

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



RICARDO MIRANDA CORDOVID

**UM SISTEMA GERENCIADOR DE INFORMAÇÕES PARA OS
AERÓDROMOS DA AMAZÔNIA**

*Trabalho de Graduação
2003*

*Infra-Estrutura
Aeronáutica*

CDU – 629.73.08:681.3.02

RICARDO MIRANDA CORDOVIL

**UM SISTEMA GERENCIADOR DE INFORMAÇÕES PARA OS
AERÓDROMOS DA AMAZÔNIA**

ORIENTADOR:

PROF. DR. ADILSON MARQUES DA CUNHA

CO-ORIENTADORES:

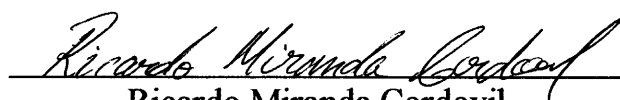
PROF. DR. FLÁVIO MENDES NETO

CAP. ENG. NELSON RODRIGUES DA ROCHA FILHO

DIVISÃO DE ENGENHARIA DE INFRA-ESTRUTURA AERONÁUTICA

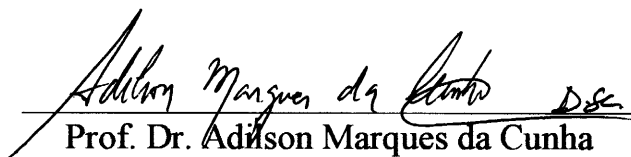
**SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – SP
CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA
2003**

**UM SISTEMA GERENCIADOR DE INFORMAÇÕES PARA OS
AERÓDROMOS DA AMAZÔNIA**



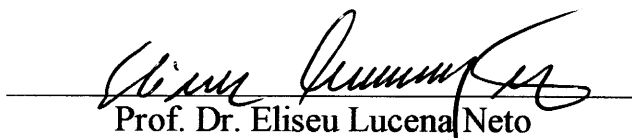
Ricardo Miranda Cordovil

Autor



Prof. Dr. Adilson Marques da Cunha

Orientador



Prof. Dr. Eliseu Lucena Neto

Coordenador do Curso de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica

São José dos Campos, 26 de novembro de 2003

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Divisão Biblioteca Central do ITA/CTA

Cordovil, Ricardo Miranda

Um Sistema Gerenciador de Informações para os Aeródromos da Amazônia/ Ricardo Miranda Cordovil.

São José dos Campos 2003.

63f.

Trabalho de Graduação – Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2003. Orientador: Prof. Dr. Adilson Marques da Cunha. Co-Orientadores: Prof. Dr. Flávio Mendes Neto e Cap. Eng. Nelson Rodrigues da Rocha Filho.

1. Gerenciamento de Aeroportos. 2. Banco de dados. 3.COMARA 4. Amazônia. I. Centro Técnico Aeroespacial. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica. II. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Cordovil, Ricardo Miranda. **Um Sistema Gerenciador de Informações para os Aeródromos da Amazônia**. 2003. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Ricardo Miranda Cordovil

TÍTULO DO TRABALHO: Um Sistema Gerenciador de Informações para os Aeródromos da Amazônia.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Graduação / 2003

É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.



Ricardo Miranda Cordovil

Rua H8C-320 CTA

São José dos Campos -SP

CEP 12228 - 460

DEDICATÓRIA

À memória de meu pai, RAIMUNDO CORDOVIL, que tanto se empenhou para que eu e meus irmãos tivéssemos uma educação de qualidade e partiu com o sonho de ver seus filhos diplomados.

Dedico ainda este Trabalho à figura de uma personalidade cuja influência mudou completamente a minha vida e a de tantos outros estudantes e que sem a sua ajuda eu certamente não estaria ocupando a posição da qual me orgulho tanto, a de Engenheiro do ITA. Ao pai que me ensinou matemática, o PROFESSOR FRANCISCO GEMAQUE.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha querida mãe, que sempre me apoiou nos momentos mais difíceis deste curso, às pessoas que contribuíram sobremaneira para que este trabalho pudesse ser realizado com o máximo de simplicidade e sem perder o objetivo para o qual foi concebido, Prof. Cunha, Prof. Flávio e Cap. Rocha, e finalmente, à minha futura esposa, Janete, que como uma heroína, reafirmou seu desejo de permanecer ao meu lado durante todos esses anos.

RESUMO

O presente trabalho trata do desenvolvimento de um sistema gerenciador de informações para os aeródromos da Amazônia. Resulta diretamente de uma parceria entre o ITA e a Comissão de Aeroportos da Região Amazônica – COMARA, sendo concebido com o objetivo de atender às necessidades da COMARA juntamente com os Serviços Regionais de Engenharia – SERENG's 1 e 7, aumentando suas eficiências e reduzindo os seus desperdícios de recursos, de modo que o mesmo possa contribuir para a manutenção operacional e otimização do funcionamento dos aeródromos da Região Norte do Brasil usados pela Força Aérea Brasileira. Para isso, foi levantado o Sistema de informações existente nestas Unidades e coletados todos os registros disponíveis, mediante visitas feitas à sede da COMARA em Belém do Pará durante o ano de 2003. Foi desenvolvido um protótipo de um Sistema gerenciador de informações baseado na tecnologia de banco de dados e implementado com sucesso para o cadastramento das 10 obras aviárias mais recentes da COMARA na Amazônia, atendendo a requisitos previamente especificados pela mesma.

ABSTRACT

The present work concerns to an information management system development, directed to Amazon airdromes. It is the resulting of ITA and Amazon Region Airports Commission (COMARA) partnership, being conceived with the purpose of attending COMARA and Engineering Regional Services – SERENGs 1 and 7 needs, increasing their efficiencies and reducing the resources waste, so that the system can contribute to operational maintenance and functioning optimization of airdromes of Brazil North Region used by the Brazilian Air Force. To do it so, the existing Information System was raised in these Units and collected with all the available registers, by means of visits to COMARA headquarters, located in Belém, Pará, during 2003. It was developed an Information Management System Prototype based on database technology successfully implemented to registrar the ten most recent COMARA's buildings in Amazon, fulfilling previous demands specified for it.

RELAÇÃO DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

BI – “Big I” - Computador Central ou Servidor

COMAER – Comando da Aeronáutica

COMAR – Comando Aéreo Regional

COMARA – Comissão de Aeroportos da Região Amazônica

CTA – Centro Técnico Aeroespacial

DDL – *Data Description Language*

DIRENG – Diretoria de Engenharia da Aeronáutica

DML – *Data Manipulation Language*

EIR – Executive Intelligence Review

EMAER – Estado Maior da Aeronáutica

FUNAI – Fundação Nacional do Índio

IAC – Instituto de Aviação Civil

ICAO – *International Civil Aviation Organization* ou OACI – Organização da Aviação Civil Internacional

INFRAERO – Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária

Intraer – Rede Interna do Comando da Aeronáutica

ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica

SERENG – Serviço Regional de Engenharia

SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados

SGP – Sistema de Gerência de Pavimentos

SISGERAM – Sistema Gerenciador de Aeródromos da Amazônia

SQL – *Structured Query Language*

SUDAM – Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia

4GL – *4th Generation Language*

TG – Trabalho de Graduação

ÍNDICE

I. INTRODUÇÃO	1
1.1.Contextualização	1
1.2. O Problema	2
1.3. A Solução Escolhida.....	2
1.4. Especificação de Requisitos	2
1.5. Redução do Escopo	3
1.6. Ordem de Apresentação.....	3
II. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	4
2.1. Sobre a Amazônia.....	4
2.2. Sobre os Aeroportos	5
2.3. Sobre as Áreas de Funções dos Aeroportos de Interesse.....	5
2.4. Sobre o Software Utilizado como Sistema Gerenciador de Banco de Dados	6
III. O SISTEMA EXISTENTE.....	7
3.1. A Disponibilidade de Informações	7
3.2. Informações Provenientes dos Serviços Regionais de Engenharia	7
3.3. Informações Provenientes da Comissão de Aeroportos da Região Amazônica.....	8
3.4. As Necessidades Existentes Dentro das Organizações.....	8
IV. O SISTEMA PROPOSTO	9
4.1. Introdução.....	9
4.2.Contextualização	9
4.3. A Solução Adotada.....	10
4.4. Redução do Escopo	11
4.5. Desenvolvimento do Sistema	12
4.5.1. A Escolha dos Campos	12
4.5.1. Projeto Físico do Aplicativo	13
4.5.2. Projeto Lógico do Aplicativo	21
V. ESTUDO DE CASO	31
5.1. Protótipo para Teste e Validação do Sistema de Banco de Dados	31
5.2. Sobre a Base de Dados	31
5.3. Sobre a Interface.....	32
5.4. Descrição de Telas do Sistema	32
5.4.1. Janela Principal.....	32
5.4.2. Pesquisa Orientada por Estado, Comar, Categoria, Ordem de Prioridade e Administrador do Aeródromo	33
5.4.3. Pesquisa de Serviços Orientada por Período de Execução.....	34
5.4.4. Tela de Dados Gerais do Aeródromo	35
5.4.5. Dados Geométricos do Aeródromo	36

5.4.6. Histórico de Intervenção.....	38
5.4.7. Histórico de Condição.....	39
5.4.8. Materiais de Construção Disponíveis.....	40
5.4.9. Observações Gerais.....	41
5.4.10. Relatórios.....	42
VI. TENDÊNCIAS ATUAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	43
6.1. Tendências Atuais.....	43
6.2. Perspectivas de Utilização do Aplicativo para os Próximos 2 Anos.....	43
6.2. Perspectivas de Utilização do Aplicativo para os Próximos 5 Anos.....	44
VII. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	45
7.1. Conclusões Gerais.....	45
7.2. Conclusões Específicas.....	46
7.3. Recomendações.....	46
7.3.1. Sobre a Manutenção do Sistema.....	47
7.3.2. Sobre Intervenções no Sistema.....	47
VIII.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

I. INTRODUÇÃO

1.1.Contextualização

No início da década de 50, existiam apenas 17 aeródromos na Amazônia, dos quais apenas Manaus (AM) e Belém (PA) eram asfaltados. A necessidade de ampliar a malha aeroviária na região fez com que se criasse a Comissão de Aeroportos da Região Amazônica – COMARA.

Subordinada ao Comando da Aeronáutica – COMAER, a COMARA tem o objetivo de planejar, conservar e equipar os aeroportos da região amazônica. Em 46 anos de atividades, a Comissão foi responsável: pela construção e recuperação de mais de 150 pistas; pela viabilização de mais de 70 obras de reformas de instalações aeroportuárias e vias públicas, e pela organização militar que dá apoio a diversos órgãos federais, Marinha, FUNAI, SUDAM e quartéis de fronteiras do Exército brasileiro.

As extensas dimensões da Amazônia apresentam uma grande diversidade de fatores climáticos, sociais e políticos; enormes potenciais econômicos na forma de recursos naturais; despertando interesses internacionais só tendem a crescer nos próximos anos. Contudo, as informações necessárias à execução de uma política de desenvolvimento para os aeroportos encontram-se fragmentadas entre os Serviços Regionais de Engenharia – SERENG's 1 e 7 e a COMARA.

Além disso, o cadastramento dessas informações ainda não é realizado de forma sistemática, e sabe-se que o acesso rápido e preciso a características pertinentes às obras em execução, bem como o estado atual de conservação dos aeródromos já construídos na região amazônica são de vital importância para essas Instituições.

1.2. O Problema

O problema consiste em dotar as Instituições responsáveis pela construção, conservação e manutenção dos aeródromos da Amazônia de uma sistemática de gerenciamento de informações apropriada.

1.3. A Solução Escolhida

A solução escolhida consiste em desenvolver um Sistema Gerenciador de Informações para as Instituições responsáveis pela construção, conservação e manutenção dos aeródromos da Amazônia, a fim de aumentar suas eficiências operacionais e reduzir o desperdício de recursos envolvidos.

1.4. Especificação de Requisitos

Depois de concluída sua elaboração, o Sistema deverá ser capaz de propiciar:

- 1- Uma interface simples e de fácil utilização;
- 2- Permitir que os usuários possam armazenar, recuperar e atualizar as seguintes informações gerenciais referentes aos aeródromos da Amazônia:
 - 2.1- Características gerais dos aeródromos (nome, estado, coordenadas geográficas, acessos, dentre outras);
 - 2.2 - Características específicas de pista de pouso e decolagem (dimensões de pista de pouso, pátio e pista de rolamento, estrutura de pavimento, dentre outras);
 - 2.3 - Histórico de condição e de intervenção nos pavimentos do aeródromo, juntamente com custo médio de serviços realizados nos últimos anos e referência às firmas que realizaram os mesmos;
 - 2.4 - Materiais de construção disponíveis na região; e
 - 2.5 - Referência a características sócio-econômicas e geopolíticas da região onde se localiza o aeródromo;

- 3- Visualizar, por meio de fotografias atualizadas, o estado de conservação dos pavimentos do aeródromo (pistas de pouso, rolamento e pátio); e
- 4- Propiciar pesquisas operacionais e impressões de relatórios.

