

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO

**ELABORAÇÃO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES
GEOGRÁFICAS – SIG, PARA MAPEAMENTO DAS AÇÕES E
OBRAS DA DEFESA CIVIL NACIONAL.**

Rafael Pereira Machado

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Noris Costa Diniz

MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

BRASÍLIA
2011

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO

**ELABORAÇÃO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES
GEOGRÁFICAS – SIG, PARA MAPEAMENTO DAS AÇÕES E
OBRAS DA DEFESA CIVIL NACIONAL.**

Rafael Pereira Machado

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Noris Costa Diniz

MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

BRASÍLIA
2011

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO

**ELABORAÇÃO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES
GEOGRÁFICAS – SIG, PARA MAPEAMENTO DAS AÇÕES E
OBRAS DA DEFESA CIVIL NACIONAL.**

Rafael Pereira Machado

Orientador: Prof^a. Dr^a. Noris Costa Diniz

MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

COMISSAO JULGADORA

Nome

Assinatura

Presidente: Prof^a. Dr^a. Noris Costa Diniz

Examinadores: Prof. Dr. Ricardo Seixas Brites

Prof. MsC. Paulo Henrique B. J. Menezes

*Agradeço aos meus pais pela educação recebida,
À minha esposa Raquel pelo apoio e paciência,
Ao meu filho João pelos sorrisos,
E a Deus por tudo isso.*

Resumo

O objetivo do presente trabalho é a aplicação de um SIG para o mapeamento de obras civis e ações correlatas da Secretaria Nacional de Defesa Civil – SEDEC. Com a implementação do SIG espera-se reforçar a capacidade de gestão da área, ao permitir a consulta de dados e a visualização da localização dessas obras e ações sobre mapa georreferenciado do território nacional, contendo divisão política municipal.

Para tal, foi feita a utilização dos softwares StarUML, para a modelagem do banco de dados, Postgres/PostGIS para a construção do banco de dados e, por fim, o QuantumGIS, para a visualização dos dados sobre o mapa georreferenciado.

Ao final do trabalho chegou-se à estruturação de um banco de dados espacial, e foi possível a visualização do posicionamento geográfico das obras e ações constantes de um banco de dados convencional previamente existente na SEDEC. Adicionalmente, foram suscitadas discussões para ampliação do sistema, e elaboração de estudos futuros.

Abstract

The main goal of this work is the implementation of a Geographic Information System – GIS in order to do the mapping of constructions and related actions coordinated by the Civil Defense Secretary of Brazil. With the implementation of the GIS, it is expected to increase the capacity of coordination and control in this Secretary, by allowing data consulting and the visualization of both constructions and actions' s positions over a georeferenced map of Brazil, that shows its county divisions.

For that, it was made use of the following softwares: StarUML, used for databank modeling, Postgres/PostGIS, used for creating the databank structure and finally, the software QuantumGIS, for the visualization of data over a Brazil's georeferenced map.

At the end of the work, a spatial databank was structured, and it was possible to visualize the geographic positions of the preexisting data from a SEDECs conventional databank. Complementarily, it was made some propositions in order to increase the system and to future studies were suggested.

Lista de Figuras

Figura 01 – Representações vetoriais em duas dimensões.	12
Figura 02 – Esquema de SIG.	13
Figura 03 - Arquitetura de sistemas de informação geográfica.....	13
Figura 04 – representação vetorial x matricial	14
Figura 05 – Representação de classes, relacionamento e restrição no modelo OMT-G.....	18
Figura 06 – Software StarUML.....	21
Figura 07 – Ferramentas do software Star UML.....	22
Figura 08 – Software Postgres.....	22
Figura 09 – Tela do Postgres.....	23
Figura 10 – Software QuantumGIS.....	24
Figura 11 – Exemplo de visualização no Quantum GIS.....	25
Figura 12 – Modelagem do banco de dados no software StarUML.....	32
Figura 13 – Esquema de tabelas criadas para o banco de dados.....	33
Figura 14 - Tabela “dados” contendo informações dos processos da SEDEC.....	34
Figura 15 - Tabela “ibge” – Tabela de atributos do “shape” de municípios do IBGE.....	34
Figura 16 – Tabela “sapatial_ref_sys” – Contendo as informações dos sistemas de coordenadas.	35
Figura 17 - Tela do QuantumGIS – Mapeamento de obras e ações da Defesa Civil sobre Shape divisão política de Municípios do Brasil.....	35
Figura 18 - Tela do SIG exibindo tabela de informações acionada a partir de um clique sobre o local da obra/ação.....	36
Figura 19 - Zoom aplicado sobre área do Município de Minduri/MG, indicando o local da obra e quadro de dados.....	37

