



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO

MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DE UM BANCO DE
DADOS GEOGRÁFICOS PARA CATALOGAR RELATÓRIOS DE
MISSÃO DE RECONHECIMENTO

Fabio Martins

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maristela Holanda

MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO DE
ESPECIALIZAÇÃO

BRASÍLIA
2011

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO

MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DE UM BANCO DE
DADOS GEOGRÁFICOS PARA CATALOGAR RELATÓRIOS DE
MISSÃO DE RECONHECIMENTO

Fabio Martins

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maristela Holanda

MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO DE
ESPECIALIZAÇÃO

BRASÍLIA
2011

Martins, Fabio.

Modelagem e implementação de um banco de dados geográficos para catalogar relatórios de missão de reconhecimento / Fabio Martins. – Brasília, 2011.

30 p.

Monografia (Pós-Graduação) – Universidade de Brasília, Departamento de Geociências, 2011.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Maristela Holanda,
Departamento de Ciências da Computação.

Ao João Pedro, meu querido e aguardado filho.

AGRADECIMENTOS

Ao Eduardo e Poletto, pela preciosa ajuda com a programação do formulário de cadastro.

À minha família, pelo incentivo nas horas difíceis.

RESUMO

O presente trabalho apresenta um estudo para a modelagem e implementação de um Banco de Dados Geográficos, utilizando softwares livres, para o cadastramento dos Relatórios de Missão de Reconhecimento – REMIR produzidos pelas Unidades Aéreas de Reconhecimento pertencentes à Força Aérea Brasileira. Faz parte dos objetivos deste projeto o desenvolvimento de interfaces de visualização e de entrada de novos dados. Os softwares utilizados neste trabalho são o PostgreSQL com a extensão espacial Postgis, o Quantum GIS, o Star UML, o Apache e a linguagem PHP.

Palavras-chave: Geoprocessamento, *software* livre, banco de dados geográficos, SIG.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1: Notação gráfica para as classes do modelo OMT-G. Fonte CÂMARA et al. (2005)..... | 16 |
| Figura 2: Classe Geo-objeto com geometria. Fonte CÂMARA et al. (2005). | 16 |
| Figura 3: Representação de Relacionamentos. Fonte CÂMARA et al. (2005)..... | 17 |
| Figura 4: Cardinalidade. Fonte CÂMARA et al. (2005)..... | 17 |
| Figura 5: Fluxograma de metodologia empregada. | 19 |
| Figura 6: Estrutura de Armazenamento dos REMIR | 20 |
| Figura 7: Modelo Conceitual..... | 22 |
| Figura 8: Visualização dos dados..... | 24 |
| Figura 9: Interface <i>web</i> | 25 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAT - Categoria de objetivo

CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia

FAB - Força aérea brasileira

IBGE - Instituto brasileiro de geografia e estatística

PDA - Produtos decorrentes de aerolevantamentos

PMA Programa de planejamento de missões aéreas

REMIR - Relatório de missão de reconhecimento

SIG - Sistema de informações geográficas

SIRGAS - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

UAE - Unidade aérea

SUMÁRIO

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 9 |
| 1.1 | Objetivo Geral..... | 10 |
| 1.2 | Objetivos Específicos | 10 |
| 1.3 | Justificativa | 10 |
| 1.4 | Estrutura do Trabalho | 11 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO..... | 12 |
| 2.1 | SGBD e SIG | 12 |
| 2.2 | O Modelo de dados OMT-G | 14 |
| 2.3 | Sistema de Coordenadas | 17 |
| 3 | METODOLOGIA | 19 |
| 3.1 | Levantamento das Necessidades..... | 19 |
| 3.2 | Obtenção dos Dados | 20 |
| 4 | RESULTADOS..... | 22 |
| 4.1 | Modelagem dos Dados..... | 22 |
| 4.2 | Implementação do Banco de Dados..... | 23 |
| 4.3 | Visualização dos dados | 24 |
| 4.4 | Criação de uma Interface para Inserção de Dados | 25 |
| 5 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 27 |
| 6 | REFERÊNCIAS | 28 |

1 INTRODUÇÃO

A Força Aérea Brasileira - FAB realiza, de forma sistemática e contínua, vôos de aerolevantamentos por meio de suas Unidades Aéreas de Reconhecimento. Os frutos desses vôos são chamados na FAB de Produtos Decorrentes de Aerolevantamentos – PDA.

Um tipo de PDA muito comum na FAB é o Relatório de Missão de Reconhecimento – REMIR, o qual se refere sempre ao aerolevantamento de determinado objetivo, uma ponte por exemplo, sendo tratado como um ponto, já que possui apenas um par de coordenadas geográficas, em geral do centro do objetivo.

Devido à quantidade de aerolevantamentos executados e à necessidade de utilização dos dados neles encontrados, faz-se necessário um cadastro dos REMIR produzidos, de forma a organizar, analisar e disponibilizá-los aos setores interessados, no âmbito da FAB.

A Terceira Força Aérea é a organização militar responsável pelas Unidades Aéreas de Reconhecimento da FAB e, em decorrência disto, recebe um grande número de REMIR elaborados por essas Unidades Aéreas. Atualmente, esses REMIRs são lançados em uma tabela no *software* ACCESS (Microsoft) e os dados visualizados por meio do *software* ARCGIS (ESRI).

A catalogação dos dados em ACCESS é feita utilizando-se apenas uma tabela, mesmo havendo várias informações que sempre se repetem o que, além de aumentar o tempo de digitação, reduz bastante a performance do Banco.