1.5. Redução do Escopo

O Sistema desenvolvido não se destina a cadastrar uma gama muito extensa de informações como faz o Plano Aeroviário dos Estados, Ele destina-se apenas a abordar os pontos específicos de interesse operacional da COMARA e dos SERENG's 1 e 7 e bem como fornecer informações que auxiliem nas análises de investimentos realizadas pelo Comando da Aeronáutica e pela COMARA.

Quaisquer informações que não estiverem listadas nos requisitos não pertencem ao escopo deste trabalho de graduação.

1.6. Ordem de Apresentação

Este relatório foi dividido em oito capítulos. O primeiro capítulo destina-se a fazer uma introdução do trabalho, explanando o contexto atual em que se identificou o problema e a solução adotada.

O segundo capítulo faz um levantamento sobre a relevância da Amazônia para o Brasil e o mundo, e porque os aeroportos representam verdadeiros “corredores de desenvolvimento” para a nação, apresenta também os motivos de escolha do software utilizado como Sistema Gerenciador de Banco de Dados – SGBD.

O terceiro capítulo descreve o sistema existente e o quarto capítulo o sistema proposto. O quinto capítulo faz um estudo de caso, que corresponde a um protótipo do sistema para verificação e validação do banco de dados.

O sexto capítulo faz uma estimativa das tendências de utilização do sistema a curto, médio e longo prazo. Por fim, o sétimo capítulo tece conclusões finais e recomendações e o oitavo contém as referências bibliográficas.

II. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

2.1. Sobre a Amazônia

Desde o período colonial, potências estrangeiras têm demonstrado um grande interesse pela Amazônia brasileira. Tensões na região amazônica têm sido criadas ao longo dos anos, pela cobiça internacional sobre a sua impressionante riqueza. Além de possuir a maior reserva biológica do mundo, a região é dotada de ricos recursos naturais estratégicos, ainda que não totalmente avaliados. O ouro, cassiterita, diamantes, nióbio e urânio são exemplos de alguns recursos minerais abundantes na região.

Por esse motivo, aumentam cada vez mais os esforços de tentar submeter o Brasil ao sistema de “soberanias limitadas” impostas pela “Nova Ordem Mundial” anunciada pelos EUA. Questões como o ecologismo e a presumida preservação de culturas indígenas constituem aspectos cruciais dessa “Nova Ordem” para submeter extensas regiões do planeta, ricas em recursos naturais, a acordos extrajurisdicionais de propósitos duvidosos (EIR, 2001).

Sem dúvida, a grande guerra pelo domínio da Amazônia prestes a se realizar no século XXI não se dará no campo armado, mas sim no campo ideológico. De modo que só haverá duas maneiras de manter a soberania do Brasil sobre a região, uma sendo pela presença maciça dos brasileiros com o objetivo de promover um aumento substancial na densidade demográfica da Região Norte. A outra, tratando-se do próprio conhecimento estratégico que se deve possuir sobre a região.

Neste ínterim, sabe-se que o desenvolvimento e a integração adequada da Amazônia ao restante do país só poderão ocorrer por meio dos grandes empreendimentos de infra-estrutura, a exemplo do que fizeram e ainda fazem outros países com grande extensão territorial como a Rússia e a China.

2.2. Sobre os Aeroportos

O Plano Aeroviário dos Estados, desenvolvido pelo Instituto de Aviação Civil - IAC, realiza periodicamente um estudo sobre o desenvolvimento sócio-econômico dos municípios de cada Estado, cujo crescimento futuro esteja relacionado à implantação ou expansão dos serviços de transporte, em particular, o do segmento aéreo.

A escolha de localidades e dos aeroportos onde deverá operar uma aviação regular baseia-se num estudo de potencial de demanda para a aviação doméstica regional e na análise sócio-econômica, conforme as diretrizes prescritas pelo Programa Avança Brasil.

Deste modo, o Sistema Estadual de Aeroportos seleciona as unidades aeroportuárias que deverão atender ao tráfego aéreo previsto para cada Estado nos próximos vinte anos. As unidades selecionadas recebem prioridade nos investimentos adequando suas respectivas infra-estruturas às condições necessárias ao desenvolvimento da aviação regional e geral.

Os aeroportos são classificados pela função que desempenham no Sistema e pelo porte das aeronaves que podem operar em cada um deles gerando, portanto, as classes Internacional, Nacional, Regional, Local e a classe dos Aeroportos Complementares. Esta última, de fundamental interesse para os militares.

2.3. Sobre as Áreas de Funções dos Aeroportos de Interesse

Os aeroportos complementares são aqueles que não possuem demanda por transporte aéreo regular, mas desempenham a função de apoio a localidades de difícil acesso e a projetos de desenvolvimento. Estes constituem, em sua grande maioria, os aeroportos do interior da Amazônia, administrados pelos Comandos Aéreos Regionais em sua quase totalidade. Os investimentos destinados a esses aeródromos se justificam pela importância estratégica que os mesmos representam para a Nação, principalmente nas questões que dizem respeito à defesa do espaço aéreo brasileiro.

2.4. Sobre o Software Utilizado como Sistema Gerenciador de Banco de Dados

O INTERBASE da empresa BORLAND trata-se de um poderoso Sistema Gerenciador de Banco de Dados – SGBD, cliente/servidor relacional compatível com SQL-ANSI-92. Este software básico foi desenvolvido inicialmente por uma equipe de engenheiros da *Digital Equipment Corporation* – DEC, e projetado para operar independentemente de plataformas e de sistemas operacionais, podendo ser instalado nas plataformas Windows, Linux, Unix, Solaris, NetWare, e outros, de modo que o usuário não fica restrito a certos sistemas operacionais.

Ele consiste num sistema gerenciador que dispensa maiores estruturas dentro das organizações, utiliza pouco espaço em disco para sua instalação e pouca memória em situações normais de uso. Por isso a plataforma necessária para a sua instalação e utilização pode ser reduzida, o que diminui consideravelmente os custos de implantação de um projeto.

Além disso, o INTERBASE tem seu código aberto e distribuído gratuitamente pela Internet (*Open Source e Freeware*), de modo que as suas licenças de utilização e distribuição são completamente grátis. Dotado de simples instalação, este Sistema requer pouca manutenção, o que dispensa eventuais custos de contratação de profissionais especializados.

O Sistema conta ainda com suporte para *arrays* multidimensionais usados extensivamente em aplicações financeiras e científicas, possui também uma arquitetura *SuperServer* que aumenta a performance e otimiza o uso de recursos do sistema computacional. Isto faz com que ele se torne um robusto multi-servidor que pode ser compartilhado por um número muito grande de usuários. Estas características podem facilitar bastante futuras extensões do aplicativo, como a sua implantação em rede.

III. O SISTEMA EXISTENTE

3.1. A Disponibilidade de Informações

Sabe-se que características gerais como infra-estrutura da localidade, categoria, acessos, materiais de construção disponíveis na região e muitas outras informações são essenciais à análise econômica e estratégica que o COMAER realiza para direcionar os investimentos para seus aeródromos.

No entanto, estas informações ainda não estão organizadas de forma sistemática e facilmente disponíveis às autoridades competentes. Como mencionado inicialmente, a maior parte delas encontra-se fragmentada entre os Serviços Regionais de Engenharia e a COMARA.

3.2. Informações Provenientes dos Serviços Regionais de Engenharia

Mediante pesquisa feita nessas instituições, concluiu-se que muitas das informações armazenadas pelo SERENG I sobre a infra-estrutura dos aeródromos do COMAR I não vão muito além dos dados fornecidos pelo ROTAER.

Sabe-se hoje que há cerca de 59 aeródromos sob jurisdição do I COMAR e tal fato sobre a disponibilidade maior de informações dificulta a prestação de serviços para outros órgãos da Aeronáutica e até mesmo a manutenção dos serviços operacionais do SERENG I.

No VII COMAR há 39 aeródromos registrados, 199 irregulares, 71 homologados e 82 cancelados, totalizando 391 aeródromos sobre jurisdição deste Comando. Os dados são provenientes do SERENG VII e foram fornecidos em meio magnético. Estão atualmente organizados em documentos de texto e planilhas eletrônicas.

3.3. Informações Provenientes da Comissão de Aeroportos da Região Amazônica

Atualmente, a grande maioria das informações necessárias à política de desenvolvimento da infra-estrutura aeroportuária de cada localidade da Amazônia encontra-se armazenada na COMARA, principal responsável pela construção, ampliação e reforma dos aeródromos da região amazônica. Porém estes dados também estão armazenados em documentos de texto, o que torna árdua a busca de informações específicas sobre determinada localidade.

Mais ainda, nos arquivos da COMARA, estes aeródromos permanecem cadastrados apenas por Estado, não sendo informado o COMAR ao qual pertencem, nem o administrador local, dificultando qualquer pesquisa estratégica que envolva tais características, como por exemplo definir a ordem de prioridade para futuros investimentos.

Os registros orçamentários, de custo de obra e de materiais de construção disponíveis na localidade também se encontram armazenados em arquivos diferentes. Portanto fazer estimativas para construção de novos aeródromos baseadas nas informações de custo existente torna-se uma tarefa difícil e demorada.

Características locais essenciais para a logística de construção são fornecidas por equipes de topografia da própria COMARA durante investigações feitas *in loco* ou são obtidas através do Exército e da Marinha. Contudo, se estas informações não forem armazenadas adequadamente, corre-se o risco de os dados se perderem com o passar dos anos, uma vez que a obtenção dos mesmos é caracterizada por dificuldades intrínsecas a cada localidade.

3.4. As Necessidades Existentes Dentro das Organizações

Questões relacionadas à logística de transporte e ao próprio processo construtivo poderiam ser respondidas de forma mais prática se estas informações estivessem integradas em um sistema de banco de dados que pudesse disponibilizá-las de maneira sistemática. De modo que, pesquisas mais eficientes possam ser feitas com rapidez e possuir um certo grau de confiabilidade.

IV. O SISTEMA PROPOSTO

4.1. Introdução

Diante das necessidades apresentadas, a implementação de um sistema de banco de dados capaz de integrar as informações disponíveis de todos os aeródromos da região amazônica tornará o processo de consultas e obtenção das informações procuradas mais ágil e sistemática.

4.2.Contextualização

As maiores dificuldades encontradas quando se constrói na Amazônia são as pouquíssimas informações disponíveis sobre a localidade onde a organização deseja introduzir o empreendimento. Este desconhecimento pode ter conseqüências catastróficas e até mesmo inviabilizar a execução de um projeto.

Muitas empresas particulares de construção civil chegaram a perder suas licitações ou mesmo falir por apresentar projetos completamente incompatíveis com a realidade amazônica e pelo próprio desconhecimento da logística de transporte necessária para a construção na região.

São muitos e diversos os fatores geoclimáticos e sócio-econômicos necessários para a concepção de um projeto de aeroporto ou a sua implantação, chegando-se a conclusão de que nunca o engenheiro projetista ou o gerente de obra terão todos os dados ao seu dispor para confeccionar ou desenvolver um projeto completo.

Diante deste quadro, faz-se então a seguinte pergunta: Quais seriam então os campos imprescindíveis para o bom andamento destas atividades e que tipo de solução pode ser dada dentro das possibilidades e tempo de confecção deste trabalho?

Um trabalho de graduação (TG) do ITA é realizado no horizonte de um ano, de modo que o cumprimento total desta missão só será realizado mediante intervenções futuras no produto final deste TG.

4.3. A Solução Adotada

Diante de tudo o que foi exposto, optou-se por conceber o sistema como um modelo de banco de dados relacional e implementá-lo no INTERBASE, pelas facilidades que este software oferece.

Contudo a manipulação de dados no INTERBASE envolve conhecimentos de linguagem de programação SQL, o que tornaria necessária a contratação de um programador para operar o sistema. Por esse motivo também fará parte deste trabalho a confecção de uma interface gráfica amigável ao usuário para que o sistema possa ser manipulado por qualquer pessoa leiga nesta área.

A interface será construída em DELPHI através das ferramentas disponibilizadas pela BORLAND mediante convênio com o ITA.

4.4. Redução do Escopo

Depois de estruturado o problema, passa-se agora a questão mais importante e que definirá os limites deste trabalho de graduação: o que poderá ser feito utilizando os recursos disponíveis para a elaboração do mesmo.