Lista de Quadros

Quadro 01 - Diferenças entre os bancos de dados relacionais e orientados a objeto.....	16
Quadro 02 – Relação de softwares utilizados.....	21

Abreviaturas e Siglas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SIG – Sistema de Informações Geográficas

GIS – Geographic Information System

SEDEC – Secretaria Nacional de Defesa Civil

SQL – Structures Query Language

UML - Unified Modeling Language

OMT-G - Object Modeling Technique for Geographic Applications

BD – Banco de Dados

BDR – Banco de Dados Relacional

SGBD – Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados

SGBDOR – Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Objeto-Relacional

OO – Orientado ao Objeto

OR – Objeto - Relacional

SAD69 - South American Datum 1969

SIRGAS2000 - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas.

WGS84 – World Geodetic System 1984

GPS – Global Position System

Sumário

1 - Introdução	10
2 - Revisão da literatura.....	12
2.1 - A Geoinformação.....	12
2.1 - A representação do espaço real.....	13
2.3 - Banco de Dados.....	15
2.4 - Modelagem do banco de dados.....	17
2.5 - Considerações acerca do Sistema de Coordenadas.....	18
3 - Objetivos.....	20
4 - Materiais e Metodos.....	21
4.1 - Materiais: Softwares utilizados.....	21
4.1.1 - Star UML.....	21
4.1.2 - PostgreSQL / Post GIS.....	22
4.1.3 - Quantum GIS.....	24
4.1.4 - Shapefile do IBGE – Divisão política dos Municípios do Brasil.....	26
4.2 - Métodos: Procedimentos Realizados.....	26
4.2.1 - Identificação e obtenção dos softwares necessários ao projeto.....	26
4.2.2 - Levantamento e análise de dados existentes na SEDEC.....	27
4.2.3 - Obtenção do “shape” do território brasileiro contendo a divisão política municipal....	27
4.2.4 - Modelagem do SGBD.....	28
4.2.5 - Estruturação do Banco de Dados no Postgres/PostGIS.....	28
4.2.6 - Estruturação do projeto em software tipo GIS para visualização do mapa e dos objetos geográficos.....	29
4.2.7 - Inserção de coordenadas geográficas nos atributos espaciais dos registros referentes às obras para permitir visualização sobre mapa.....	29
4.2.8 - Estudos para utilização de software específico de geração de interface de consultas e de formulários de cadastramento de dados em ambiente web.....	29
5 - Resultados.....	30
5.1 - Modelagem do banco de dados – software Star UML.....	30
5.2 - Construção do banco de dados no PostGres / PostGIS.....	31
5.3 - Visualização dos dados georreferenciados no QuantumGIS.....	35
6 - Discussões.....	38
7 - Conclusão.....	40
8 - Referências Bibliográficas	41

1. Introdução

A Secretaria Nacional de Defesa Civil - SEDEC é um órgão ordenador de despesas dos Programas Governamentais 1027 - Prevenção e Preparação para Emergências e Desastres, e 1029 – Resposta aos Desastres. O primeiro se destina a custear por meio de convênios firmados entre o Governo Federal e demais entes federativos obras de prevenção de desastres e redução de riscos. O segundo são recursos destinados à reconstrução e recuperação de áreas em localidades atingidas por desastres.