Quanto ao ARCGIS, o número de licenças existentes na FAB não é suficiente para atender a demanda requerida, o que dificulta o trabalho dos técnicos que utilizam os dados existentes nos REMIRs. Esse fator, aliado à tendência do Governo Federal em utilizar softwares livres, fez com que se pensasse em utilizar esse tipo de *software* no processo de catalogação dos REMIRs, visto que para tal tarefa há várias opções disponibilizadas pela comunidade.

Sendo assim, há a necessidade de modelagem e implementação de um Banco de Dados Geográficos, baseado em software livre, com a finalidade de cadastrar os REMIR confeccionados pelas Unidades Aéreas de Reconhecimento e

armazenados na Terceira Força Aérea – III FAE, que é o Comando Operacional à qual as referidas Unidades Aéreas são subordinadas. Para facilitar a visualização e compreensão dos dados, estes serão apresentados sobre camadas que indicarão os limites dos estados e municípios Brasileiros.

1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é a modelagem e a implementação de um banco de dados geográficos, utilizando *softwares* de Código Aberto, que facilite e agilize a catalogação, armazenamento, pesquisa e análise dos REMIRs produzidos pelas Unidades Aéreas de Reconhecimento da Força Aérea Brasileira.

1.2 Objetivos Específicos

- Especificar o modelo de dados conceitual;
- Implementar o banco de dados geográficos;
- Implantar a visualização espacial dos dados; e
- Produzir um formulário *web* que facilite a inclusão de novos REMIR, utilizando a linguagem PHP.

1.3 Justificativa

O Banco de Dados Geográfico que este trabalho se propõe a desenvolver será utilizado para organizar, de forma adequada, os relatórios decorrentes de missões de reconhecimento, em território nacional, disponíveis na Terceira Força Aérea, à qual as Unidades Aéreas de Reconhecimento da Força Aérea se subordinam.

O referido Banco de Dados se faz necessário dado ao elevado volume de dados disponíveis e à necessidade de tratamento, análise e disponibilização destes

dados, para que deles se retirem informações de grande importância para a missão da Terceira Força Aérea e da Força Aérea Brasileira.

A opção por utilizar softwares livres, além de seguir uma tendência atual, cumpre orientações do Governo Federal, que é um grande incentivador da utilização desse tipo de software.

1.4 Estrutura do Trabalho

Esta monografia está dividida nos seguintes capítulos:

- No capítulo 2 é apresentada a revisão bibliográfica acerca de modelagem e implementação de Bancos de Dados Geográficos.
- No capítulo 3 é discutida a fase de modelagem dos dados, de forma a demonstrar o projeto conceitual do Banco de Dados a ser desenvolvido.
- No capítulo 4 é apresentada a parte de implementação do Banco de Dados Geográficos, incluindo a criação da base de dados e de um formulário para o cadastramento de novos REMIR.
- Por fim, no capítulo 5, são apresentadas as conclusões obtidas após o desenvolvimento do banco de dados e as sugestões de trabalhos futuros correlacionados ao tema aqui proposto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SGBD e SIG

Os Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados - SGBD são ferramentas construídas para gerir as informações que se encontram armazenadas numa determinada base de dados.

Os três mais conhecidos SGBD de código aberto são o MySQL (disponível em <http://www.mysql.com>), o Firebird (disponível em <http://www.firebirdsql.org>) e o PostgreSQL (disponível em <http://www.postgresql.org.br>). Segundo o Grupo de Trabalho de Migração para Software Livre do Ministério do Planejamento (GTMSL), todos são produtos maduros com grandes bases instaladas e equipes de desenvolvimento ativas, além de possuírem bom suporte para o SQL padrão e apresentarem bom desempenho (GTMSL, 2005).

Dentre esses, segundo BONFIOLI (2006), “o PostgreSQL é considerado o mais avançado banco de dados de código aberto disponível atualmente, oferecendo controle de concorrência multiversão, suportando praticamente todas as construções do SQL, incluindo subconsultas, transações, tipos definidos pelo usuário e funções, e dispondo de um amplo conjunto de ligações com linguagens procedurais, incluindo C, C++, Java, Perl, Tcl e Python.”

Além disso, o PostgreSQL possui uma extensão espacial muito eficaz, a qual se chama Postgis, que suporta várias funcionalidades e operações envolvendo dados geográficos, utilizada na implementação de vários sistemas de informações geográficas (BONFIOLI, 2006).

Entretanto, os dados simplesmente armazenados em um banco de dados geográficos como o PostgreSQL/Postgis não são representados espacialmente. Para que o sejam, necessitam de um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

De acordo com BURROUGH (1986, apud DAVIS; CÂMARA, 1999), o “SIG é um conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real.”

Segundo DRUCK et al. (2004), o “SIG é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e armazenam a geometria e os atributos dos dados que estão georeferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica.”

No entanto, para possibilitar o compartilhamento, a interoperabilidade e a disseminação destes dados, os mesmos precisam ser gerados segundo padrões e especificações técnicas. Desta forma, a CONCAR (Comissão Nacional de Cartografia) é a responsável, no Brasil, por elaborar especificações a serem utilizadas por todos os SIG's, a fim de padronizar as informações e torná-las mais acessíveis para termos de consulta e pesquisas.