Primeiramente, deve-se deixar claro os objetivos gerais para os quais o aplicativo foi concebido.

O Sistema proposto não se destina a fazer nenhuma análise do tipo mecanístico-empírica das condições atuais de pista, como fazem a maioria dos Sistemas de Gerência de Pavimentos - SGP de concessionárias de rodovias, os quais têm como objetivo fazer previsões sobre o estado de conservação dos pavimentos e assim traçar estratégias que escolham a melhor alocação de recursos e minimizem os custos de manutenção, auxiliando na tomada de decisões executivas.

Um sistema desta natureza requereria a manutenção de um conjunto muito grande de variáveis. Isto pode se tornar um problema quando aplicado a Amazônia, pois tais são suas dimensões e dificuldades de acesso a algumas localidades que a atualização periódica destes campos envolveria custos adicionais que poderiam inviabilizar a manutenção da base de dados.

O objetivo é apenas sistematizar a consulta de informações necessárias a logística de construção. O Sistema deverá ser capaz de armazenar, excluir e alterar estes dados, efetuar pesquisas sistemáticas e disponibilizá-las para impressão em forma de relatório. Por isso, quaisquer análises ou funções que estejam fora destes objetivos não farão parte deste trabalho.

4.5. Desenvolvimento do Sistema

4.5.1. A Escolha dos Campos

Diante das limitações inerentes à manutenção do sistema foi necessário restringir o número de campos a serem abordados. Esta não é uma tarefa simples e compete aos engenheiros envolvidos com a manutenção da infra-estrutura aeronáutica destes aeródromos avaliar quais informações são pertinentes e ao mesmo tempo suficientemente importantes para fazerem parte deste sistema de informação.

Para que estas decisões não se tornassem arbitrárias ou restringirem-se a um tratamento puramente acadêmico, foi feito um estudo do Plano Aeroviário dos Estados e do manual do Sistema de Gerência de Pavimentos feito pela DIRENG para a INFRAERO. Com base nestes estudos foi possível identificar as variáveis mais importantes e que mereciam compor a base de dados do sistema.

Primeiramente optou-se por não cadastrar os aeródromos irregulares e os não homologados, uma vez estes não possuem código ICAO – *International Civil Aviation Organization*, são de responsabilidade total do proprietário, e historicamente praticamente não há intervenções da COMARA nos mesmos.

Reuniu-se então o conjunto de campos escolhidos e os mesmos foram agrupados nas seguintes categorias:

1- Dados gerais do aeródromo:

Dizem respeito às características comuns a todos os aeródromos: código, nome da localidade, estado, coordenadas geográficas, temperatura de referência, tipo de operação no aeródromo.

2- Dados geométricos:

São dados referentes à geometria de pista, pátio e pista de rolamento, acessos locais e remotos e inclui-se também dados sobre a estrutura do pavimento que compõem todas as vias.

3- Histórico de intervenção:

Campos relacionados aos serviços executados nos aeródromos ao longo dos anos, inclui-se fundamentalmente o período de execução, custos e a firma que executou o serviço.

4- Histórico de condição:

Registro com descrição dos defeitos observados no aeródromo ao longo dos anos.

5- Materiais de construção disponíveis na região:

Características dos materiais locais que foram encontrados ou utilizados na construção dos aeródromos.

6- Características geopolíticas e sócio-econômicas da região:

Campos relacionados a população local e a região, se a localidade trata-se de uma fronteira brasileira, densidade demográfica, presença do exército.

4.5.1. Projeto Físico do Aplicativo

O sistema de banco de dados proposto é constituído por 12 tabelas com dados referentes a cada aeródromo cadastrado no COMAR 1 e COMAR 7. O primeiro campo é o Código ICAO do aeródromo (*cod_icao*^{*}), trata-se de uma sigla única estabelecida pela Organização da Aviação Civil Internacional que identifica de forma inequívoca os aeródromos do mundo inteiro.

A coluna *CK* que aparece em todas as tabelas e indicará se o campo é uma chave primária (*PK*) ou estrangeira (*FK*). Apresenta-se a seguir descrição física de cada tabela.

* Indica que o campo é um domínio, se sofrer alteração, os campos dependentes se atualizarão automaticamente.

1. Tabela de Dados Gerais

A Tabela de *Dados Gerais* (denominada *DADOS_GERAIS*) é responsável pelo armazenamento das características comuns a todo aeródromo, contendo a estrutura física mostrada na Tabela 1.

Tabela 1- Dados Gerais

CK	Nome do Campo	Tipo	Comprimento	Descrição
PK	cod_icao*	Varchar	4	Indica o código ICAO do aeródromo
	nom_aer	Varchar	50	Nome completo do aeródromo
	nom_loc	Varchar	30	Nome completo da localidade
	uf	Varchar	2	Sigla do Estado do aeródromo
	com	Integer	1	Número do Comar
	cat	Integer	1	Número da Categoria
	prd	Integer	1	Número da prioridade
	fot_aer	Blob		Foto do aeródromo
	temp	Decimal	2,1	Valor da temperatura local
	alt	Decimal	2,1	Altitude local
	sit_aer	Varchar	30	Situação do aeródromo
	lat	Varchar	13	Coordenadas de latitude
	lon	Varchar	13	Coordenadas de longitude
	end	Varchar	50	Nº, Rua, Bairro
	cep	Varchar	12	Cep
	tel_aer	Varchar	12	Telefone Local
	inf_aer	Blob		Outras Informações
	dat_aer	Date		Data da última atualização
	adm	Varchar	35	Nome do órgão administrador do aeródromo
	cod_alfa_num	Varchar	2	Código alfa-numérico do aeródromo

2. Tabela de Dados Geométricos

A Tabela de *Dados Geométricos* (denominada *DADOS_GEOM*) é responsável pelo armazenamento dos dados relacionados com o lado geométrico do aeródromo, contendo a estrutura física mostrada na Tabela 2.

Tabela 2 – Dados Geométricos

CK	Nome do Campo	Tipo	Comprimento	Descrição
FK	cod_icao*	Varchar	4	Indica o código ICAO do aeródromo
PK	num_pta	Integer		Número da pista, caso haja mais de uma
	num_cab	Varchar	5	Orientação das cabeceiras
	dim_pta	Varchar	20	Pista (Comp x Largura)
	dim_pto	Varchar	20	Pátio (Comp x Largura)
	dim_tax	Varchar	20	Táxi (Comp x Largura)
	pcn	Varchar	10	Resistência do Pavimento(PCN)
	tip_pta	Varchar	30	Tipo de revestimento da pista

3. Tabelas de Estruturas do Pavimento

Estas tabelas estão interligadas e armazenam dados referentes à estrutura dos pavimentos das pistas de pouso e decolagem, táxi e pátios.

Tabela 3 - Estrutura de Pistas (*PISTAS*)

CK	Nome do Campo	Tipo	Comprimento	Descrição
FK	cod_icao*	Varchar	4	Indica o código ICAO do aeródromo
FK	num_pta*	Integer		Número da pista, caso haja mais de uma
PK	num_cam	Integer		Número da camada
	nom_cam	Varchar	20	Nome da camada
	nom_mat	Varchar	20	Nome do material que compõe a camada
	esp_cam	Decimal	2,1	Espessura da camada
	Cbr	Decimal	2,1	Índice de Suporte Califórnia da camada

Tabela 4 - Estrutura de Pátios (*PATIOS*)

CK	Nome do Campo	Tipo	Comprimento	Descrição
FK	cod_icao*	Varchar	4	Indica o código ICAO do aeródromo
FK	num_pta*	Integer		Número da pista, caso haja mais de uma
PK	num_cam	Integer		Número da camada
	nom_cam	Varchar	20	Nome da camada
	nom_mat	Varchar	20	Nome do material que compõe a camada
	esp_cam	Decimal	2,1	Espessura da camada
	cbr	Decimal	2,1	Índice de Suporte Califórnia da camada

Tabela 5 - Estrutura de Táxis (*TAXIS*)

CK	Nome do Campo	Tipo	Comprimento	Descrição
FK	cod_icao*	Varchar	4	Indica o código ICAO do aeródromo
FK	num_pta*	Decimal	1	Número da pista, caso haja mais de uma
PK	num_cam	Decimal	2	Número da camada
	nom_cam	Varchar	20	Nome da camada
	nom_mat	Varchar	20	Nome do material que compõe a camada
	esp_cam	Decimal	2,1	Espessura da camada
	cbr	Decimal	2,1	Índice de Suporte Califórnia da camada

4. Tabela de Histórico de Intervenção/Custos

A tabela de *Histórico de Intervenção/Custos* (denominada *INTER_CUSTO*) é responsável pelo armazenamento de atividades relacionadas com a manutenção e outras obras de intervenção que por ventura sejam feitas no aeródromo, contém a descrição física mostrada na Tabela 6.

Tabela 6 – Histórico de Intervenção/Custos

CK	Nome do Campo	Tipo	Comprimento	Descrição
FK	cod_icao*	Varchar	4	Indica o código ICAO do aeródromo
	nom_aer	Varchar	50	Nome do aeródromo
PK	reg_ser	Integer		Contador do serviço realizado
	nom_emp	Varchar	50	Nome da empresa executora do serviço
	nom_ser	Varchar	50	Nome do serviço executado
	ini_prv	Date		Data de início previsto
	ini_efe	Date		Data de início efetivo
	com_prv	Date		Data de conclusão prevista
	con_efe	Date		Data de conclusão efetiva
	prz	Varchar		Prazo de execução do serviço
	val	Decimal	9,2	Valor contratual do serviço
	sit_obr	Varchar	25	Situação atual do serviço
	dec_obr	Blob		Descrição do serviço
	dat_atl	Date		Data da última atualização

5. Tabela de Histórico de Condição

A tabela de *Histórico de Condição* (denominada *COND*), armazena informações relacionadas aos possíveis problemas ou defeitos encontrados nos pavimentos que compõem pistas de pouso e decolagem, táxi e pátios do aeródromo, contém a estrutura física mostrada na Tabela 7.

Tabela 7 – Histórico de Condição

CK	Nome do Campo	Tipo	Comprimento	Descrição
FK	cod_icao*	Varchar	4	Indica o código ICAO do aeródromo
PK	reg_def	Integer		Contador do defeito
	nom_def	Varchar	30	Nome do defeito encontrado no pavimento
	dec_def	Blob		Descrição do defeito
	fot_def	Blob		Foto do defeito
	dat_vis	Date		Data da vistoria
	nom_vis	Varchar	35	Nome do órgão fiscalizador

6. Tabelas de Acesso ao Aeródromo

As tabelas 8, 9 e 10, a seguir, armazenam dados associados à logística de transporte e acessos ao aeródromo. Foram divididas em acessos por via terrestre, fluvial ou aérea.

Tabela 8 - Acesso terrestre (*TERRA*)

CK	Nome do Campo	Tipo	Comprimento	Descrição
FK	cod_icao*	Varchar	4	Indica o código ICAO do aeródromo
PK	reg_ter	Integer		Contador do acesso rodoviário
	nom_Cid	Varchar	45	Nome da cidade mais próxima por via rodoviária
	nom_rod	Varchar	30	Nome da estrada ou rodovia
	dte_aer	Decimal	2,1	Distância da cidade mais próxima ao aeródromo via rodovia

Tabela 9 - Acesso Fluvial (*FLUVIAL*)

CK	Nome do Campo	Tipo	Comprimento	Descrição
FK	cod_icao*	Varchar	4	Indica o código ICAO do aeródromo
PK	reg_flu	Integer		Contador do acesso marítimo
	nom_Cid	Varchar	45	Nome da cidade mais próxima via fluvial
	nom_rio	Varchar	30	Nome do rio
	per_rio	Varchar	45	Período trafegável
	dtc_aer	Decimal	2,1	Distância da cidade mais próxima via fluvial

Tabela 10 - Acesso Aéreo(*AEREO*)

CK	Nome do Campo	Tipo	Comprimento	Descrição
FK	cod_icao*	Varchar	4	Indica o código ICAO do aeródromo
PK	reg_aer	Integer		Contador do acesso aéreo
	nom_aer	Varchar	45	Nome do aeródromo mais próximo
	dtc_aer	Decimal	2,1	Distância do aeródromo mais próximo

7. Tabela de Materiais de Construção

A tabela de *Materiais de Construção*, denominada *MAT* e apresentada a seguir, é responsável pelo armazenamento de informações relacionados aos materiais de construção disponíveis na região do entorno do aeródromo e que poderão ser utilizados em outras intervenções no mesmo.

