FLORIANÓPOLIS PARA 2015														
2013				2014				2015						
PCI	Condição	ΔPCI _{inscricao}	Valor (R\$)	Novo PCI	PCI	Condição	ΔPCI _{inscricao}	Valor (R\$)	Novo PCI	PCI	Condição	ΔPCI _{inscricao}	Valor (R\$)	Novo PCI
92,0	EXCELENTE	0	-	92	90,0	EXCELENTE	0	-	90,0	88,0	EXCELENTE	0	-	88
71,9	MUITO BOM	0	-	72	89,9	BOM	23	-	89,9	87,9	BOM	25	252.839,35	83
92,0	EXCELENTE	0	-	92	90,0	EXCELENTE	0	-	90,0	88,0	EXCELENTE	0	-	88
84,9	BOM	29	-	84	82,6	BOM	31	-	82,0	80,0	BOM	33	332.418,27	83
92,0	EXCELENTE	0	-	92	90,0	EXCELENTE	0	-	90,0	88,0	EXCELENTE	0	-	88
90,4	EXCELENTE	0	-	90	88,4	EXCELENTE	0	-	88,4	86,4	EXCELENTE	0	-	86
72,8	MUITO BOM	0	-	73	83,4	MUITO BOM	22	-	70,8	83,4	BOM	24	243.773,40	83
78,7	MUITO BOM	0	-	79	76,7	MUITO BOM	0	-	76,7	74,7	MUITO BOM	0	-	75
90,4	EXCELENTE	0	-	90	88,4	EXCELENTE	0	-	88,4	86,4	EXCELENTE	0	-	86
75,7	MUITO BOM	0	-	76	73,7	MUITO BOM	0	-	73,7	71,7	MUITO BOM	0	-	72
87,0	EXCELENTE	0	-	87	85,0	MUITO BOM	0	-	85,0	83,0	MUITO BOM	0	-	83
77,6	MUITO BOM	0	-	78	75,6	MUITO BOM	0	-	75,6	73,6	MUITO BOM	0	-	74
90,0	EXCELENTE	0	-	90	88,0	EXCELENTE	0	-	88,0	86,0	MUITO BOM	0	-	86
79,3	MUITO BOM	0	-	79	77,3	MUITO BOM	0	-	77,3	75,3	MUITO BOM	0	-	75
85,9	MUITO BOM	0	-	86	83,9	MUITO BOM	0	-	83,9	81,9	MUITO BOM	0	-	82
90,1	EXCELENTE	0	-	90	88,1	EXCELENTE	0	-	88,1	86,1	EXCELENTE	0	-	86
92,4	EXCELENTE	0	-	92	90,4	EXCELENTE	0	-	90,4	88,4	EXCELENTE	0	-	88
84,4	MUITO BOM	0	-	84	82,4	MUITO BOM	0	-	82,4	80,4	MUITO BOM	0	-	80
82,1	MUITO BOM	0	-	82	80,1	MUITO BOM	0	-	80,1	78,1	MUITO BOM	0	-	78
Total (R\$)				-	Total (R\$)				-	Total (R\$)				829.031,02

BASE ÁREA DE CANOAS - PREVISÃO DE INVESTIMENTOS EM CONSERVAÇÃO DE PAVIMENTOS PARA 2015															
ANOS CORRIDOS															
DATA DE CONCLUSÃO DA OBRA E INVESTIMENTOS CONTEMPLADOS:															
SEÇÃO	TIPO PAVIMENTO	2010				2011				2012					
		ÁREA	PCI	Condição	APC _{insuficiente}	Valor (R\$)	Novo PCI	Condição	ΔPCI _{insuficiente}	Valor (R\$)	Novo PCI	Condição	ΔPCI _{insuficiente}		
PF1C	RÍGIDO	4.500	80	78,0	MUITO BOM	0	78	76,0	MUITO BOM	0,0	76	76,0	MUITO BOM	0,0	76
PF1D	RÍGIDO	4.500	78	76,0	MUITO BOM	0	76	74,0	MUITO BOM	0,0	74	74,0	MUITO BOM	0,0	74
PF1E	RÍGIDO	4.500	90	88,0	EXCELENTE	0	88	86,0	MUITO BOM	0,0	86	86,0	MUITO BOM	0,0	86
PF2C	FLEXIVEL	6.750	90	88,0	EXCELENTE	0	88	86,0	MUITO BOM	0,0	86	86,0	MUITO BOM	0,0	86
PF2D	FLEXIVEL	6.750	95	93,0	EXCELENTE	0	93	91,0	EXCELENTE	0,0	91	91,0	EXCELENTE	0,0	91
PF2E	FLEXIVEL	6.750	95	93,0	EXCELENTE	0	93	91,0	EXCELENTE	0,0	91	91,0	EXCELENTE	0,0	91