Além de estarem de acordo com as normas da CONCAR, os SIG's normalmente possuem uma interface com o usuário, a qual deve ser amigável, já que nem todas as pessoas que utilizarão o SIG são profundos conhecedores de sua tecnologia. Outra característica é a capacidade de processamento de dados espaciais, como a realização de consultas, análise, visualização, edição, entrada e saída de dados. Já em uma esfera mais interna, o SIG armazena e recupera os dados espaciais.

Os SIG's têm a capacidade de armazenar formas geométricas nos formatos de pontos, linhas e polígonos, sendo que neste trabalho serão utilizados os pontos e os polígonos.

De acordo com DRUCK et al. (2004), “ponto é um par ordenado (x, y) de coordenadas espaciais, que indica um local de ocorrência de um evento.” No âmbito deste trabalho, o ponto será utilizado para representar os locais onde foi realizado um aerolevanteamento por parte da FAB e, por conseguinte confeccionado um REMIR.

Ainda conforme DRUCK et al. (2004), os “polígonos são conjuntos de pares ordenados $[(x, y)]$ de coordenadas espaciais, de tal forma que o último ponto seja idêntico ao primeiro, formando uma região fechada do plano.” Os polígonos serão utilizados neste Banco de Dados para representar os Municípios e as Unidades Federativas do Brasil.

2.2 O Modelo de dados OMT-G

Existem vários modelos de dados semânticos e orientados a objetos, os quais têm sido largamente utilizados para a modelagem de aplicações geográficas. Porém, apesar da grande expressividade desses modelos, eles apresentam limitações para a adequada modelagem de aplicações geográficas, já que não possuem primitivas apropriadas para a representação de dados espaciais (CÂMARA et al. 2005).

Modelos de dados para aplicações geográficas têm necessidades adicionais, tanto com relação à abstração de conceitos e entidades, quanto ao tipo de entidades representáveis e seu inter-relacionamento, além do aspecto da codificação da localização espacial, o que torna a modelagem do mundo real uma atividade complexa que envolve a discretização do espaço como parte do processo de abstração, visando obter representações adequadas aos fenômenos geográficos.

Sendo assim, a modelagem de aplicações geográficas necessitava de modelos mais adequados, que permitissem a compreensão da semântica dos dados geográficos oferecendo mecanismos e que oferecessem níveis de abstração mais elevados e independência de implementação.

Diante dessas necessidades, o modelo OMT-G surgiu com a proposta de simplificar e tornar mais próxima a representação espacial daquilo que vimos presente no mundo real.

Segundo CÂMARA et al. (2005), “o modelo OMT-G parte das primitivas definidas para o diagrama de classes da *Unified Modeling Language* (UML) (Rational Software Corporation, 1997), introduzindo primitivas geográficas com o objetivo de aumentar a capacidade de representação semântica daquele modelo.”

Dos diagramas utilizados pelo modelo OMT-G, o diagrama de classes é o mais utilizado e é usado para descrever a estrutura e o conteúdo de um banco de dados geográfico. Ele contém elementos específicos da estrutura de um banco de dados, em especial classes de objetos e seus relacionamentos. O diagrama de classes contém apenas regras e descrições que definem conceitualmente como os dados serão estruturados, incluindo a informação do tipo de representação que será adotada para cada classe (CÂMARA et al. 2005).

O modelo OMT-G tem como base os conceitos de classes, relacionamentos e restrições de integridade espaciais (CÂMARA et al. 2005). Classes representam os três grandes grupos de dados (contínuos, discretos e não-espaciais) que podem ser encontrados nas aplicações geográficas, proporcionando assim, uma visão integrada do espaço modelado. As classes podem ser georreferenciadas ou convencionais, sendo que as classes georreferenciadas descrevem conjuntos de objetos que possuem representação espacial e estão associados a regiões da superfície da terra, representando a visão de campos e de objetos, enquanto as classes convencionais descrevem conjuntos de objetos com propriedades, comportamento, relacionamentos, e semântica semelhantes, e que possuem alguma relação com os objetos espaciais, mas que não possuem propriedades geométricas.

As classes georreferenciadas são especializadas em classes do tipo geo-campo e geo-objeto. Classes geo-campo representam objetos e fenômenos distribuídos continuamente no espaço, correspondendo a variáveis como tipo de solo, relevo e geologia. Classes geo-objeto representam objetos geográficos particulares, individualizáveis, associados a elementos do mundo real, como edifícios, rios e árvores.

As classes convencionais são simbolizadas exatamente como na UML. As classes georreferenciadas são simbolizadas no modelo OMT-G de forma semelhante, incluindo no canto superior esquerdo um retângulo que é usado para indicar a forma geométrica da representação.

A Figura 2 demonstra os tipos de representação de classes do modelo OMT-G:

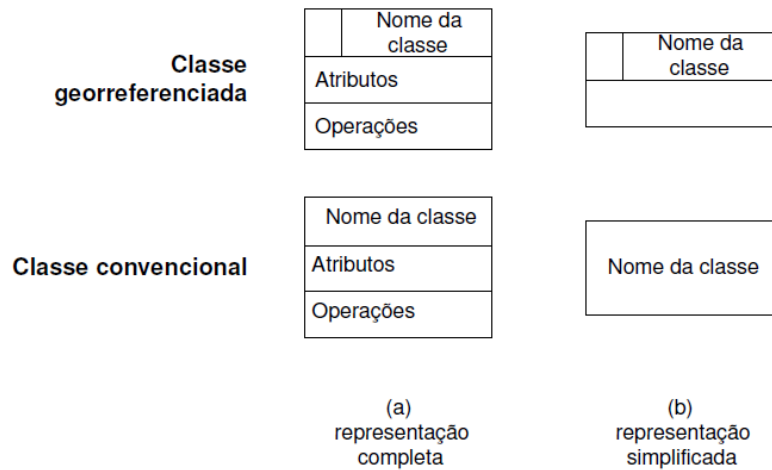


Figura 1: Notação gráfica para as classes do modelo OMT-G. Fonte CÂMARA et al. (2005).