Tabela 11 – Materiais de Construção

CK	Nome do Campo	Tipo	Comprimento	Descrição
FK	cod_icao*	Varchar	4	Indica o código ICAO do aeródromo
PK	reg_mat	Integer		Contador de materiais
	nom_mat	Varchar	30	Nome do material
	loc_mat	Varchar	35	Local onde o material foi encontrado
	dte_aer	Decimal	2,1	Distância do local ao aeródromo
	dec_mat	Blob		Descrição do material

8. Tabela de Observações Gerais

A Tabela de *Observações Gerais* (denominada *OBS_GERAIS*) é responsável por armazenar as informações relacionadas com características geopolíticas e fatores sócio-econômicos da localidade onde se encontra o aeródromo, bem como se a área é de interesse da aeronáutica, exército ou marinha.

Tabela 12 – Observações Gerais

CK	Nome do Campo	Tipo	Comprimento	Descrição
FK/PK	cod_icao*	Varchar	4	Indica o código ICAO do aeródromo
	dec	Blob		Descrição das características geopolíticas e fatores sócio econômicos

4.5.2. Projeto Lógico do Aplicativo

Para implementar um Projeto de Sistema de Banco de Dados Relacional, deve-se utilizar a Linguagem de Quarta Geração 4GL - *4th Generation Language*, denominada Linguagem Estruturada de Consultas SQL - *Structured Query Language*

A SQL divide-se em 2 partes: a Linguagem de Definição ou Descrição de Dados DDL - *Data Description Language*, e a Linguagem de Manipulação de Dados DML - *Data Manipulation Language*.

Não será necessário que usuário do aplicativo conheça uma linha sequer desta linguagem, pois a interface gráfica se encarregará de fazer a comunicação com o INTERBASE e executar os comandos necessários para execução das diversas tarefas que o sistema se dispõe a fazer.

A seguir apresenta-se o Diagrama de Entidade-Relacionamento do sistema.

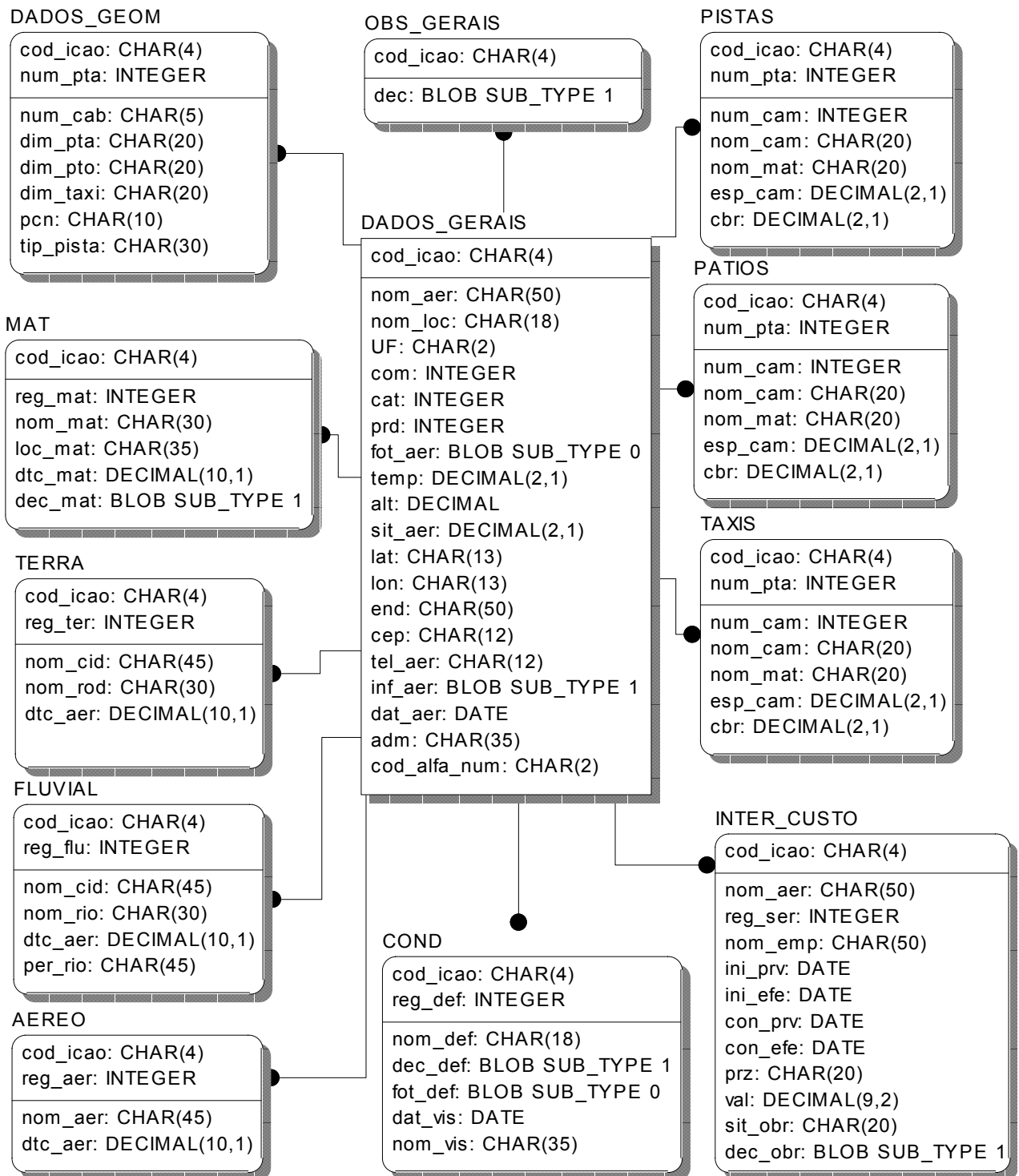


Figura 1 – Diagrama Entidade-Relacionamento do Sistema Proposto obtido com ERWIN 4.0.

As tabelas e seus relacionamentos podem ser gerados pelo seguinte código SQL:

```

CREATE TABLE AEREO (
    cod_icao      CHAR(4) NOT NULL,
    reg_aer      INTEGER NOT NULL,
    nom_aer      CHAR(50) NOT NULL,
    dtc_aer      CHAR(10)
);

ALTER TABLE AEREO
    ADD PRIMARY KEY (cod_icao, reg_aer);

CREATE TABLE COND (
    cod_icao      CHAR(4) NOT NULL,
    reg_def      INTEGER NOT NULL,
    nom_def      CHAR(45) NOT NULL,
    dec_def      BLOB SUB_TYPE 1,
    fot_def      BLOB SUB_TYPE 0,
    dat_vis      DATE,
    nom_vis      CHAR(40)
);

ALTER TABLE COND
    ADD PRIMARY KEY (cod_icao, reg_def);

CREATE TABLE DADOS_GEOM (
    cod_icao      CHAR(4) NOT NULL,
    num_pta      INTEGER NOT NULL,
    num_cab      CHAR(5),
    dim_pta      CHAR(20),
    dim_pto      CHAR(20),
    dim_taxi     CHAR(20),
    pcn          CHAR(12),
    tip_pista    CHAR(30)
);

ALTER TABLE DADOS_GEOM
    ADD PRIMARY KEY (cod_icao, num_pta);

CREATE TABLE DADOS_GERAIS (

```

```

cod_icao      CHAR(4) NOT NULL,
nom_aer      CHAR(50) NOT NULL,
nom_loc      CHAR(40) NOT NULL,
UF           CHAR(2) NOT NULL,
com          CHAR(6) NOT NULL,
cat          INTEGER NOT NULL,
prd          CHAR(12) NOT NULL,
fot_aer      BLOB SUB_TYPE 0,
temp         CHAR(5),
alt          CHAR(15),
sit_aer      CHAR(30),
lat          CHAR(13),
lon          CHAR(13),
ender        CHAR(50),
cep          CHAR(12),
tel_aer      CHAR(13),
inf_aer      BLOB SUB_TYPE 1,
dat_aer      DATE,
adm          CHAR(35) NOT NULL,
cod_alfa_num CHAR(2)
);

```

```

ALTER TABLE DADOS_GERAIS
ADD PRIMARY KEY (cod_icao);

```

```

CREATE TABLE FLUVIAL (
cod_icao      CHAR(4) NOT NULL,
reg_flu      INTEGER NOT NULL,
nom_cid      CHAR(45),
nom_rio      CHAR(30),
dte_aer      CHAR(10),
per_rio      CHAR(45)
);

```

```

ALTER TABLE FLUVIAL
ADD PRIMARY KEY (cod_icao, reg_flu);

```

```

CREATE TABLE INTER_CUSTO (
cod_icao      CHAR(4) NOT NULL,
reg_ser      INTEGER NOT NULL,
nom_aer      CHAR(50) NOT NULL,
nom_ser      CHAR(50) NOT NULL,

```

```

nom_emp      CHAR(50),
ini_prv      DATE,
ini_efe      DATE,
con_prv      DATE,
con_efe      DATE,
prz          CHAR(20),
val          CHAR(12),
sit_obr      CHAR(20),
dec_obr      BLOB SUB_TYPE 1,
dat_atl      DATE
);

```

```

ALTER TABLE INTER_CUSTO
  ADD PRIMARY KEY (cod_icao, reg_ser);

```

```

CREATE TABLE MAT (
  cod_icao      CHAR(4) NOT NULL,
  reg_mat      INTEGER NOT NULL,
  nom_mat      CHAR(40),
  loc_mat      CHAR(40),
  dtc_mat      CHAR(10),
  desc_mat     BLOB SUB_TYPE 1
);

```

```

ALTER TABLE MAT
  ADD PRIMARY KEY (cod_icao, reg_mat);

```

```

CREATE TABLE OBS_GERAIS (
  cod_icao      CHAR(4) NOT NULL,
  dec_geral    BLOB SUB_TYPE 1
);

```

```

ALTER TABLE OBS_GERAIS
  ADD PRIMARY KEY (cod_icao);

```

```

CREATE TABLE PATIOS (
  num_pta      INTEGER NOT NULL,
  cod_icao      CHAR(4) NOT NULL,
  reg_cam      INTEGER NOT NULL,
  num_cam      INTEGER,
  nom_cam      CHAR(20),
  nom_mat      CHAR(35),