PF3C	RÍGIDO	2.250	70	68,0	BOM	25	68	66,0	BOM	27,0	66	66,0	BOM	27,0	66
PF3D	RÍGIDO	2.250	93	91,0	EXCELENTE	0	91	89,0	EXCELENTE	0,0	89	89,0	EXCELENTE	0,0	89
PF3E	RÍGIDO	2.250	80	78,0	MUITO BOM	0	78	76,0	MUITO BOM	0,0	76	76,0	MUITO BOM	0,0	76
PF4C	FLEXIVEL	13.870	92	90,0	EXCELENTE	0	90	88,0	EXCELENTE	0,0	88	88,0	EXCELENTE	0,0	88
PF4D	FLEXIVEL	22.350	97	95,0	EXCELENTE	0	95	93,0	EXCELENTE	0,0	93	93,0	EXCELENTE	0,0	93
PF4E	FLEXIVEL	22.350	97	95,0	EXCELENTE	0	95	93,0	EXCELENTE	0,0	93	93,0	EXCELENTE	0,0	93
PF5C	RÍGIDO	8.480	80	78,0	MUITO BOM	0	78	76,0	MUITO BOM	0,0	76	76,0	MUITO BOM	0,0	76
PF5D	RÍGIDO	4.500	96	94,0	EXCELENTE	0	94	92,0	EXCELENTE	0,0	92	92,0	EXCELENTE	0,0	92
PF5E	RÍGIDO	4.500	87	85,0	MUITO BOM	0	85	83,0	MUITO BOM	0,0	83	83,0	MUITO BOM	0,0	83
PTA	RÍGIDO	2.440	86	84,0	MUITO BOM	0	84	82,0	MUITO BOM	0,0	82	82,0	MUITO BOM	0,0	82
PTB	RÍGIDO	2.980	77	75,0	MUITO BOM	0	75	73,0	MUITO BOM	0,0	73	73,0	MUITO BOM	0,0	73
PTC1	RÍGIDO*	23	23	21,0	MUITO RUIM	72	21	19,0	MUITO RUIM	74,0	19	19,0	MUITO RUIM	74,0	19
PTC2	RÍGIDO*	25	23	21,0	MUITO RUIM	70	23	21,0	MUITO RUIM	72,0	21	21,0	MUITO RUIM	72,0	21
PTD	RÍGIDO	3.540	85	83,0	MUITO BOM	0	83	81,0	MUITO BOM	0,0	81	81,0	MUITO BOM	0,0	81
PTF1	RÍGIDO	4.045	94	92,0	EXCELENTE	0	92	90,0	EXCELENTE	0,0	90	90,0	EXCELENTE	0,0	90
PTF2	RÍGIDO	6.710	75	73,0	MUITO BOM	0	73	71,0	MUITO BOM	22,0	71	71,0	MUITO BOM	22,0	71
PTF1	RÍGIDO	20.803	98	96,0	EXCELENTE	0	96	94,0	EXCELENTE	0,0	94	94,0	EXCELENTE	0,0	94
PTF2	RÍGIDO	20.803	88	86,0	MUITO BOM	0	86	84,0	MUITO BOM	0,0	84	84,0	MUITO BOM	0,0	84
PTF3	RÍGIDO	20.803	78	76,0	MUITO BOM	0	76	74,0	MUITO BOM	0,0	74	74,0	MUITO BOM	0,0	74
PTH1	FLEXIVEL	5.600	32	30,0	RUIM	63	30	28,0	RUIM	65,0	28	28,0	RUIM	65,0	28
PTH2	RÍGIDO	2.500	61	59,0	BOM	34	59	57,0	BOM	36,0	57	57,0	BOM	36,0	57
PTB	FLEXIVEL	2.500	32	30,0	RUIM	63	30	28,0	RUIM	65,0	28	28,0	RUIM	65,0	28
PA1	RÍGIDO	9.560	93	91,0	EXCELENTE	0	91	89,0	EXCELENTE	0,0	89	89,0	EXCELENTE	0,0	89
PA2	RÍGIDO	19.450	86	84,0	MUITO BOM	0	84	82,0	MUITO BOM	0,0	82	82,0	MUITO BOM	0,0	82
PA3	RÍGIDO	9.280	78	76,0	MUITO BOM	0	76	74,0	MUITO BOM	0,0	74	74,0	MUITO BOM	0,0	74
PA4	RÍGIDO	1.945	95	93,0	EXCELENTE	0	93	91,0	EXCELENTE	0,0	91	91,0	EXCELENTE	0,0	91
PA5	RÍGIDO	3.475	96	94,0	EXCELENTE	0	94	92,0	EXCELENTE	0,0	92	92,0	EXCELENTE	0,0	92
PA6	FLEXIVEL	1.320	93	91,0	EXCELENTE	0	91	89,0	EXCELENTE	0,0	89	89,0	EXCELENTE	0,0	89
PA7	RÍGIDO	1.375	88	86,0	MUITO BOM	0	86	84,0	MUITO BOM	0,0	84	84,0	MUITO BOM	0,0	84
PA8	RÍGIDO	1.000	33	31,0	RUIM	62	31	29,0	RUIM	64,0	29	29,0	RUIM	64,0	29