As classes georreferenciadas geo-objeto são especializadas em representar pontos, linhas e polígonos, conforme pode-se observar na Figura 3:

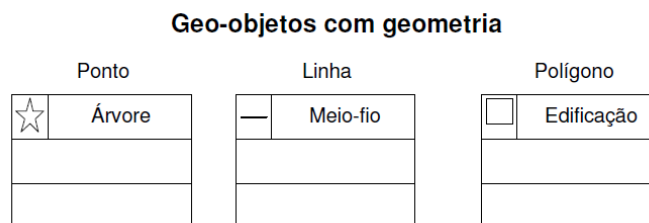


Figura 2: Classe Geo-objeto com geometria. Fonte CÂMARA et al. (2005).

Relacionamentos são a forma com que as classes interagem entre si para que possam representar fenômenos do mundo real. Assim, considerando a importância das relações espaciais e não espaciais na compreensão do espaço modelado, o modelo OMT-G representa três tipos de relacionamentos entre suas classes: associações simples, relacionamentos topológicos em rede e relacionamentos espaciais (CÂMARA et al. 2005).

Neste trabalho, apenas as associações simples e os relacionamentos espaciais serão abordados, sendo que as primeiras representam relacionamentos estruturais entre objetos de classes diferentes, convencionais ou georreferenciadas,

enquanto os relacionamentos espaciais representam relações topológicas, métricas, de ordem e *fuzzy*.

Conforme demonstrado na Figura 4, de Câmara et al. (2005), no modelo OMT-G, as associações simples são indicadas por linhas contínuas, enquanto os relacionamentos espaciais são indicados por linhas pontilhadas.

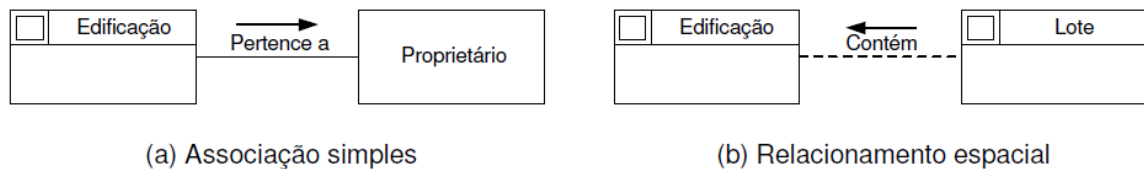


Figura 3: Representação de Relacionamentos. Fonte CÂMARA et al. (2005).

Além disso, os relacionamentos são caracterizados por sua cardinalidade, sendo que esta representa o número de instâncias de uma classe que podem estar associadas a instâncias da outra classe. A notação de cardinalidade adotada pelo modelo OMT-G é a mesma usada na UML (*Rational Software Corporation*, 1997), como pode ser visto na Figura 5:

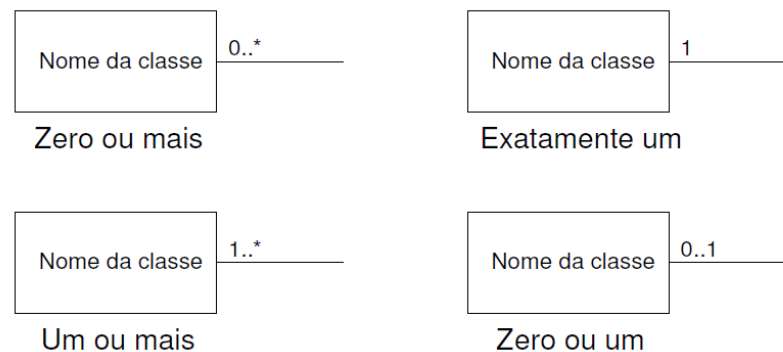


Figura 4: Cardinalidade. Fonte CÂMARA et al. (2005).

2.3 Sistema de Coordenadas

No Brasil o sistema de referência geodésico vigente é o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), em sua realização do ano de 2000 (SIRGAS 2000), adotado oficialmente no Brasil em 25 de fevereiro de 2005, por meio da Resolução da Presidência do IBGE número 1/2005 (IBGE, 2005).

No âmbito deste trabalho, os REMIRs utilizam o sistema WGS84 e os dados de municípios e estados o sistema SIRGAS 2000.

Entretanto, segundo SOUZA (2006), o sistema SIRGAS2000 é compatível com o sistema WGS84 ao nível de centímetro, isto é, a diferença entre usar uma coordenada WGS84 ou SIRGAS 2000 é menor que 0,01 m. Dessa forma, para fins práticos, ou seja, para todos os usuários que não precisam de qualidade superior a centímetro, é indiferente usar WGS84 ou SIRGAS2000.

Sendo assim, os dados relativos aos REMIRs foram transformados para o sistema SIRGAS 2000, a fim de se obter uma desejável padronização.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da parte prática deste trabalho, foi seguida uma metodologia dividida em três etapas: levantamento das necessidades, modelagem e implementação. Como a primeira necessidade em um projeto é a definição de regras e de uma metodologia a ser seguida, foi criado um fluxograma metodológico (mostrado na figura 6), o qual norteou todas as fases do projeto.