```

```
    esp_cam      CHAR(6),
    cbr          DECIMAL(2,1)
);

ALTER TABLE PATIOS
    ADD PRIMARY KEY (num_pta, cod_icao, reg_cam);

CREATE TABLE PISTAS (
    num_pta      INTEGER NOT NULL,
    cod_icao      CHAR(4) NOT NULL,
    reg_cam      INTEGER NOT NULL,
    num_cam      INTEGER,
    nom_cam      CHAR(20),
    nom_mat      CHAR(35),
    esp_cam      CHAR(6),
    cbr          DECIMAL(2,1)
);

ALTER TABLE PISTAS
    ADD PRIMARY KEY (num_pta, cod_icao, reg_cam);

CREATE TABLE TAXIS (
    num_pta      INTEGER NOT NULL,
    cod_icao      CHAR(4) NOT NULL,
    reg_cam      INTEGER NOT NULL,
    num_cam      INTEGER,
    nom_cam      CHAR(20),
    nom_mat      CHAR(35),
    esp_cam      CHAR(6),
    cbr          DECIMAL(2,1)
);

ALTER TABLE TAXIS
    ADD PRIMARY KEY (num_pta, cod_icao, reg_cam);

CREATE TABLE TERRA (
    cod_icao      CHAR(4) NOT NULL,
    reg_ter      INTEGER NOT NULL,
    nom_cid      CHAR(45),
    nom_rod      CHAR(30),
    dtc_aer      CHAR(10)
);
```

```
ALTER TABLE TERRA
  ADD PRIMARY KEY (cod_icao, reg_ter);

ALTER TABLE AEREO
  ADD FOREIGN KEY (cod_icao)
    REFERENCES DADOS_GERAIS;

ALTER TABLE COND
  ADD FOREIGN KEY (cod_icao)
    REFERENCES DADOS_GERAIS;

ALTER TABLE DADOS_GEOM
  ADD FOREIGN KEY (cod_icao)
    REFERENCES DADOS_GERAIS;

ALTER TABLE FLUVIAL
  ADD FOREIGN KEY (cod_icao)
    REFERENCES DADOS_GERAIS;

ALTER TABLE INTER_CUSTO
  ADD FOREIGN KEY (cod_icao)
    REFERENCES DADOS_GERAIS;

ALTER TABLE MAT
  ADD FOREIGN KEY (cod_icao)
    REFERENCES DADOS_GERAIS;

ALTER TABLE OBS_GERAIS
  ADD FOREIGN KEY (cod_icao)
    REFERENCES DADOS_GERAIS;

ALTER TABLE PATIOS
  ADD FOREIGN KEY (cod_icao, num_pta)
    REFERENCES DADOS_GEOM;

ALTER TABLE PISTAS
  ADD FOREIGN KEY (cod_icao, num_pta)
    REFERENCES DADOS_GEOM;

ALTER TABLE TAXIS
  ADD FOREIGN KEY (cod_icao, num_pta)
```

```
REFERENCES DADOS_GEOM;
ALTER TABLE TERRA
  ADD FOREIGN KEY (cod_icao)
    REFERENCES DADOS_GERAIS;

ALTER TABLE DADOS_GEOM
  ADD CONSTRAINT pk_DADOS_GEOM_DADOS_GERAIS FOREIGN KEY (cod_icao)
    REFERENCES DADOS_GERAIS(cod_icao) ON UPDATE CASCADE,

  ADD CONSTRAINT fk_DADOS_GEOM_DADOS_GERAIS FOREIGN KEY (cod_icao)
    REFERENCES DADOS_GERAIS(cod_icao) ON DELETE CASCADE;

ALTER TABLE PISTAS
  ADD CONSTRAINT pk_PISTAS_DADOS_GEOM FOREIGN KEY (cod_icao, num_pta)
    REFERENCES DADOS_GEOM(cod_icao, num_pta) ON UPDATE CASCADE,

  ADD CONSTRAINT fk_PISTAS_DADOS_GEOM FOREIGN KEY (cod_icao, num_pta)
    REFERENCES DADOS_GEOM(cod_icao, num_pta) ON DELETE CASCADE;

ALTER TABLE PATIOS
  ADD CONSTRAINT pk_PATIOS_DADOS_GEOM FOREIGN KEY (cod_icao, num_pta)
    REFERENCES DADOS_GEOM(cod_icao, num_pta) ON UPDATE CASCADE,

  ADD CONSTRAINT fk_PATIOS_DADOS_GEOM FOREIGN KEY (cod_icao, num_pta)
    REFERENCES DADOS_GEOM(cod_icao, num_pta) ON DELETE CASCADE;

ALTER TABLE TAXIS
  ADD CONSTRAINT pk_TAXIS_DADOS_GEOM FOREIGN KEY (cod_icao, num_pta)
    REFERENCES DADOS_GEOM(cod_icao, num_pta) ON UPDATE CASCADE,

  ADD CONSTRAINT fk_TAXIS_DADOS_GEOM FOREIGN KEY (cod_icao, num_pta)
    REFERENCES DADOS_GEOM(cod_icao, num_pta) ON DELETE CASCADE;

ALTER TABLE INTER_CUSTO
  ADD CONSTRAINT pk_INTER_CUSTO_DADOS_GERAIS FOREIGN KEY (cod_icao)
    REFERENCES DADOS_GERAIS(cod_icao) ON UPDATE CASCADE,

  ADD CONSTRAINT fk_INTER_CUSTO_DADOS_GERAIS FOREIGN KEY (cod_icao)
    REFERENCES DADOS_GERAIS(cod_icao) ON DELETE CASCADE;

ALTER TABLE COND
  ADD CONSTRAINT pk_COND_DADOS_GERAIS FOREIGN KEY (cod_icao)
```



```
REFERENCES DADOS_GERAIS(cod_icao) ON UPDATE CASCADE,  
  
ADD CONSTRAINT fk_COND_DADOS_GERAIS FOREIGN KEY (cod_icao)  
REFERENCES DADOS_GERAIS(cod_icao) ON DELETE CASCADE;  
  
ALTER TABLE TERRA  
ADD CONSTRAINT pk_TERRA_DADOS_GERAIS FOREIGN KEY (cod_icao)  
REFERENCES DADOS_GERAIS(cod_icao) ON UPDATE CASCADE,  
  
ADD CONSTRAINT fk_TERRA_DADOS_GERAIS FOREIGN KEY (cod_icao)  
REFERENCES DADOS_GERAIS(cod_icao) ON DELETE CASCADE;  
  
ALTER TABLE FLUVIAL  
ADD CONSTRAINT pk_FLUVIAL_DADOS_GERAIS FOREIGN KEY (cod_icao)  
REFERENCES DADOS_GERAIS(cod_icao) ON UPDATE CASCADE,  
  
ADD CONSTRAINT fk_FLUVIAL_DADOS_GERAIS FOREIGN KEY (cod_icao)  
REFERENCES DADOS_GERAIS(cod_icao) ON DELETE CASCADE;  
  
ALTER TABLE AEREO  
ADD CONSTRAINT pk_AEREO_DADOS_GERAIS FOREIGN KEY (cod_icao)  
REFERENCES DADOS_GERAIS(cod_icao) ON UPDATE CASCADE,  
  
ADD CONSTRAINT fk_AEREO_DADOS_GERAIS FOREIGN KEY (cod_icao)  
REFERENCES DADOS_GERAIS(cod_icao) ON DELETE CASCADE;  
  
ALTER TABLE MAT  
ADD CONSTRAINT pk_MAT_DADOS_GERAIS FOREIGN KEY (cod_icao)  
REFERENCES DADOS_GERAIS(cod_icao) ON UPDATE CASCADE,  
  
ADD CONSTRAINT fk_MAT_DADOS_GERAIS FOREIGN KEY (cod_icao)  
REFERENCES DADOS_GERAIS(cod_icao) ON DELETE CASCADE;  
  
ALTER TABLE OBS_GERAIS  
ADD CONSTRAINT pk_OBS_GERAIS_DADOS_GERAIS FOREIGN KEY (cod_icao)  
REFERENCES DADOS_GERAIS(cod_icao) ON UPDATE CASCADE,  
  
ADD CONSTRAINT fk_OBS_GERAIS_DADOS_GERAIS FOREIGN KEY (cod_icao)  
REFERENCES DADOS_GERAIS(cod_icao) ON UPDATE CASCADE;  
  
CREATE GENERATOR GEN_PISTAS;  
CREATE GENERATOR GEN_PATIOS;
```

```
CREATE GENERATOR GEN_TAXIS;  
CREATE GENERATOR GEN_COND;  
CREATE GENERATOR GEN_INTER_CUSTO;  
CREATE GENERATOR GEN_AEREO;  
CREATE GENERATOR GEN_FLUVIAL;  
CREATE GENERATOR GEN_TERRA;  
CREATE GENERATOR GEN_MAT
```

O código acima foi implementado no INTERBASE gerando as tabelas que vão compor a base de dados do sistema, que a partir deste momento passou a ser denominada Sisgeram.gdb.

Quanto às pesquisas, existe uma série de consultas realizadas com muita frequência na COMARA, estas consultas serão implementadas no aplicativo por meio de rotinas internas após o mesmo ter sido alimentado com a base de dados inicial.

As pesquisas assim como os relatórios que poderão ser gerados a partir deste sistema serão apresentados no próximo capítulo, onde se fará uma descrição de telas da interface.

V. ESTUDO DE CASO

5.1. Protótipo para Teste e Validação do Sistema de Banco de Dados

Como mencionado nos capítulos anteriores, foi desenvolvida uma interface gráfica amigável ao usuário de modo que fosse desnecessário quaisquer conhecimentos de linguagem de programação SQL pelo operador do sistema.

A arquitetura da aplicação foi concebida de modo que o operador possa manipular a base de dados através de uma conexão do tipo IBX – *Interbase Express*, que já possui um conjunto de componentes especialmente desenvolvidos para dar acesso nativo ao sistema INTERBASE.

5.2. Sobre a Base de Dados

Diferentemente do que ocorre com outros sistemas como o dBase, FoxPro e Paradox, os objetos contidos no banco de dados do INTERBASE como tabelas, índices, domínios, etc., fazem parte de um único arquivo de extensão *.gdb* e não podem ser visualizados separadamente pelo *Windows Explorer*. A única maneira de enxergar estes objetos é através do IBConsole ou algum aplicativo desenvolvido para esta finalidade.

Uma vez concebida e gerada a estrutura da base de dados -Sisgeram.gdb, resta alimentá-la com informações reais sobre os aeródromos amazônicos. Estas informações são provenientes de diversas fontes, a maior parte delas foi gentilmente concedida pela própria COMARA e pelos Serviços Regionais de Engenharia do 1º e 2º COMAR.

5.3. Sobre a Interface

Toda a estrutura da interface gráfica foi desenvolvida em DELPHI, uma vez que este compilador traz consigo todos os componentes necessários à conexão IBX. Os códigos-fonte que geram a interface e que foram desenvolvidos no decorrer do ano de 2003, assim como a base de dados inicial do sistema, vão anexos a este trabalho em forma de meio magnético (*CD*) e serão entregues à biblioteca do ITA e à COMARA num único pacote que a partir deste momento ganha nome e passará a ser denominado **SISGERAM** – **SISTEMA GERENCIADOR DE AERÓDROMOS DA AMAZÔNIA**.

5.4. Descrição de Telas do Sistema

5.4.1. Janela Principal

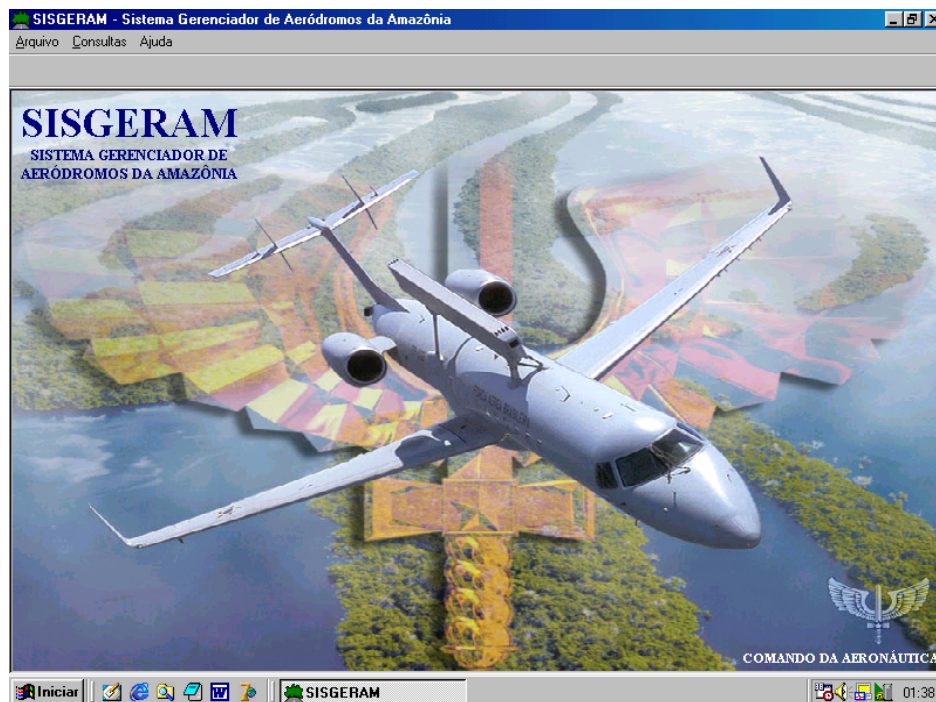
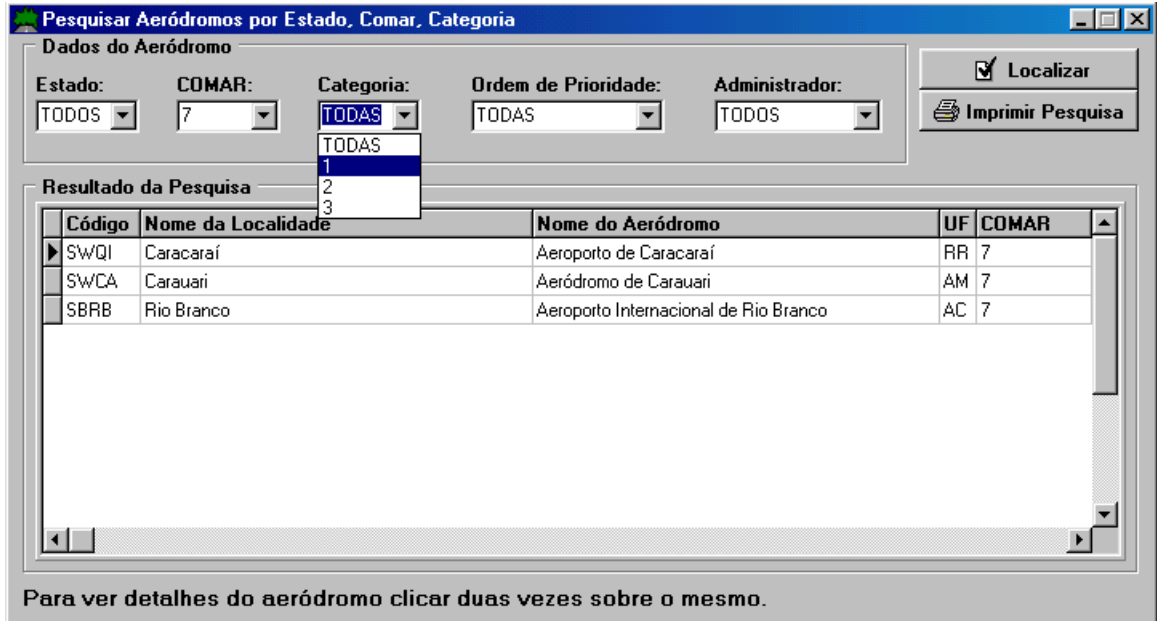


Figura 2 – Tela de Apresentação do Sistema

A manipulação do sistema é simples e intuitiva, como a de qualquer outro programa baseado no ambiente *Windows*. A janela principal é acompanhada de um menu onde se pode escolher entre fazer consultas ao banco de dados ou criar novos registros. A maior parte das

informações pertinentes a cada aeródromo encontra-se numa única janela: a de Detalhes do Aeródromo.