Há ainda outra modalidade de recursos de defesa civil, que é a Transferência Obrigatória de recursos, implementada por meio do Decreto 7.257, de 4 de agosto de 2010, o qual regulamenta a transferência obrigatória pela União a entes federados que foram atingidos por desastres naturais, e que tiveram a situação de emergência e de calamidade públicas reconhecidas.

A SEDEC possui em sua estrutura uma unidade composta de equipe técnica (engenheiros e arquitetos) dedicada à análise dos planos de trabalho, projetos básicos, prestações de contas, vistorias e inspeções técnicas, dos processos de obras destinados a atender aos entes federativos, independentemente da modalidade de transferência de recursos adotada.

Essa unidade, no entanto, possui limitações estruturais ante à necessidade atual, pois o Brasil é um país de dimensões continentais, com clima tropical, que possui diversas localidades carentes de infraestrutura urbana, associada à falta de controle do estado sobre a instalação de residências em áreas de risco.

A situação descrita leva inevitavelmente ao surgimento de numerosas demandas por recursos dos Programas Governamentais 1027 e 1029, gerando, ano após ano, a abertura de dezenas de processos a serem analisados pelos técnicos da SEDEC.

Como motivação adicional à presente proposta de aplicação do SIG para a Defesa Civil cita-se a Medida Provisória 547 de 12 de outubro de 2011, a qual se encontra em tramitação no Congresso Nacional, a qual institui cadastro nacional pelo Governo Federal de municípios com áreas propícias à ocorrência de escorregamentos de grande impacto.

É nesse contexto que se propõe o presente trabalho. Acredita-se que a implantação de um Sistema de Informações Geográficas – SIG, dotado de banco de dados, servirá como

ferramenta de gestão e controle dos processos de obras analisados pelos técnicos da SEDEC. Por meio dele espera-se ser possível o cadastramento de informações relacionadas a cada processo de obras, associando-as às suas respectivas coordenadas geográficas, permitindo visualização gráfica dos locais das obras custeadas.

Além de uma ferramenta de gestão, acredita-se que a implantação do SIG aumentará a capacidade de controle da SEDEC por permitir que sejam visualizadas e armazenadas informações ao longo do tempo, dado que, nos dias atuais, o sistema de análise técnica possui fragilidades e deficiências, já apontadas por órgãos de controle. No sistema atual, por exemplo, pode-se correr o risco de a mesma proposta de obra já executada ser novamente apresentada e apreciada pela área técnica.

Nesse sentido é que se apresenta a presente monografia, propondo a aplicação do SIG e apontando propostas de expansões posteriores.

2. Revisão da literatura

2.1 A Geoinformação

A Geoinformação visa trabalhar com informações espacialmente referenciadas. Essas informações normalmente estão dispostas sobre um espaço geográfico, o qual os SIG - Sistemas de Informação Geográfica, tentam representar por meio de algoritmos e estruturas de dados.

De acordo com (Câmara, 1998), “o espaço geográfico é modelado segundo duas visões complementares: os modelos de *campos* e *objetos* (Worboys, 1995). O modelo de campos enxerga o espaço geográfico como uma superfície contínua, sobre a qual variam os fenômenos a serem observados segundo diferentes distribuições. (...) O modelo de objetos representa o espaço geográfico como uma coleção de entidades distintas e identificáveis.”

No Geoprocessamento existem dados do tipo temáticos, cadastrais, redes e modelos numéricos do terreno. Os temáticos descrevem distribuição espacial. Redes relacionam-se a sistemas de infraestrutura em geral. Modelos Numéricos de Terrenos estão associados questões tais como altimetria de áreas. Por fim, e mais aderido ao tema deste trabalho, os dados cadastrais associam-se elementos geográficos representados graficamente.

Os objetos geográficos são elementos de dados cadastrais, pois possuem atributos e podem estar associados a representações gráficas. A representação gráfica identifica e localiza o objeto dentro do espaço geográfico, podendo ser feita com pontos, linhas ou polígonos. Os atributos são informações não espaciais associados a uma entidade e podem ser dispostos em um sistema gerenciador de bancos de dados.