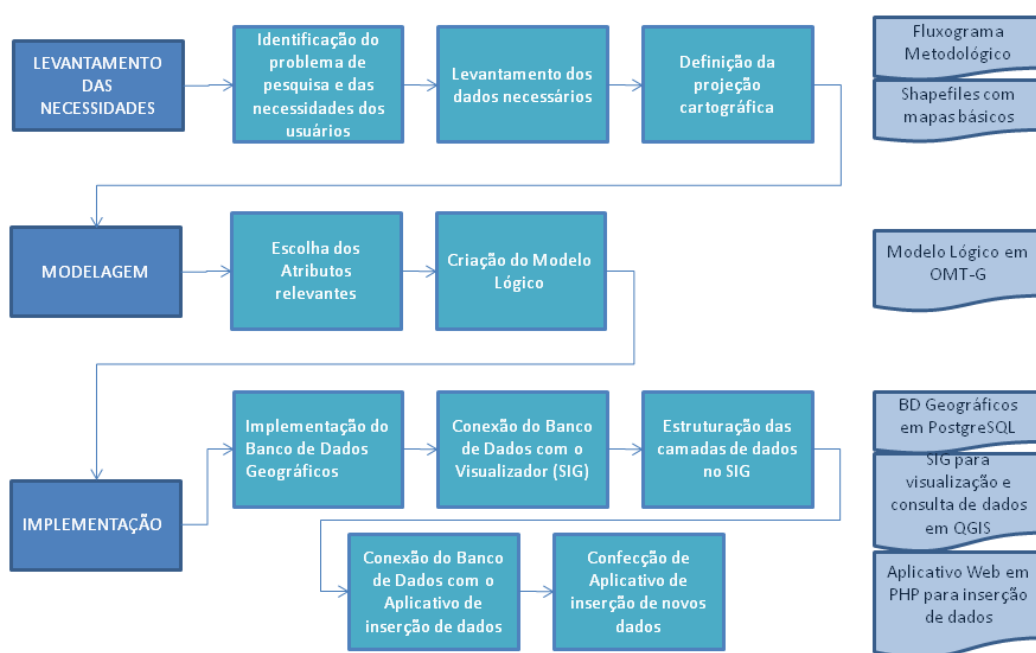


Figura 5: Fluxograma de metodologia empregada.

3.1 Levantamento das Necessidades

Na fase de levantamento das necessidades, foram identificados o problema a ser estudado e levantadas as necessidades para que o projeto fosse realizado. Como o problema era cadastrar os REMIRs, chegou-se à conclusão de que seria necessário a modelagem de um Banco de Dados, um SGBD para armazenar e gerenciar esses dados; um SIG para representar os REMIRs após estes estarem georreferenciados; e um aplicativo para inclusão de novos REMIRs no cadastro.

Além disso, foi realizado o levantamento dos dados que seriam necessários para o desenvolvimento do sistema, onde foi detectado que seria necessário dados sobre os REMIR, categorias de objetivos, Unidades Aéreas de Reconhecimento, os quais poderiam ser encontrados na III FAE e dados relativos a limites políticos de estados e municípios do Brasil, com a finalidade de facilitar a visualização dos dados anteriores, os quais poderiam ser encontrados no site do IBGE.

3.2 Obtenção dos Dados

Os dados utilizados para popular as tabelas **tb_estados** e **tb_municipios** foram adquiridos junto ao IBGE, em formato de *shapefile*, os quais encontram-se disponíveis no site daquele instituto.

Os dados relativos aos Relatórios de Missão de Reconhecimento – REMIR estavam disponíveis na III FAE em um Banco de Dados em ACCESS, sendo que os relatórios, normalmente confeccionados em editores de texto, e as imagens de cada REMIR ficavam armazenados em diretórios, separados por ano e por Unidade Aérea que os confeccionou. A Figura 7 demonstra a forma de armazenamento padrão utilizada na III FAE:

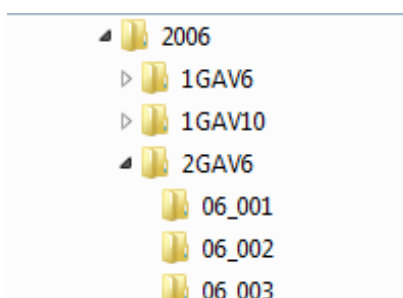


Figura 6: Estrutura de Armazenamento dos REMIR

Visto que a finalidade deste projeto é apenas cadastrar os REMIRs, a fim de melhor organizá-los, de modo a facilitar a pesquisa e busca dos mesmos, as imagens e o próprio relatório não serão incluídos no Banco de Dados. Tal tarefa será objeto de trabalhos futuros, como comentado mais adiante.

A tabela **tb_uae** foi carregada com as Unidades Aéreas de Reconhecimento da Força Aérea Brasileira, as quais são as seguintes:

Esquadrão Poker - 1º/10º GAV

Esquadrão Carcará - 1º/6º GAV

Esquadrão Guardião - 2º/6º GAV

A tabela **tb_cat** refere-se às categorias nas quais são classificados os objetivos no âmbito do Comando da Aeronáutica, lembrando que objetivos são quaisquer locais de interesse para o reconhecimento, podendo ser uma subestação elétrica, uma ponte ou uma indústria, por exemplo. Nos casos citados, as categorias seriam energia elétrica; pontes; e instalações industriais, respectivamente.