PA9	RÍGIDO	465	13	11,0	MUITO RUIM	82	11	9,0	ROMPIDO	84,0	9	9,0	ROMPIDO	84,0	9
PA10	RÍGIDO	665	93	91,0	EXCELENTE	0	91	89,0	EXCELENTE	0,0	89	89,0	EXCELENTE	0,0	89
PA11	RÍGIDO	665	64	62,0	BOM	31	62	60,0	BOM	33,0	60	60,0	BOM	33,0	60
PAH1	RÍGIDO	605	66	64,0	BOM	29	64	62,0	BOM	31,0	62	62,0	BOM	31,0	62
PAH2	RÍGIDO	3.680	56	54,0	BOM	39	54	52,0	BOM	41,0	52	52,0	BOM	41,0	52
Área total (m²) = 271.729,0															
Área efetiva (m²) = 262.194,0															

Valor gasto em obras de manutenção preventiva e reabilitação (R\$) = 750.035,45
 Custo médio efetivo (R\$/m²) = 2,9
 Gasto médio de PCI do aeródromo = 6,0
 Custo (R\$/m²-ponto/PCI) = 0,46
 Índice de reajustamento anual = 5%
 Perda anual de serventia em pontos de PCI = 2
 PCI mínimo aceitável = 71
 Valor máximo de PCI obtido numa intervenção = 93

PCI = PCI do ano anterior - Perda anual de serventia
 ΔPCI_{insuficiente} = Valor máximo de PCI obtido numa intervenção - PCI
 Novo PCI = PCI + ΔPCI_{insuficiente}
 Novo valor = (Valor inicial)(1+i)ⁿ
 I = Índice de reajustamento anual
 ΔI = Ano atual - Ano da obra
 *Taxiway C não incluída na análise

CONTINUAÇÃO DO PLANO DE INVESTIMENTOS DA BASE AÉREA DE CANOAS PARA 2015														
2013				2014				2015						
PCI	Condição	ΔPCI _{Investáveis}	Valor (R\$)	Novo PCI	PCI	Condição	ΔPCI _{Investáveis}	Valor (R\$)	Novo PCI	PCI	Condição	ΔPCI _{Investáveis}	Valor (R\$)	Novo PCI
74.0	MUITO BOM	0	-	74	72.0	MUITO BOM	0	-	72.0	70.0	BOM	23	69.434,17	93
72.0	MUITO BOM	0	-	72	70.0	BOM	23	-	70.0	68.0	BOM	25	75.471,92	93
84.0	MUITO BOM	0	-	84	82.0	MUITO BOM	0	-	82.0	80.0	MUITO BOM	0	-	80
84.0	MUITO BOM	0	-	84	82.0	MUITO BOM	0	-	82.0	80.0	MUITO BOM	0	-	80
89.0	EXCELENTE	0	-	89	87.0	EXCELENTE	0	-	87.0	85.0	MUITO BOM	0	-	85
89.0	EXCELENTE	0	-	89	87.0	EXCELENTE	0	-	87.0	85.0	MUITO BOM	0	-	85
84.0	BOM	29	-	64	83.0	BOM	31	-	82.0	80.0	BOM	33	49.911,47	93
87.0	EXCELENTE	0	-	87	85.0	MUITO BOM	0	-	85.0	83.0	MUITO BOM	0	-	83
74.0	MUITO BOM	0	-	74	72.0	MUITO BOM	0	-	72.0	70.0	BOM	23	34.717,08	93
86.0	MUITO BOM	0	-	86	84.0	MUITO BOM	0	-	84.0	82.0	MUITO BOM	0	-	82
91.0	EXCELENTE	0	-	91	89.0	EXCELENTE	0	-	89.0	87.0	EXCELENTE	0	-	87
91.0	EXCELENTE	0	-	91	89.0	EXCELENTE	0	-	89.0	87.0	EXCELENTE	0	-	87
74.0	MUITO BOM	0	-	74	72.0	MUITO BOM	0	-	72.0	70.0	BOM	23	130.844,83	93
90.0	EXCELENTE	0	-	90	88.0	EXCELENTE	0	-	88.0	86.0	MUITO BOM	0	-	86
81.0	MUITO BOM	0	-	81	79.0	MUITO BOM	0	-	79.0	77.0	MUITO BOM	0	-	77
80.0	MUITO BOM	0	-	80	78.0	MUITO BOM	0	-	78.0	76.0	MUITO BOM	0	-	76