5.4.2. Pesquisa Orientada por Estado, Comar, Categoria, Ordem de Prioridade e Administrador do Aeródromo



Dados do Aeródromo

Estado: TODOS COMAR: 7 Categoria: TODAS Ordem de Prioridade: TODAS Administrador: TODOS

Localizar Imprimir Pesquisa

Resultado da Pesquisa

Código	Nome da Localidade	Nome do Aeródromo	UF	COMAR
SWQI	Caracarái	Aeroporto de Caracarái	RR	7
SWCA	Carauari	Aeródromo de Carauari	AM	7
SBRB	Rio Branco	Aeroporto Internacional de Rio Branco	AC	7

Para ver detalhes do aeródromo clicar duas vezes sobre o mesmo.

Figura 3 – Janela de Consulta a Aeródromos

Uma grande dificuldade encontrada na COMARA era cadastrar os aeródromos da Amazônia e organizá-los de forma inteligível para que as informações contidas nos mesmos fossem resgatadas com uma certa tranquilidade. Agora pode-se obter com relativa facilidade uma lista dos aeródromos dispondo-os através de seus dados mais comuns, porém essenciais para a tomada de decisões estratégicas.

A partir desta identificação é possível acessar qualquer um dos aeródromos listados e obter um conjunto de informações mais específicas dos mesmos.

5.4.3. Pesquisa de Serviços Orientada por Período de Execução

Dados do Serviço

Empresa executora: COMARA

Pesquisar serviços executados entre 16/01/75 e 13/12/03

Localizar

Imprimir Resultado

Resultado da Pesquisa

Código	Aeródromo	Empresa	Serviço
SWQI	Aeroporto de Caracaráí	COMARA	Levantamento topográfico
SWCA	Aeródromo de Carauari	COMARA	Levantamento topográfico, confecção de p
SWCA	Aeródromo de Carauari	COMARA	Recuperação da pista de pouso, pátio e pis
SBRB	Aeroporto Internacional de Rio Branco	COMARA	Recuperação da pista de pouso e pátio
SBRB	Aeroporto Internacional de Rio Branco	COMARA	Restauração do Hotel de Trânsito da FAB
SBRB	Aeroporto Internacional de Rio Branco	COMARA	Construção do acesso aos terminais de car
SBRB	Aeroporto Internacional de Rio Branco	COMARA	Recuperação da pista de pouso

Figura 4 – Janela de Consulta a Serviços Efetuados nos Aeródromos

Ao final de cada período de trabalho será possível obter uma listagem das atividades desenvolvidas nos aeródromos e verificar o andamento das mesmas de modo que seja possível traçar um quadro de desempenho dos serviços executados pela organização e assim atribuir um grau de eficiência às equipes responsáveis pela execução dos mesmos.

5.4.4. Tela de Dados Gerais do Aeródromo

Detalhes do Aeródromo

AEROPORTO DE CARACARAÍ

Dados Gerais | Dados Geométricos | Histórico de Intervenção | Histórico de Condição | Materiais de Construção Disponíveis

Novo Aeródromo | Alterar | Reverter | Gravar | Excluir Aeródromo | Imprimir Dados Gerais

Código: SW01 | UF: RR | COMAR: 7 | Categoria: DESCONH | Classe: 4D | Prioridade: 3

Nome do Aeródromo: Aeroporto de Caracaraí

Nome da Localidade: Caracaraí

Endereço do Aeródromo: BR-174

CEP: 83649-000 | Telefone Local: (95) 532-1402 | Situação do Aeródromo: HOMOLOGADO

Temperatura: 35°C | Altitude: 285m | Latitude: 001°49'59"N | Longitude: 061°08'02"W

Administrador: MUNICÍPIO | Data da Última Atualização: 09/10/03

Informações Gerais:
Pertencente à União.

Foto do Aeródromo:

Adicionar Foto do Aeródromo | Excluir Foto

Figura 5 – Tela de Exibição dos Dados Gerais do Aeródromo

A tela de exibição dos dados gerais do aeródromo exemplifica bem a versatilidade do sistema comparado a outras formas de armazenamento de dados, a facilidade com que as informações são exibidas e passíveis de serem convenientemente modificadas se necessário torna o SISGERAM uma alternativa bastante atraente quando se busca eficiência e simplicidade na descrição destas informações.

É importante ressaltar que nesta primeira etapa, a qual trata-se de uma fase e implantação do Sistema, qualquer pessoa poderá fazer modificações na base de dados, contudo, no capítulo de recomendações deste trabalho menciona-se a necessidade de inserir nas próximas versões um mecanismo de segurança, a fim de assegurar a confiabilidade dos registros.

5.4.5. Dados Geométricos do Aeródromo

Detalhes do Aeródromo
AERÓDROMO DE CARAUARI

Dados Gerais | **Dados Geométricos** | Histórico de Intervenção | Histórico de Condição | Materiais de Construção Disponíveis

Nova Pista | Alterar | Reverter | Gravar | Excluir Pista | Imprimir Dados Geométricos

Pista Anterior | Próxima Pista

Dimensões:

Código: SWCA | Nº de Pista: 1 | PCN: 12/F/C/Y/T | Tipo de Pista: SOLO NATURA

Dimensões da Pista de Pouso: 1200m x 25m | Cabeceiras: 04/22

Dimensões do Pátio: 80m x 40m

Dimensões da Pista de Rolamento: 30m x 20m

Estrutura do Pavimento:

Estrutura da Pista
 Estrutura do Pátio
 Estrutura do Rolamento

Exibir Seção Transversal

Acessos ao Aeródromo:

Via Terrestre
 Via Aérea
 Via Fluvial

Exibir Acesso

Lista de Pistas de Pouso, Pátio e Táxis do Aeródromo:

Nº da Pista	Dimensões da Pista	Cabeceiras	Dimensões do Pátio	Dimensões do Táxi	PCN da Pista	Tipo de Pista
1	1200m x 25m	04/22	80m x 40m	30m x 20m	12/F/C/Y/T	TSD

Figura 6 – Tela de Exibição dos Dados Geométricos do Aeródromo

Os campos abordados nesta janela dizem respeito à geometria do lado terra, como comprimentos de pista, dimensões do pátio, etc., essenciais para identificar as aeronaves capazes de operar no aeródromo. Contém também dados associados ao projeto dos pavimentos e aos acessos do aeródromo, o cadastramento destas informações auxiliará a COMARA no planejamento das próximas atividades que se realizarão no aeródromo, seja na logística de construção ou no planejamento do transporte de materiais, equipamentos ou pessoal.

Estrutura da Pista de Pouso e Decolagem

Código: SWEI **Nº da Pista:** 1

Nº: 1 **Nome da Camada:** Revestimento **Nome do Material:** CBUQ **Espessura:** **CBR:**

Nº	Nome da Camada	Material	Espessura	CBR
1	Revestimento	CBUQ		
2	Base	Solo-Cimento (8%)		
3	Sub-Base	Solo-Áreia		20
4	Subleito	Áterro compactado		4

MODELO DE SEÇÃO TRANSVERSAL

Revestimento
 Base
 Sub-Base
 Reforço do Subleito
 Subleito

Figura 7 – Tela de Estrutura do Pavimento de Pista

Acessos Via Aérea

Acesso Via Aérea

Nome do Aeródromo mais Próximo:
 Aeródromo de Feijó

Distância ao Aeródromo:
 175km

Lista dos Acessos

Nome do Aeródromo mais próximo	Distância ao Aeródromo
Aeródromo de Feijó	175km
Aeródromo de Tarauacá	190km
Aeródromo de Cruzeiro do Sul	315km

Figura 8 – Tela de Acessos ao Aeródromo

5.4.6. Histórico de Intervenção

Dados do Serviço Executado

Código: SWQI

Nome do Aeródromo: Aeroporto de Caracaraí

Nome do Serviço Executado: Ampliação da Pista de Pouso

Nome da Empresa Prestadora: COMARA

Início Previsto: 01/01/98 **Início Efetivo:** 01/03/98 **Conclusão Prevista:** 30/05/03

Conclusão Efetiva: **Prazo Contratual:** 63 meses

Valor do Serviço: R\$ 21.899.014,71 **Situação da Obra:** EM ANDAMENTO

Data da Última Atualização: 25/01/01

Descrição do Serviço:

Ampliação da pista de pouso para 2500m x 30m
 Taxí: 210m x 18m
 Pátio: 150m x 105m

Após revisão do orçamento em maio de 2001, o preço contratual passou a ser de R\$ 17.519.442,08.

Lista de Serviços Executados no Aeródromo:

Serviço	Empresa	Início Efetivo	Situação
Levantamento topográfico	COMARA	10/03/76	CONCLUÍDA
Ampliação da Pista de Pouso	COMARA	01/03/98	EM ANDAMENTO

Figura 9 – Tela de Histórico de Intervenção

Nesta janela é possível armazenar dados relativos aos serviços executados no aeródromo ao longo dos anos, com isto pode-se ter uma boa noção das intervenções que foram feitas e até mesmo do tipo de problemas que o aeródromo vem apresentando nos últimos anos.

A informação do valor do serviço, assim como o tempo real que o mesmo levou para ser executado darão base para se fazer conjecturas, fazendo com que as estimativas de custo e de prazo de execução fiquem cada vez mais próximas do valor real e dentro da realidade do aeródromo, pois o fator localidade é preponderante nestes casos.

5.4.7. Histórico de Condição

Detalhes do Aeródromo

AERÓDROMO DE CARAUARI

Dados Gerais Dados Geométricos Histórico de Intervenção **Histórico de Condição** Materiais de Construção Disponíveis

Novo Defeito Alterar Reverter Gravar Excluir Defeito Imprimir Defeitos

Defeito Anterior Próximo Defeito

Dados da Condição do Aeródromo


Código: SWCA

Nome do Defeito Observado: Trincas na pista Data da Vistoria: 18/01/02

Vistoriado por: SERENG 7

Descrição: Foram detectadas trincas que se alastram por todo o pavimento da pista de pouso.

Foto do Defeito:



Adicionar Foto do Defeito Excluir Foto

Lista de Defeitos Observados no Aeródromo

Nome do Defeito	Data da Vistoria	Vistoriado por:
▶ Trincas na pista	18/01/02	SERENG 7
Remendos no pátio	18/01/02	SERENG 7

Figura 10 – Tela de Histórico de Condição

Esta janela mostra de forma insofismável a utilidade do SISGERAM em demonstrar de forma simples e inequívoca o estado de conservação dos aeródromos amazônicos e mais ainda, através deste histórico de condição, pode-se fazer conjecturas sobre os possíveis problemas que o aeródromo poderá apresentar nos próximos anos e portanto auxiliar nas decisões quanto à melhor solução a ser adotada para corrigir estes problemas.

5.4.8. Materiais de Construção Disponíveis

Detalhes do Aeródromo

AEROPORTO DE CARACARAÍ

Dados Geométricos | Histórico de Intervenção | Histórico de Condição | **Materiais de Construção Disponíveis** | Observação

Novo Material | Alterar | Reverter | Gravar | Excluir Material | Imprimir Materiais

Material Anterior | Próximo Material

Dados do Material Disponível

Código:
SWQI

Nome do Material:
Jazidas de Solo Laterítico

Localização em Relação ao Aeródromo:
Piçarreira do Jurandir

Distância do Material ao Aeródromo:
18Km

Descrição do Material:
Solo Laterítico concrecionado amarelo avermelhado de excelente qualidade, usado como material de sub-base.

Lista de Materiais Disponíveis na Região

Nome do Material	Localização	Distância do Material ao Aeródromo
Jazidas de Solo Laterítico	Piçarreira do Jurandir	18Km
Jazida de rocha sã	Pedreira de Caracará	12Km

Figura 11 – Tela de Materiais de Construção Disponíveis

Muitas vezes ao encerrar uma obra e pela falta de um armazenamento adequado dos dados referentes aos materiais de construção disponíveis na região, estas informações eram muitas vezes perdidas, tornando extremamente difícil planejar ampliações futuras ou mesmo intervenções, pois recaía-se no problema do desconhecimento.