4 RESULTADOS

4.1 Modelagem dos Dados

Para a criação do Banco de Dados, foi gerado um modelo conceitual utilizando-se o software Star UML, conforme pode ser observado na Figura 8:

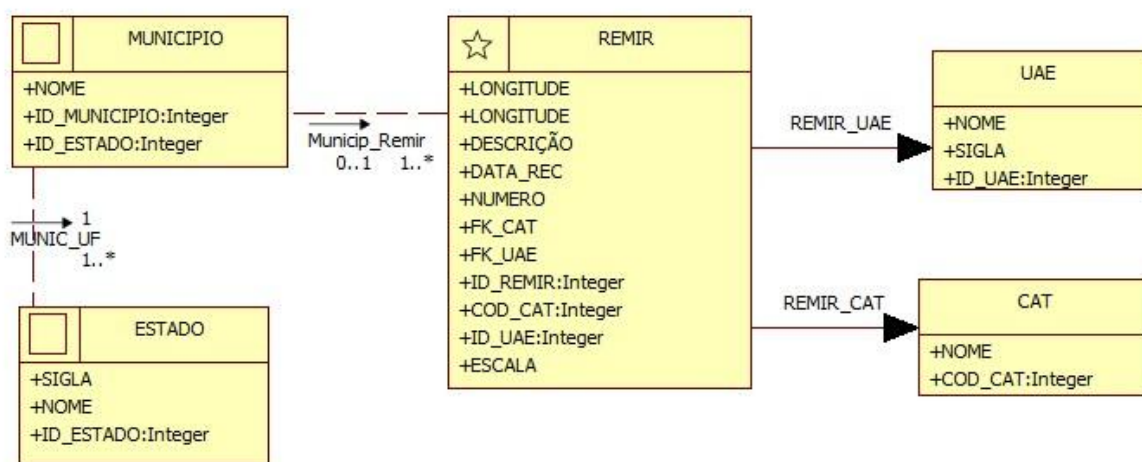


Figura 7: Modelo Conceitual

Como pode ser verificado no modelo apresentado na Figura 8, foi proposta a criação de cinco entidades, as quais são descritas abaixo:

- **REMIR**: A sigla REMIR vem de Relatório de Missão de Reconhecimento. Cada REMIR realizado é composto pelas fotografias aéreas e por um relatório, no qual constam todas as informações que os técnicos e foto-interpretas retiraram das imagens.
- **CAT**: É a categoria do objetivo, ou seja, a destinação de uso do local de onde foi feito o reconhecimento. Na FAB, existem 18 tipos de categorias diferentes, como por exemplo, aeródromos, instalações industriais, etc.
- **UAE**: São as Unidades Aéreas que realizaram o voo de reconhecimento.
- **MUNICÍPIOS**: São os municípios brasileiros, os quais serão utilizados para localizar mais facilmente um registro, pelo nome do município onde está localizado.

- **ESTADOS:** Da mesma forma da tabela Municípios, a tabela Estados também serve para identificar rapidamente a localização aproximada de um determinado REMIR, como por exemplo, um objetivo localiza-se no município de Formosa-GO.

4.2 Implementação do Banco de Dados

Para a implementação do banco de dados foi utilizado o software PostgreSQL com sua extensão espacial Postgis. Os dados referentes aos REMIRs já possuíam *shapefiles*, já que eram utilizados por meio do Arcgis, o que facilitou a importação para o PostgreSQL. Esses dados, juntamente com os *shapefiles* de municípios e estados provenientes do IBGE, foram inseridos no PostgreSQL por meio do *Plug-in "Shapefile to PostGIS Importer"*, presente na extensão Postgis.

A implementação do banco baseou-se na modelagem anteriormente descrita, resultando em cinco tabelas, além das duas tabelas que são criadas automaticamente pelo PostgreSQL quando se trata de banco de dados geográficos e que guardam as informações espaciais do banco.

A tabela **tb_remir** foi carregada apenas com uma amostra de 48 registros em virtude de os dados terem caráter sigiloso e, por este motivo, não poderem ser divulgados abertamente. Entretanto, a utilização de apenas uma pequena amostra, foi o bastante para comprovar a eficácia do banco, uma vez que a estrutura do PostgreSQL suporta comprovadamente uma grande quantidade de registros. Além disso, o pequeno número de usuários aliado a uma modelagem considerada simples permitirão que o sistema seja executado de forma leve e rápida.

Além das tabelas citadas, foi inserida uma tabela contendo as Bases Aéreas que sediam as Unidades Aéreas subordinadas à III FAE, com o objetivo de oferecer ao usuário uma visão rápida e geral dos REMIR e de suas distâncias estimadas em relação às referidas sedes, visto que os dados servirão para treinamento dessas Unidades Aéreas.

Conforme estava previsto na modelagem, para a visualização dos dados no Quantum GIS, foi criada uma *View* (consulta do PostgreSQL) com a seleção de

campos da tabela **tb_remir**, **tb_cat**, **tb_uae** e **tb_municipios**, de forma a disponibilizar ao usuário os atributos referentes ao REMIR, além do município onde se encontra, a categoria a que se enquadra o objetivo e a Unidade Aérea que produziu o relatório.

4.3 Visualização dos dados

A visualização dos dados georreferenciados facilita e aprimora a compreensão das informações existentes, ajudando a compreender determinados fenômenos presentes nos atributos. Dessa forma, foi criado um projeto utilizando o software QUANTUM GIS para a visualização espacial dos dados, conforme pode ser visualizado na Figura 9.