71.0	MUITO BOM	22	-	71	69.0	BOM	24	-	69.0	67.0	BOM	26	51.978,35	93
17.0	MUITO RUIM	76	-	17	15.0	MUITO RUIM	78	-	15.0	13.0	MUITO RUIM	80	-	93
19.0	MUITO RUIM	74	-	19	17.0	MUITO RUIM	76	-	17.0	15.0	MUITO RUIM	78	-	93
79.0	MUITO BOM	0	-	79	77.0	MUITO BOM	0	-	77.0	75.0	MUITO BOM	0	-	75
88.0	EXCELENTE	0	-	88	86.0	MUITO BOM	0	-	86.0	84.0	MUITO BOM	0	-	84
89.0	BOM	24	-	69	87.0	BOM	26	-	87.0	85.0	BOM	28	126.041,46	93
92.0	EXCELENTE	0	-	92	90.0	EXCELENTE	0	-	90.0	88.0	EXCELENTE	0	-	88
82.0	MUITO BOM	0	-	82	80.0	MUITO BOM	0	-	80.0	78.0	MUITO BOM	0	-	78
72.0	MUITO BOM	0	-	72	70.0	BOM	23	-	70.0	68.0	BOM	25	348.898,31	93
26.0	RUIM	67	-	26	24.0	MUITO RUIM	69	-	24.0	22.0	MUITO RUIM	71	261.971,43	93
55.0	BOM	38	-	55	53.0	BOM	40	-	53.0	51.0	BOM	42	70.448,45	93
26.0	RUIM	67	-	26	24.0	MUITO RUIM	69	-	24.0	22.0	MUITO RUIM	71	119.077,92	93
87.0	EXCELENTE	0	-	87	85.0	MUITO BOM	0	-	85.0	83.0	MUITO BOM	0	-	83
80.0	MUITO BOM	0	-	80	78.0	MUITO BOM	0	-	78.0	76.0	MUITO BOM	0	-	76
72.0	MUITO BOM	0	-	72	70.0	BOM	23	-	70.0	68.0	BOM	25	155.539,97	93
89.0	EXCELENTE	0	-	89	87.0	EXCELENTE	0	-	87.0	85.0	MUITO BOM	0	-	85
90.0	EXCELENTE	0	-	90	88.0	EXCELENTE	0	-	88.0	86.0	MUITO BOM	0	-	86
87.0	EXCELENTE	0	-	87	85.0	MUITO BOM	0	-	85.0	83.0	MUITO BOM	0	-	83
82.0	MUITO BOM	0	-	82	80.0	MUITO BOM	0	-	80.0	78.0	MUITO BOM	0	-	78
27.0	RUIM	66	-	27	25.0	MUITO RUIM	68	-	25.0	23.0	MUITO RUIM	70	46.960,31	93
7.0	ROMPIDO	86	-	7	5.0	ROMPIDO	88	-	5.0	3.0	ROMPIDO	90	28.075,55	93
87.0	EXCELENTE	0	-	87	85.0	MUITO BOM	0	-	85.0	83.0	MUITO BOM	0	-	83
59.0	BOM	35	-	59	57.0	BOM	37	-	57.0	55.0	BOM	39	17.398,79	93
50.0	BOM	33	-	50	48.0	BOM	35	-	48.0	46.0	BOM	37	15.017,24	93
50.0	BOM	43	-	50	48.0	BOM	45	-	48.0	46.0	BOM	47	116.032,21	93
Total (R\$)												1.717.811,37		

ANOS CORRIDOS		2010										2011										2012	
DATA DE CONCLUSÃO DA OBRA E INVESTIMENTOS CONTEMPLADOS:		ÁREA		PCI	Condição	ΔPCI _{NECESSÁRIO}	Valor (R\$)	Novo PCI	PCI	Condição	ΔPCI _{NECESSÁRIO}	Valor (R\$)	Novo PCI	PCI	Condição	ΔPCI _{NECESSÁRIO}	Valor (R\$)	Novo PCI					
PPA1E	RIGIDO	1.500	100	98,0	EXCELENTE	0	-	98	96,0	EXCELENTE	0,0	-	98	96,0	EXCELENTE	0,0	-	96					
PPA1C	RIGIDO	1.500	100	98,0	EXCELENTE	0	-	98	96,0	EXCELENTE	0,0	-	98	96,0	EXCELENTE	0,0	-	96					
PPA1D	RIGIDO	1.500	100	98,0	EXCELENTE	0	-	98	96,0	EXCELENTE	0,0	-	98	96,0	EXCELENTE	0,0	-	96					
PPA2E	RIGIDO	5.475	78	76,0	MUITO BOM	0	-	76	74,0	MUITO BOM	0,0	-	76	74,0	MUITO BOM	0,0	-	74					
PPA3E	RIGIDO	5.475	78	76,0	MUITO BOM	0	-	76	74,0	MUITO BOM	0,0	-	76	74,0	MUITO BOM	0,0	-	74					