5.4.9. Observações Gerais

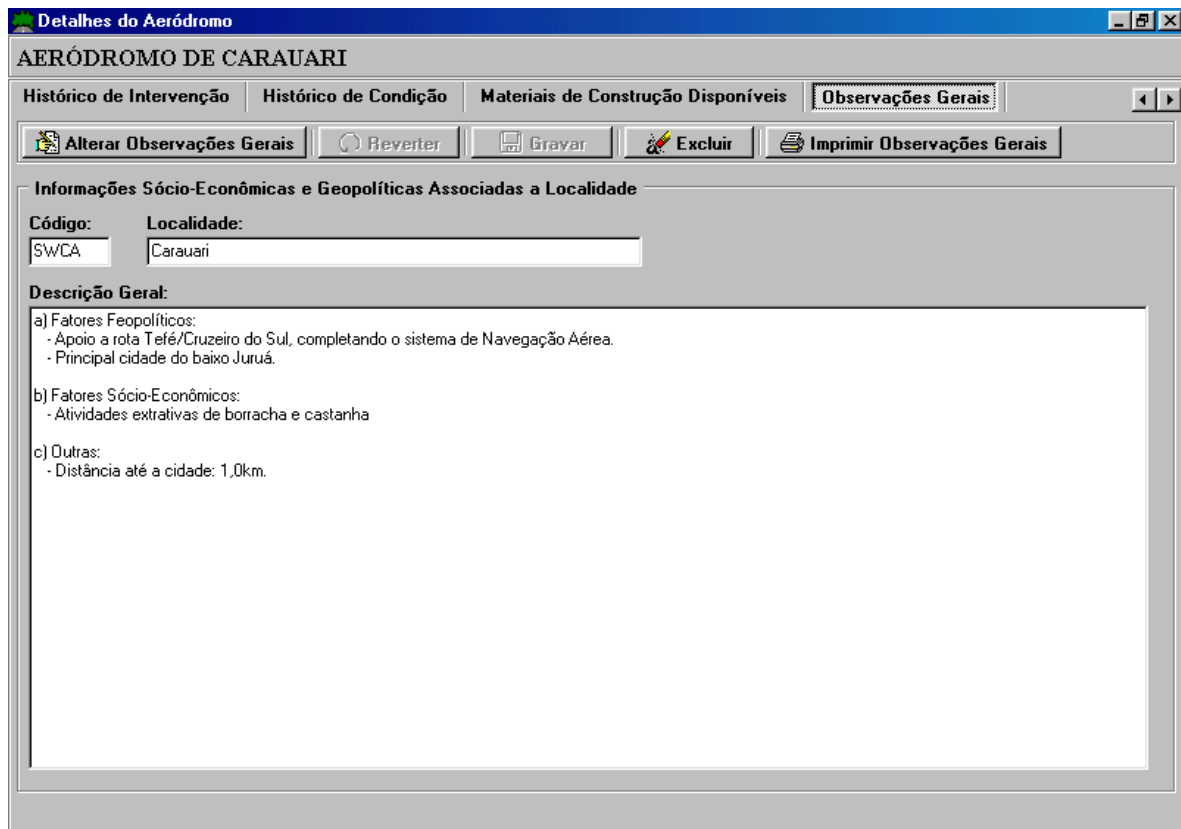



Figura 12 – Tela de Observações Gerais do Aeródromo

Esta janela contém informações relacionadas a aspectos sócio-econômicos e fatores geopolíticos associadas à localidade onde está implantado o aeródromo, muitas vezes situado em fronteiras com outros países. Estes aspectos são essenciais para manutenção da soberania brasileira sobre a região.

5.4.10. Relatórios

Cada uma das telas anteriores poderá ter seus campos impressos através da geração de relatórios. Cada um deles semelhante ao mostrado na Figura 13.

The screenshot shows a 'Print Preview' window with a toolbar at the top containing icons for back, forward, print, and close. The main content area displays the following information:


SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
COMISSÃO DE AEROPORTOS DA REGIÃO AMAZÔNICA
Dados de Geometria de Pista e Estrutura de Pavimento

Código: SWEI **Cidade:** Eirunepé
Nome do Aeródromo: Aeroporto de Eirunepé
Nº da Pista: 1 **Cabeceiras:** 16/34 **Tipo de Pista:** CBUQ

ESTRUTURA DA PISTA

Dimensões da Pista de Pouso e Decolagem: 2300m x 45m **PCN:** 30/F/C/33/U

Nº Camada	Nome da Camada	Material	Espessura	CBR
1	Revestimento	CBUQ		
2	Base	Solo-Cimento (8%)		
3	Sub-Base	Solo-Areia		20
4	Subleito	Aterro compactado		4

0% Page 1 of 1

Figura 13 – Exemplo de Relatório Gerado pelo Sistema

VI. TENDÊNCIAS ATUAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

6.1. Tendências Atuais

Foi pesquisado e levantado o Sistema de Informações existente na COMARA e nos SERENG's 1 e 7, constatando-se que a inexistência de uma cultura de manutenção de informações eficiente leva o Sistema atual à desatualização e conseqüentemente à perda de confiabilidade dos dados existentes.

Além disso, os registros permanecerão fragmentados entre estas Instituições, dificultando a troca mútua de informações entre as Unidades.

6.2. Perspectivas de Utilização do Aplicativo para os Próximos 2 Anos.

Uma vez comprovado que a implantação deste sistema trará grandes benefícios para a COMARA, seja do ponto de vista da gestão administrativa, do planejamento ou mesmo do âmbito de suas atividades operacionais, o SISGERAM representará sem dúvida um passo a mais que esta organização dará na área de tecnologia de informação.

Contudo, todo programa computacional, por mais depurado que seja, pode conter erros em sua lógica de programação e somente o uso intensivo do mesmo permitirá que tais erros sejam descobertos e corrigidos através de modificações convenientes em seu código fonte.

É possível à medida que a sua utilização se torne rotineira, percebe-se que alguns dos campos escolhidos em primeira instância não possuam uma utilização muito significativa, enquanto outros necessitarão ser cada vez mais detalhados, o que obrigará obviamente a criação de novos campos, novos tipos de consulta e geração de novos tipos de relatórios.

É esperado também que haja a necessidade de incorporar a ele funções de importação de dados para que as informações armazenadas no mesmo possam ser resgatadas com menor esforço possível do operador e direcionadas para outras aplicações como documentos de texto e planilhas eletrônicas.

A partir do momento em que as intervenções no protótipo do SISGERAM tenham corrigido eventuais erros e finalmente transformado o aplicativo num sistema mais robusto e generalista, capaz de armazenar amplamente as mais variadas informações, tão necessárias ao

desenvolvimento da infra-estrutura aeronáutica na Região Amazônica, estará em tempo de disseminar seu uso e fazer a implantação do mesmo nos Serviços Regionais de Engenharia, a começar pelos SERENG's 1 e 7.

6.2. Perspectivas de Utilização do Aplicativo para os Próximos 5 Anos.

Depois de desenvolvida a cultura de utilização do SISGERAM na COMARA e nos SERENG's 1 e 7, chegará o momento de fazer a integração de todas estas bases de dados através da implantação do sistema em rede para que as informações possam ser acessadas com segurança via Intranet.

Isto poderá ser realizado com certa facilidade, uma vez que o SGBD escolhido possui uma arquitetura que se aplica muito facilmente à configuração de sistema multi-usuário. Uma unidade poderá ser escolhida inteligentemente para receber e promover a manutenção do servidor (BI) que manterá armazenada fisicamente a base de dados e o disponibilizará para o restante do Brasil.

É importante ressaltar que se tratam de informações valiosas, algumas até mesmo importantes do ponto de vista estratégico do Estado, essenciais para manutenção da soberania nacional, merecendo por isso certo grau de sigilo. Portanto, torna-se necessário desenvolver conjuntamente algum dispositivo de segurança a base de senha ou criptografado, para que alguns campos sejam restritos ou só possam ser consultados e modificados por usuários autorizados.

VII. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1. Conclusões Gerais

Este trabalho de graduação foi concebido através da parceria entre o ITA e a COMARA, com o objetivo de dar uma parcela de contribuição para o desenvolvimento da região Norte do Brasil através do aperfeiçoamento da infra-estrutura aeronáutica na região Amazônica.

O Problema endereçado consistiu em dotar as Instituições responsáveis pela construção e conservação dos aeródromos da Amazônia de uma sistemática de gerenciamento de informações apropriada.

A Solução escolhida e elaborada com sucesso foi a de desenvolver um Sistema Gerenciador de Informações para a Comissão de Aeroportos da Região Amazônica – COMARA e os Serviços Regionais de Engenharia – SERENG’s 1 e 7, visando aumentar suas eficiências e reduzir os seus desperdícios de recursos envolvidos.

Para isso, foi pesquisado o Sistema de Informação Existente e constatado que ele é ineficiente, oneroso e de difícil manutenção para as Instituições envolvidas. Um Protótipo do Sistema Gerenciador de Aeródromos da Amazônia – SISGERAM foi desenvolvido e implementado com sucesso para o cadastramento das 10 obras aeroviárias mais recentes da COMARA, atendendo a requisitos previamente especificados por representantes da COMARA e dos SERENG’s.

Apesar da aparente distância existente entre a Engenharia de Computação e a Engenharia Civil, este trabalho é uma comprovação bastante realista de que a formação generalista que o curso de engenharia do ITA propicia a seus alunos permite que os mesmos possam transitar entre uma área e outra, desenvolvendo serviços e produtos com profissionalismo e competência.

7.2. Conclusões Específicas

A eficiência operacional de uma organização é obtida através do bom andamento de uma série de processos: planejamentos realistas, boa gestão de recursos financeiros, técnicos, etc.

Entretanto, por mais bem equipada que seja a organização do ponto de vista tecnológico, nenhum destes recursos será suficiente para o sucesso se não houver comprometimento dos profissionais envolvidos com estas atividades. Em outras palavras, só valerá a pena implantar um sistema de informação como o que é proposto neste trabalho se houver uma conscientização em todos níveis da organização.

O Sistema ganhará cada vez mais importância à medida que a base de dados aumentar em volume de informações e for constantemente atualizada, a fim de que a mesma possua um conjunto de dados o mais próximo quanto possível da realidade no campo, de modo que seja mantida a confiabilidade destes registros.

O ideal será atribuir a responsabilidade pela manutenção da base de dados do Sistema a um ou mais funcionários envolvidos na subdivisão de engenharia ou no departamento de planejamento das organizações onde o mesmo estiver implantado.

O autor deste TG acredita que o aperfeiçoamento e a utilização do Protótipo do SISGERAM contribuirá não só com a informatização gradual das atividades das Instituições envolvidas, como também proporcionará um aumento da soberania nacional na região.

7.3. Recomendações

O autor deste TG recomenda que:

- Seja estimulada a utilização do Protótipo do SISGERAM nas Unidades envolvidas;
- Sejam realizadas manutenções periódicas na Base de Dados do Sistema; e
- Sejam realizados aperfeiçoamentos no Protótipo do SISGERAM, transformando-o num Projeto de Sistema de Banco de Dados Orientado a Objetos distribuído na Intraer, a rede interna de computadores do Comando da Aeronáutica.

7.3.1. Sobre a Manutenção do Sistema

A manutenção do sistema é bastante simples, uma vez que o *INTERBASE*, diferentemente de outros SGBD's, armazena a massa de dados num único arquivo, que nesta aplicação é denominado *Sisgeram.gdb*, como foi mencionado anteriormente, trata-se da base de dados inicial do sistema e que deverá ser alimentada com mais informações. Portanto será suficiente o armazenamento deste arquivo em meio magnético.

Estes arquivos de backup's devem ser gravados periodicamente por motivo de segurança, a fim de promover a manutenção da base de dados do sistema e evitar perda de informações. A estimativa inicial deste trabalho é de uma cópia semestral da base de dados, pois neste período encerram-se uma razoável quantidade de serviços e vistorias efetuadas nos aeródromos da Amazônia.

Os testes realizados no ITA indicaram que o Sistema pode ser instalado em qualquer computador utilizando o sistema operacional *Windows 98* ou versão superior. A atualização da base de dados pode ser realizada simplesmente substituindo-se a base de dados inicial, que vem com a instalação do Sistema, por uma mais atualizada, previamente armazenada em meio magnético.