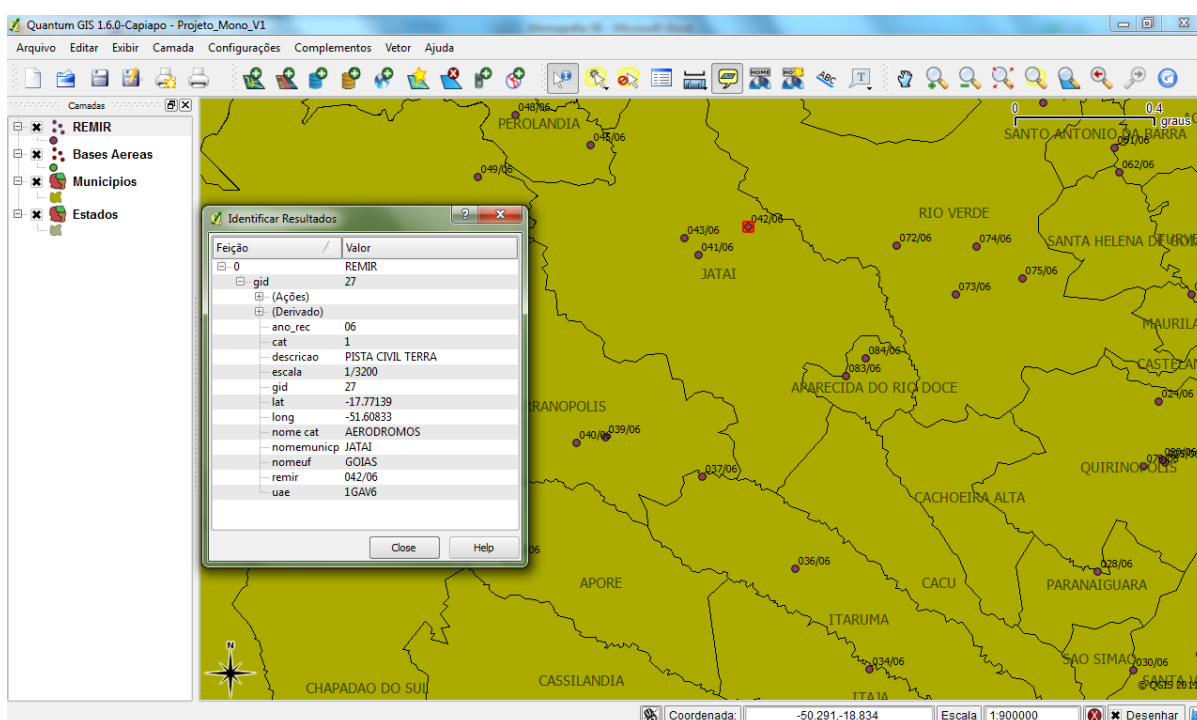


Figura 8: Visualização dos dados

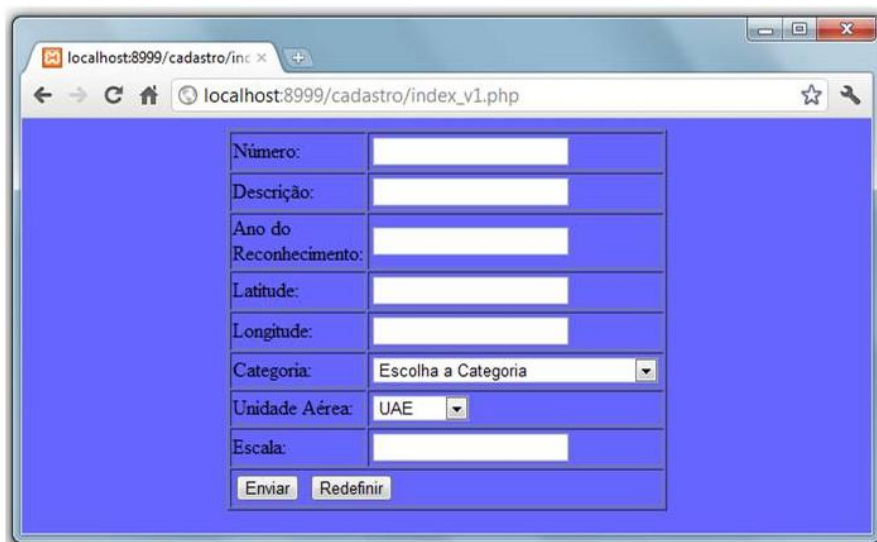
Na Figura 9 é possível alternar entre a visualização dos limites das unidades federativas e dos municípios, à medida que se aproxima o zoom e se aumenta a escala.

Outro dado importante que pode ser visualizado é a localização das Bases Aéreas subordinadas à III FAE, já que os usuários podem utilizar uma ampla gama de ferramentas de geoprocessamento existente no Quantum GIS, como as utilizadas para determinar distâncias e buffer, por exemplo, com a finalidade de escolher os melhores REMIR para cada tipo de treinamento, visto que para esta escolha leva-se em conta, entre outras coisas a distância em linha reta da Base Aérea onde sede do treinamento e o REMIR a ser utilizado.

4.4 Criação de uma Interface para Inserção de Dados

Com a finalidade de agilizar e facilitar a inclusão de novos REMIRs no banco de dados foi desenvolvido um formulário para servir como uma interface amigável, por meio da qual os usuários possam entrar com os atributos.