PPA3D	RIGIDO	5.814	92	90,0	EXCELENTE	0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	88					
PPA3E	RIGIDO	15.570	93	91,0	EXCELENTE	0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	89					
PPA3C	RIGIDO	15.570	88	86,0	MUITO BOM	0	-	86	84,0	MUITO BOM	0,0	-	86	84,0	MUITO BOM	0,0	-	84					
PPA3D	RIGIDO	15.570	91	89,0	EXCELENTE	0	-	89	87,0	EXCELENTE	0,0	-	89	87,0	EXCELENTE	0,0	-	87					
PPA4E	RIGIDO	1.140	91	89,0	EXCELENTE	0	-	89	87,0	EXCELENTE	0,0	-	89	87,0	EXCELENTE	0,0	-	87					
PPA4C	RIGIDO	1.140	94	92,0	EXCELENTE	0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	90					
PPA4D	RIGIDO	1.140	93	91,0	EXCELENTE	0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	89					
PPA5E	RIGIDO	17.250	90	88,0	EXCELENTE	0	-	88	86,0	MUITO BOM	0,0	-	88	86,0	MUITO BOM	0,0	-	86					
PPA5C	RIGIDO	17.250	89	87,0	EXCELENTE	0	-	87	85,0	MUITO BOM	0,0	-	87	85,0	MUITO BOM	0,0	-	85					
PPA5D	RIGIDO	17.250	88	87,0	EXCELENTE	0	-	87	85,0	MUITO BOM	0,0	-	87	85,0	MUITO BOM	0,0	-	85					
PPB4E	FLEXIVEL	4.710	92	92,0	EXCELENTE	0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	90					
PPB4C	FLEXIVEL	4.710	95	95,0	EXCELENTE	0	-	95	92,0	EXCELENTE	0,0	-	95	92,0	EXCELENTE	0,0	-	92					
PPB4D	FLEXIVEL	4.710	96	96,0	EXCELENTE	0	-	96	93,0	EXCELENTE	0,0	-	96	93,0	EXCELENTE	0,0	-	93					
PPB3E	FLEXIVEL	1.270	90	90,0	EXCELENTE	0	-	90	87,0	EXCELENTE	0,0	-	90	87,0	EXCELENTE	0,0	-	87					
PPB3C	FLEXIVEL	1.270	93	93,0	EXCELENTE	0	-	93	90,0	EXCELENTE	0,0	-	93	90,0	EXCELENTE	0,0	-	90					
PPB3D	FLEXIVEL	1.270	94	94,0	EXCELENTE	0	-	94	91,0	EXCELENTE	0,0	-	94	91,0	EXCELENTE	0,0	-	91					
PPB2E	FLEXIVEL	9.940	92	92,0	EXCELENTE	0	-	92	89,0	EXCELENTE	0,0	-	92	89,0	EXCELENTE	0,0	-	89					
PPB2C	FLEXIVEL	9.940	84	84,0	MUITO BOM	0	-	84	81,0	MUITO BOM	0,0	-	84	81,0	MUITO BOM	0,0	-	81					
PPB2D	FLEXIVEL	9.940	82	82,0	MUITO BOM	0	-	82	79,0	MUITO BOM	0,0	-	82	79,0	MUITO BOM	0,0	-	79					
PPB1E	FLEXIVEL	1.530	87	87,0	EXCELENTE	0	-	87	84,0	MUITO BOM	0,0	-	87	84,0	MUITO BOM	0,0	-	84					
PPB1C	FLEXIVEL	1.530	81	81,0	MUITO BOM	0	-	81	78,0	MUITO BOM	0,0	-	81	78,0	MUITO BOM	0,0	-	78					
PPB1D	FLEXIVEL	1.530	89	89,0	EXCELENTE	0	-	89	86,0	MUITO BOM	0,0	-	89	86,0	MUITO BOM	0,0	-	86					
PTA1	RIGIDO	2.337	100	98,0	EXCELENTE	0	-	98	96,0	EXCELENTE	0,0	-	98	96,0	EXCELENTE	0,0	-	96					
PTA2	RIGIDO	2.766	98	96,0	EXCELENTE	0	-	96	94,0	EXCELENTE	0,0	-	96	94,0	EXCELENTE	0,0	-	94					
PTB	RIGIDO	2.268	82	80,0	MUITO BOM	0	-	80	78,0	MUITO BOM	0,0	-	80	78,0	MUITO BOM	0,0	-	78					