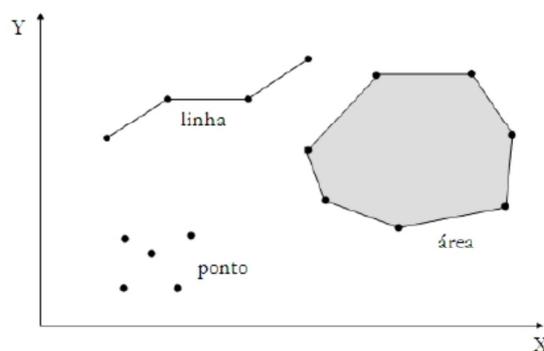


Figura 01 – Representações vetoriais em duas dimensões. (Câmara, 1998)

Os SIG permitem a associação entre elementos espaciais (objetos geográficos) com as informações que os caracterizam, mas que por si só não possuem características espaciais. Os SGBD – Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados são excelentes ferramentas para armazenamento de informações, mas a partir do momento que surge a necessidade de associar aqueles dados a um lugar no espaço, é fundamental o desenvolvimento de um Sistema de Informações Geográficas.

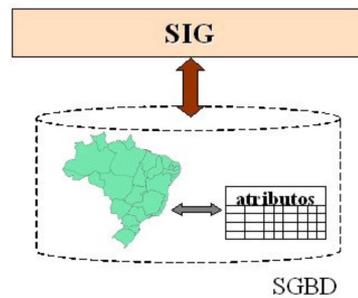


Figura 02 – Esquema de SIG. (Câmara, 1998)

De acordo com Câmara 1998, “o termo sistemas de informação geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. A principal diferença de um SIG para um sistema de informação convencional é sua capacidade de armazenar tanto os atributos descritivos como as geometrias dos diferentes tipos de dados geográficos.”

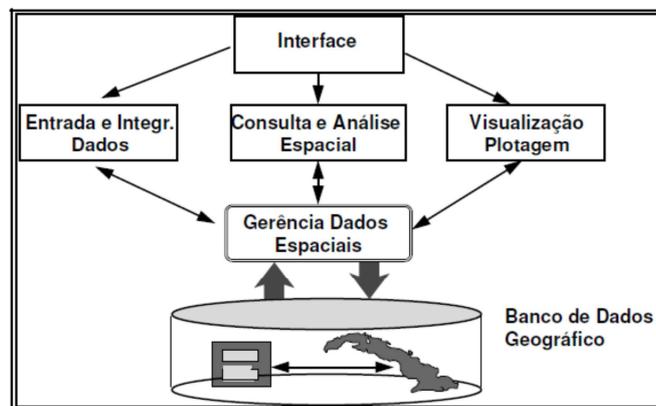


Figura 03 - Arquitetura de sistemas de informação geográfica (Câmara, 1998).

2.2 A representação do espaço real

O desafio principal da Geoinformação é a representação do espaço geográfico dentro de um ambiente computacional. Para tal, Gomes e Velho (1992, apud Câmara, 1998) propõem um “Paradigma dos Quatro Universos”, sendo eles: Mundo Real, Matemático, de Representação e de Implementação.

Desse modo, até chegar ao ambiente computacional, o espaço geográfico (o mundo real) terá suas entidades formalmente definidas, mapeadas e, por fim, será desenvolvido o código computacional que implementará a representação do espaço.

Uma das principais considerações a se levar em conta é a definição entre os tipos possíveis de representação do espaço geográfico, que podem ser Matricial ou Vetorial. No tipo de representação matricial é construída uma malha quadriculada sobre a qual se constrói o elemento a ser representado. Valores associados a cada quadrícula indicam se ela faz parte, ou não, do elemento geográfico que está sendo representado.

A figura a seguir demonstra a diferença entre representação vetorial e matricial.