7.3.2. Sobre Intervenções no Sistema

O código fonte do programa assim como o seu executável serão enviados para a COMARA, juntamente com cópia deste relatório. Como explicado no capítulo 4, o protótipo desenvolvido neste trabalho não tem o objetivo de ser completo, sendo passível de limitações ou até mesmo conter erros em sua estrutura.

Entretanto, as modificações que se fizerem necessárias para atualizar o aplicativo deverão ser realizadas mediante intervenções em seu código fonte, o que necessitaria da plataforma *DELPHI*. Como o programa foi desenvolvido num Trabalho de Graduação com fins puramente acadêmicos, qualquer modificação ou atualização do mesmo deverá ficar sob responsabilidades do administrador deste Sistema.

Caso o aplicativo venha a ser modificado para atender cada vez mais as necessidades da organização, a mesma deverá entrar em contato com um distribuidor da *BORLAND* e adquirir licença das plataformas necessárias para realizar essas modificações.

Recomenda-se que as extensões deste aplicativo sejam desenvolvidas de preferência por técnicos da área de computação envolvidos com a tecnologia de informação e ao mesmo tempo orientados por profissionais da área de infra-estrutura aeronáutica.

VIII.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FUNDAÇÃO CASIMIRO MONTENEGRO, **Sistema de Gerência de Pavimentos** - Manual do Sistema.

INSTITUTO DE AVIAÇÃO CIVIL, **Plano Aeroviário do Estado de Rondônia.**

Franco, F. C. de P. **Projeto Geométrico de Aeroportos**, DIRENG, 2001.

Comissão de Aeroportos da Região Amazônica – COMARA. **Relatório Anual de Aeródromos Construídos e/ou Recuperados**, 2001.

Serviço Regional de Engenharia – SERENG VII, **Aeródromos do VII COMAR.**

Cunha, A. M. da. **Notas de Aula**, Curso de Graduação e Pós-Graduação do ITA, CES-30 Técnicas de Banco de Dados – BD e CE-240 Projeto de Sistema de BD, 2003.

Oliviero C. A. J. **Sistema Comercial Integrado com Delphi 7** – Cadastro e Estoque, 1ª Edição, Ed. Érica Ltda, 2003, 566p.

Executive Intelligence Review. **Máfia Verde**, 3ª Edição, Rio de Janeiro, EIR, 2001, 299p.

Rodrigues A. H. **Apostila de Interbase 6.0**. Disponível em:
<<http://www.guiadodelphi.com.br/ler.php>>. Acesso em: junho de 2003.

Programas utilizados:

ERWIN 4.0 da Computer Associates International

DELPHI 7.0 da BORLAND

INTERBASE 6.0 da BORLAND

APÊNDICE

INSTRUÇÕES PARA UTILIZAÇÃO

SISGERAM – SISTEMA GERENCIADOR DE AERÓDROMOS DA AMAZÔNIA

Versão 1.0

© 2003 Asp. Of. Ricardo Miranda Cordovil

Este protótipo foi desenvolvido como Trabalho de Graduação do curso de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica do ITA com fins puramente acadêmicos.

Concebido com objetivo de cadastrar informações sobre os aeródromos da Região Amazônica, o protótipo deverá entrar em fase de testes durante o ano de 2004 na COMARA – Comissão de Aeroportos da Região Amazônica, organização militar subordinada ao 1º COMAR.

O Sistema foi idealizado para se tornar um poderoso Sistema Gerenciador de banco de Dados Objeto-Relacional e tem planos futuros de ser integrado aos Serviços Regionais de Engenharia – SERENG's e a COMARA. Possivelmente esta integração deverá acontecer via Intraer, a rede interna do Comando da Aeronáutica.

Organização deste documento

Este documento está organizado nos seguintes tópicos:

1. Introdução
2. Descrição dos Menus
 - 2.1 Menu Principal do Sistema
 - 2.2 Pesquisa Orientada por Estado, Comar, Categoria, Prioridade e Administrador
 - 2.3 Pesquisa de Serviços Orientada por Período de Execução
 - 2.4 Dados Gerais do Aeródromo
 - 2.5 Dados Geométricos
 - 2.6 Estrutura de Pista de Pouso e Decolagem
 - 2.7 Acessos Via Aérea
 - 2.8 Histórico de Intervenção
 - 2.9 Histórico de Condição
 - 2.10 Materiais de Construção Disponíveis
 - 2.11 Observações Gerais
 - 2.12 Relatórios
3. Referências Bibliográficas
4. Sobre o Autor

Introdução

As características principais do Sistema são:

1. É dotado de interface que proporcione o máximo de simplicidade ao usuário para armazenar, alterar e excluir registros.
2. Em todas as janelas estas operações básicas podem ser feitas através dos seguintes botões:



Novo – Adiciona um novo registro;



Alterar – Permite alteração dos dados que estão visíveis na tela;



Reverter – Reverte alterações feitas nos registros, a reversão só se efetivará caso o botão **Gravar** não tenha sido acionado;



Gravar – Grava novos registros ou alterações feitas no banco de dados, depois de acionado, não é mais possível reverter os dados;



Excluir – Exclui registros exibidos na tela, uma mensagem de advertência é exibida toda vez que este botão é acionado;



Imprimir – Imprime os dados disponíveis no banco de dados, inicialmente não há a opção de imprimir as figuras vistas na tela;



Próximo – Exibe o próximo registro;





Anterior – Exibe o registro anterior.

O programa foi feito para operar sob o sistema operacional Windows 98 ou versões superiores e foi testado num micro Pentium 2, 400 Mhz com 128 Mb de memória RAM (modo gráfico 600x800 com 256 cores). Não há, no momento, informações sobre o equipamento mínimo necessário para que o programa funcione adequadamente.

As cores dos menus variam conforme a configuração do micro em que o programa é executado.

2. Descrição dos Menus

2.1 Menu Principal do Sistema

Ao dar um duplo clique sobre o ícone  o *SISGERAM* acionará automaticamente o *IBGUARD* , componente responsável por abrir a conexão que ligará a interface do *SISGERAM* ao *INTERBASE* carregando em seguida a base de dados *Sisgeram.gdb*. **O *IBGUARD* não deverá ser fechado enquanto o *SISGERAM* estiver aberto**, pois isso encerra a conexão da interface com o banco de dados.

As operações de inclusão, alteração e exclusão de registros são efetuadas através de componentes que executam sub-rotinas internas, não sendo necessário ao usuário escrever uma linha sequer da linguagem de programação *SQL*, entretanto quaisquer destas operações podem ser efetuadas via *INTERBASE*, bastando para isso conhecer o projeto lógico e físico do sistema.

O menu principal oferece as opções de criar um novo registro de aeródromo, sair do programa, efetuar dois tipos de consultas e obter ajuda do Sistema.

2.2 Pesquisa Orientada por Estado, Comar, Categoria de Vôo, Ordem de Prioridade e Administrador do Aeródromo

A pesquisa é feita de forma bastante simples, pode-se escolher a unidade federal em **Estado**, o número do Comando Aéreo Regional em **COMAR** (existem 7 em todo o Brasil), a categoria de vôo em **Categoria**, que se trata do tipo de operação no aeródromo:

- **VFR** (*Visual Flight Rules*) para vôo visual;
- **IFR** (*Instrumental Flight Rules*) para vôo por instrumentos, neste caso, dependendo do tipo de equipamento **ILS** (*Instrumental Landing System*), o vôo por instrumentos assume as categorias 1,2 e 3.

A **Ordem de Prioridade** é definida pelo Estado Maior da Aeronáutica, de acordo com a importância estratégica do aeródromo para a soberania do Brasil. Trata-se de uma informação sigilosa e não deverá em outras versões estar disponível em rede para qualquer usuário, havendo necessidades de impor determinados níveis de segurança quando o Sisgeram for implantado em rede.

O administrador do aeródromo pode ser a INFRAERO, o Estado, o Município ou até particular. No caso de aeródromos homologados e registrados até os particulares possuem código ICAO, único para cada aeródromo no mundo inteiro.

Terminada a escolha dos campos, ao clicar no botão **Localizar**, é exibida a lista de aeródromos disponível na base de dados. Caso não exista nenhum aeródromo com as características listadas, a grade de resposta exibirá um conteúdo vazio.

A lista de aeródromos exibida pode ser impressa em forma de relatório através do botão **Imprimir Pesquisa**.

Se for feita alguma mudança nos campos, ou se um novo aeródromo for criado, o botão **Localizar** deve ser acionado para atualizar a pesquisa.

Para exibir informações mais específicas sobre um aeródromo, basta dar um duplo clique em qualquer campo do aeródromo exibido na grade de pesquisa.

2.3 Pesquisa de Serviços Orientada por Período de Execução

Semelhante a pesquisa mostrada anteriormente, os campos que devem ser preenchidos são a **Empresa executora**, que pode ser a COMARA ou a INFRAERO ou alguma outra firma que tenha prestado serviços ao aeródromo.

As datas a serem preenchidas representam o início previsto do serviço, desta forma pesquisam-se todos os serviços iniciados no período, mas não necessariamente completados.

O botão **Localizar** exibirá na grade a lista de serviços cadastrados no Sisgeram, do mesmo modo, os dados exibidos podem ser disponibilizados para a impressão em forma de relatório através do botão **Imprimir Resultado**.

2.4 Dados Gerais do Aeródromo

Para alterar os **Dados Gerais** do aeródromo, deve-se clicar no botão **Alterar**. Será disponibilizada também a opção de **Adicionar Foto do Aeródromo**, por enquanto as imagens só podem ser adicionados ao banco de dados em formato bitmap, no entanto, as próximas versões deverão suportar formatos jpeg, muito menores em termos de memória.

O campo **Código** que aparece nesta tela, na realidade refere-se ao código ICAO – *International Civil Aviation Administration*, único para cada aeródromo do mundo inteiro, no entanto para isso, o aeródromo precisa estar registrado e homologado.

2.5 Dados Geométricos

Os **Dados Geométricos** do aeródromo devem ser preenchidos atribuindo-se uma numeração para cada pista (**Nº de Pista**), se houver apenas uma pista, haverá apenas um registro. No caso de mais de um registro pode-se navegar entre uma pista e outra através dos botões **Pista Anterior** e **Próxima Pista**.

O campo **PCN** trata-se de uma medida de resistência. Por exemplo:

PCN = 53/F/B/X/T

53 – Capacidade de suporte da pista, corresponde ao máximo peso operacional da aeronave, 53 tf;

F – Tipo de pavimento, pode ser flexível (F) ou rígido (R);

B – Categoria do solo de subleito: A, B, C ou D;

X – Campo que indica se é necessário impor ou não restrição aos pneus: W, X, Y, Z;

T – Indica se houve avaliação técnica (T) ou se a avaliação é puramente feita com base nas aeronaves usuais (U).

No campo **Tipo de Pista** corresponde ao material de revestimento, há uma lista com os materiais mais comuns encontrados nas pistas de aeródromos da Amazônia.

Ainda nesta janela, podem ser encontrados botões para exibição da estrutura do pavimento de pista, pátio ou pista de rolamento (táxi) e os acessos ao aeródromo (aéreo, terrestre ou fluvial).

2.6 Estrutura de Pista de Pouso e Decolagem

Os campos apresentados nesta janela só poderão ser preenchidos caso uma pista tenha sido previamente armazenada. Pode-se navegar entre uma camada e outra através dos botões **Camada Anterior** e **Próxima Camada**. Deve-se apenas preencher o campo CBR para os materiais granulares.

As janelas de **Estrutura do Pátio** e de **Rolamento** são manipuladas semelhantemente.

2.7 Acessos Via Aérea

Os acessos ao aeródromo devem ser preenchidos da mesma maneira que os campos da tela de estrutura do pavimento.

2.8 Histórico de Intervenção

Um campo importante desta tela e que não deveria deixar de ser preenchido é o **Valor do Serviço**, recomenda-se registrar ainda em **Descrição do Serviço** a cotação do dólar correspondente à mesma data de quando o valor do serviço foi estimado.

2.9 Histórico de Condição

As imagens de defeitos a serem inseridas nesta no campo **Foto do Defeito** também deverão estar no formato bitmap.

2.10 Materiais de Construção Disponíveis

Como não há campos para registrar fotos do material e admitindo que o mesmo poderá ter suas propriedades alteradas em função do tempo, é suficiente fazer uma boa descrição do mesmo registrando também as estimativas de CBR encontradas para o mesmo, no caso de jazidas de solo.

2.11 Observações Gerais

Devem ser registradas informações relacionadas a aspectos sócio-econômicos e fatores geopolíticos, bem como destacar a importância estratégica da localidade, se for o caso, para a soberania do Brasil na região.

2.12 Relatórios

Todos os relatórios são gerados através de um simples clique no botão **Imprimir**, entretanto ainda não há uma função para importar estes dados para um editor de texto ou planilhas eletrônicas.