PTC	RIGIDO	2.268	92	90,0	EXCELENTE	0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	88					
PTD	RIGIDO	2.268	93	91,0	EXCELENTE	0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	91	89,0	EXCELENTE	0,0	-	89					
PTE1	RIGIDO	1.822	92	90,0	EXCELENTE	0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	88					
PTE2	RIGIDO	6.075	87	85,0	MUITO BOM	0	-	85	83,0	MUITO BOM	0,0	-	85	83,0	MUITO BOM	0,0	-	83					
PTF	RIGIDO	51.072	92	90,0	EXCELENTE	0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	88					
PA1	RIGIDO	11.520	86	84,0	MUITO BOM	0	-	84	82,0	MUITO BOM	0,0	-	84	82,0	MUITO BOM	0,0	-	82					
PA2	RIGIDO	12.348	86	84,0	MUITO BOM	0	-	84	82,0	MUITO BOM	0,0	-	84	82,0	MUITO BOM	0,0	-	82					
PA3	RIGIDO	8.820	88	86,0	MUITO BOM	0	-	86	84,0	MUITO BOM	0,0	-	86	84,0	MUITO BOM	0,0	-	84					
PA4	RIGIDO	3.538	94	92,0	EXCELENTE	0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	92	90,0	EXCELENTE	0,0	-	90					
PAS	RIGIDO	1.800	34	33,0	RUIM	61	-	32	30,0	EXCELENTE	63,0	-	30	28,0	EXCELENTE	63,0	-	28					
PA6	RIGIDO	2.220	92	90,0	EXCELENTE	0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	90	88,0	EXCELENTE	0,0	-	88					
Área total (m²)		302.215,0		Total (R\$):																			
Área efetiva (m²)		288.773,0																					
Valor gasto em obras de conservação e reabilitação (R\$)		2.308.232,99																					
Custo médio efetivo (R\$/m²)		8,0																					
Ganho médio de PCI dos pav. rígidos		8,0																					
Custo (R\$/m²-ponto/PCI)		1,00																					
Índice de reajustamento anual		5%																					
Perda anual de serventia em pontos de PCI (pav. rg.)		2																					
Perda anual de serventia em pontos de PCI (pav. flex.)		3																					
PCI mínimo aceitável		71																					
Valor máximo de PCI obtido numa intervenção		93																					

PCI = PCI do ano anterior - Perda anual de serventia
 ΔPCI_{NECESSÁRIO} = Valor máximo de PCI obtido numa intervenção - PCI
 Novo PCI = PCI + ΔPCI_{NECESSÁRIO}
 Novo valor = (Valor inicial)(1+i)ⁿ
 i = índice de reajustamento anual
 Δt = Ano atual - Ano da obra

CONTINUAÇÃO DO PLANO DE INVESTIMENTOS DA BASE AÉREA DE SANTA MARIA PARA 2015											
2013				2014				2015			
PCI	Condição	ΔPCI _{Investimento}	Valor (R\$)	Novo PCI	Condição	ΔPCI _{Investimento}	Valor (R\$)	Novo PCI	Condição	ΔPCI _{Investimento}	Valor (R\$)
94,0	EXCELENTE	0	-	94	EXCELENTE	0	-	92,0	EXCELENTE	0	-
94,0	EXCELENTE	0	-	94	EXCELENTE	0	-	92,0	EXCELENTE	0	-