Tal interface foi criada em ambiente *web*, com a intenção de ser utilizada na Intraer (Intranet do Comando da Aeronáutica), utilizando linguagem PHP e tendo como servidor *web* o Apache 2.2. Na Figura 10, pode ser observado o leiaute do formulário.



A imagem mostra uma janela de navegador web com o endereço `localhost:8999/cadastro/index_v1.php`. O formulário de cadastro possui os seguintes campos:

| | |
|--|--|
| Número: | <input type="text"/> |
| Descrição: | <input type="text"/> |
| Ano do Reconhecimento: | <input type="text"/> |
| Latitude: | <input type="text"/> |
| Longitude: | <input type="text"/> |
| Categoria: | <input type="text" value="Escolha a Categoria"/> |
| Unidade Aérea: | <input type="text" value="UAE"/> |
| Escala: | <input type="text"/> |
| <input type="button" value="Enviar"/> <input type="button" value="Redefinir"/> | |

Figura 9: Interface web

Os campos Latitude e Longitude estão no formato de coordenadas de graus decimais. Por meio dessas coordenadas, o PostgreSQL automaticamente faz

o georreferenciamento do ponto e insere os dados geográficos na coluna **the_geom** da tabela **tb_remir**.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A utilização de sistemas de informações geográficas para organizar e melhorar os processos concernentes a dados espaciais, atualmente, é imperativa já que as pessoas, como um todo, estão acostumadas a obter respostas rápidas e precisas, o que não é tarefa fácil se não contarmos com a informática e com bons sistemas.

No mercado de *software* existem inúmeras propostas de soluções em geoprocessamento, entretanto, muitas delas são proprietárias e possuem um alto custo de implementação e manutenção. Dessa forma, a escolha por *software* livre resultou na melhor alternativa para resolver o problema de forma totalmente satisfatória e com baixo custo, visto que também na comunidade, como rotineiramente é chamado o grupo cada vez maior de pessoas que desenvolvem softwares de código aberto, existem ótimos aplicativos, capazes de fazerem frente aos melhores programas proprietários.

Aliando-se a isto o fato de que o sistema criado atendeu às necessidades dos usuários finais, percebe-se que o mesmo trará um grande avanço na área de geoprocessamento da III FAE, tanto operacionalmente, por meio da melhoria de desempenho e das ferramentas disponibilizadas para o planejamento de missões aéreas, quanto doutrinariamente, visto que há, como já dito, uma grande tendência no setor público em se utilizar softwares livres e o sistema propiciou um grande incremento de dedicação e confiança neste tipo de software por parte do pessoal envolvido direta ou indiretamente no seu desenvolvimento.

Como recomendações para trabalhos futuros, pode-se citar a inserção das imagens e dos relatórios dos quais os REMIRs são compostos no bando de dados, o que facilitaria e agilizaria ainda mais a busca da informação; a implementação do formato de coordenadas em Graus, Minutos e Segundos (304522S 0550646W), visto que é um dos modelos mais usuais na Força Aérea, sendo o de Graus decimais o segundo mais utilizado; e por fim, a inclusão de aerolevantamentos de área no Banco de Dados, para abranger a totalidade dos Produtos Decorrentes de Aerolevantamentos realizados pela Força Aérea.

6 REFERÊNCIAS

BONFIOLI, G. F. Banco de Dados Relacional e Bancos de Dados Objeto-relacional: Uma comparação usando PostgreSQL. Lavras. Minas Gerais. 2006.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE. SIRGAS - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas. 2005. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/default_sirgas_int.shtm?c=11>

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Grupo de Trabalho Migração para Software Livre. Guia Livre: Referência de Migração para Software Livre do Governo Federal. Brasília, 2005. Disponível em <<http://www.softwarelivre.gov.br/documentos-oficiais>>

BURROUGH, P.A. (1992), "Development of Intelligent Geographical Information Systems", International Journal of Geographical Information Systems 6, citado por DAVIS, C.; CÂMARA, G. Fundamentos de Geoprocessamento, Cap 3. Disponível em: http://www.rc.unesp.br/igce/geologia/GAA01048/aulas_files/cap3-arquitetura.pdf

CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia. Resolução Concar 01/2006. 2006. Homologa Norma da Cartografia Nacional, de estruturação de dados geoespaciais vetoriais, referentes ao mapeamento terrestre básico que compõe a Mapoteca Nacional Digital. Disponível em: <http://www.concar.ibge.gov.br/detalheDocumentos.aspx?cod=23>.

CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia. 2006. Especificações técnicas para estruturação de dados geoespaciais digitais vetoriais. Disponível em: http://www.cp-idea.org/documentos/normasEspecificaciones/ESPECIFICACOES_TECNICAS_ESTRUTURACAO_DADOS_GEOESPACIAIS_VETORIAIS_V2_10_10_2007.pdf

CÂMARA, G. CASANOVA, M. DAVIS, C. VINHAS, L. QUEIROZ, G. R. Bancos de Dados Geográficos. Curitiba, 2005. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/index.html>>

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. "Análise Espacial de Dados Geográficos". Brasília, EMBRAPA, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>>

MARANHÃO, M. R. A.; SILVA, M. G., SCA – Sistema de Cadastro de Aerolevantamentos e suas aplicações. IBGE. 2007. Disponível em <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.16.31/doc/1297-1302.pdf>>

SOUSA. G. H. Sistema de Coordenadas – SIRGAS 2000. 2006. Disponível em <<http://www.projetos.bravehost.com/sistema%20de%20coordenadas.htm>>