94,0	EXCELENTE	0	-	94	EXCELENTE	0	-	92,0	EXCELENTE	0	-
72,0	MUITO BOM	0	-	72	BOM	23	-	70,0	BOM	25	174.543,51
72,0	MUITO BOM	0	-	72	BOM	23	-	70,0	BOM	25	174.543,51
86,0	MUITO BOM	0	-	86	MUITO BOM	0	-	84,0	MUITO BOM	0	-
87,0	EXCELENTE	0	-	87	MUITO BOM	0	-	85,0	MUITO BOM	0	-
82,0	MUITO BOM	0	-	82	MUITO BOM	0	-	80,0	MUITO BOM	0	-
85,0	MUITO BOM	0	-	85	MUITO BOM	0	-	83,0	MUITO BOM	0	-
85,0	MUITO BOM	0	-	85	MUITO BOM	0	-	83,0	MUITO BOM	0	-
85,0	EXCELENTE	0	-	85	MUITO BOM	0	-	83,0	MUITO BOM	0	-
87,0	EXCELENTE	0	-	87	MUITO BOM	0	-	85,0	MUITO BOM	0	-
87,0	EXCELENTE	0	-	87	MUITO BOM	0	-	85,0	MUITO BOM	0	-
84,0	MUITO BOM	0	-	84	MUITO BOM	0	-	82,0	MUITO BOM	0	-
83,0	MUITO BOM	0	-	83	MUITO BOM	0	-	81,0	MUITO BOM	0	-
83,0	MUITO BOM	0	-	83	MUITO BOM	0	-	81,0	MUITO BOM	0	-
86,0	MUITO BOM	0	-	86	MUITO BOM	0	-	83,0	MUITO BOM	0	-
89,0	EXCELENTE	0	-	89	MUITO BOM	0	-	86,0	MUITO BOM	0	-
90,0	EXCELENTE	0	-	90	EXCELENTE	0	-	87,0	MUITO BOM	0	-
84,0	MUITO BOM	0	-	84	MUITO BOM	0	-	81,0	MUITO BOM	0	-
87,0	EXCELENTE	0	-	87	MUITO BOM	0	-	84,0	MUITO BOM	0	-
88,0	EXCELENTE	0	-	88	MUITO BOM	0	-	85,0	MUITO BOM	0	-
86,0	MUITO BOM	0	-	86	MUITO BOM	0	-	83,0	MUITO BOM	0	-
78,0	MUITO BOM	0	-	78	MUITO BOM	0	-	75,0	MUITO BOM	0	-
75,0	MUITO BOM	0	-	75	MUITO BOM	0	-	73,0	MUITO BOM	23	291.537,07
81,0	MUITO BOM	0	-	81	MUITO BOM	0	-	78,0	MUITO BOM	0	-
75,0	MUITO BOM	0	-	75	MUITO BOM	0	-	72,0	MUITO BOM	24	45.825,48
83,0	MUITO BOM	0	-	83	MUITO BOM	0	-	80,0	MUITO BOM	0	-
94,0	EXCELENTE	0	-	94	EXCELENTE	0	-	92,0	EXCELENTE	0	-
92,0	EXCELENTE	0	-	92	EXCELENTE	0	-	90,0	EXCELENTE	0	-
75,0	MUITO BOM	0	-	75	MUITO BOM	0	-	74,0	MUITO BOM	0	-
86,0	MUITO BOM	0	-	86	MUITO BOM	0	-	84,0	MUITO BOM	0	-
87,0	EXCELENTE	0	-	87	MUITO BOM	0	-	85,0	MUITO BOM	0	-
86,0	MUITO BOM	0	-	86	MUITO BOM	0	-	84,0	MUITO BOM	0	-
81,0	MUITO BOM	0	-	81	MUITO BOM	0	-	79,0	MUITO BOM	0	-
86,0	MUITO BOM	0	-	86	MUITO BOM	0	-	84,0	MUITO BOM	0	-
80,0	MUITO BOM	0	-	80	MUITO BOM	0	-	78,0	MUITO BOM	0	-
80,0	MUITO BOM	0	-	80	MUITO BOM	0	-	78,0	MUITO BOM	0	-
82,0	MUITO BOM	0	-	82	MUITO BOM	0	-	80,0	MUITO BOM	0	-
88,0	EXCELENTE	0	-	88	MUITO BOM	0	-	85,0	MUITO BOM	0	-
83,0	RUIM	65	-	83	RUIM	67	-	80,0	MUITO BOM	69	158.350,30
86,0	MUITO BOM	0	-	86	MUITO BOM	0	-	84,0	MUITO BOM	0	-
			Total (R\$)				Total (R\$)				Total (R\$)
			-				-				845.829,87

Ficha IV da Portaria ANAC nº 1227/SIA



ELEMENTO	DADOS
FICHA IV - AERÓDROMO	
A. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO AERÓDROMO	
01 - Nome oficial	
02 - Código OACI	
03 - (reservado)	
04 - Código ANAC	
05 - Tipo de Uso	() Público () Privado
06 - Localidade principal servida pelo aeródromo*	
07 - Direção a partir da localidade*	
08 - Distância a partir da localidade*	
09 - Tipo de operação	() VFR D () VFR N () IFR D () IFR N
10 - Ponto de Referência do Aeródromo (coordenada geográfica)	
11 - Altitude (m)	
12 - Temperatura de referência (°C)	
13 - Horário de funcionamento*	
Endereço	
14 - Tipo de Logradouro	
15 - Nome do Logradouro	
16 - Número	
17 - Complemento	
18 - Bairro	
19 - Cidade	
20 - UF	
21 - CEP	
22 - Caixa Postal	
B. DADOS DO PROPRIETÁRIO	
23 - Nome	
24 - CPF/CNPJ	
Endereço	
25 - Tipo de Logradouro	
26 - Nome do Logradouro	
27 - Número	
28 - Complemento	
29 - Bairro	
30 - Cidade	
31 - UF	
32 - CEP	
33 - Caixa Postal	
34 - Telefone	
35 - Fax	
36 - Email	
C. DADOS DO OPERADOR / EXPLORADOR	
37 - Nome	
38 - CPF/CNPJ	
Endereço	
39 - Tipo de Logradouro	
40 - Nome do Logradouro	
41 - Número	
42 - Complemento	
43 - Bairro	
44 - Cidade	
45 - UF	
46 - CEP	
47 - Caixa Postal	
48 - Telefone	
49 - Fax	
50 - Email	
D. OUTRAS CARACTERÍSTICAS DO AERÓDROMO*	
51 - Número de indicadores de direção de vento	
52 - Indicadores de direção de vento iluminados	() Existente () Não-existente
53 - Iluminação de emergência	() Existente () Não-existente
54 - Farol do aeródromo	() Existente () Não-existente
55 - Características	

Continuação da Ficha IV da Portaria ANAC nº 1227/SIA



56 - Horário de funcionamento	
57 - Coordenadas geográficas	
58 - Farol de identificação	() Existente () Não-existente
59 - Características	
60 - Horário de funcionamento	
61 - Coordenadas geográficas	
62 - Radar de movimentação no solo	() Existente () Não-existente
63 - Cerca patrimonial completa	() Existente () Não-existente
64 - Cerca operacional completa	() Existente () Não-existente
Sinalização Vertical	Planta Número () - Detalhar o sistema de Sinalização Vertical em planta com indicação da localização dos painéis, dimensões dos painéis e configuração dos painéis.
66 - Sinalização Vertical de instrução obrigatória	() Existente () Não-existente
67 - Sinalização Vertical de informação	() Existente () Não-existente
68 - Painéis frangíveis	() Sim () Não
E. DEMAIS FICHAS	
69 - Quantidade de Pistas de Pouso e Decolagem	
70 - Quantidade de Helipontos	
71 - Quantidade de Pistas de Táxi*	
72 - Quantidade de Pátios*	
Quantidade de Edificações*	
73 - TPS	
74 - TECA	
75 - SCI	
76 - PACI	
77 - PAA	
80 - Hangar	
81 - Torre	
82 - Outras	