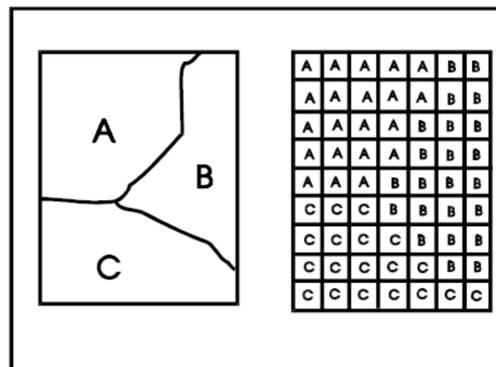


Figura 04 – representação vetorial x matricial (Câmara 1998)

A representação vetorial tenta representar de forma fidedigna as feições dos elementos geográficos. Os instrumentos usados para tentar aproximar a representação gráfica à forma real são os já citados: ponto, linha e polígono.

A representação vetorial está relacionada ao modelo de representação por objetos. A individualização de objetos no espaço geográfico e sua representação no ambiente computacional permitem que informações de atributos desses elementos disponíveis em bancos de dados sejam a eles associadas, no SIG.

Deve-se observar que a forma pela qual os elementos geográficos se relacionam entre si e com seus atributos deve ser estudada e para que o modelo computacional a ser desenvolvido para representar o universo real seja o mais fidedigno possível.

Na construção do modelo, é fundamental a construção de uma estrutura em diagrama que demonstre graficamente todas as classes, entidades e relacionamentos. A partir do modelo é possível estruturar um esquema conceitual de um banco de dados geográfico bastante representativo da realidade. De acordo com Martin e Odell, 1992, “O modelo representa um aspecto da realidade e é construído de tal forma que nos ajuda a entendê-la.”

2.3 Banco de Dados

O entendimento da estruturação do banco de dados geográfico demanda uma breve abordagem acerca de dois modelos fundamentais: o banco de dados relacional e o banco de dados orientado ao objeto. O primeiro é uma estrutura tradicional de organização de banco de dados, a qual tem como premissas principais a independência de dados, a estruturação dos dados em linhas, colunas e tabelas, e possui modelo conceitual representado por tabelas relacionais com acesso via SQL – Structured Query Language.

O banco de dados orientado ao objeto possui como meta principal o encapsulamento, sendo que o banco armazena não apenas dados, mas também métodos. O foco da estrutura é sobre as classes de dados, e não sobre os dados. A forma de organização dos dados é complexa, e os usuários não possuem consciência dessa complexidade em função do encapsulamento.

O quadro a seguir apresenta resumo das características de cada modelo (Martin, Odell, 1992).

Banco de dados relacionais	Bancos de dados orientados ao objeto
Meta principal: independência de dados	Meta principal: encapsulamento
Somente dados: O banco de dados geralmente armazena somente dados	Dados mais métodos: O banco de dados armazena dados mais métodos.
Compartilhamento de dados: Os dados podem ser compartilhados por quaisquer processos. Os dados são projetados para qualquer tipo de uso	Encapsulamento: Os dados podem ser usados somente pelos métodos das classes. Os dados são projetados para ser usados somente por métodos específicos.
Dados passivos: Os dados são passivos. Certas operações limitadas podem ser automaticamente acionadas quando os dados são usados.	Objetos ativos: Os objetos são ativos. As solicitações fazem com que os objetos executem seus métodos. Alguns métodos podem ser altamente complexos, como, por exemplo, aqueles que usam regras e uma máquina de inferência.
Mudança constante: Os processos que usam dados constantemente mudam.	Classes projetadas para reuso: As classes projetadas para alta reusabilidade raramente mudam.
Independência de dados : Os dados podem ser fisicamente reorganizados sem afetar a forma como são usados.	Independência de classes: As classes podem ser reorganizadas sem afetar a maneira como são usadas.
Simplicidade: Os usuários percebem os dados como colunas, linhas e tabelas.	Complexidade: As estruturas de dados podem ser complexas. O usuário não tem consciência da complexidade por causa do encapsulamento.
Tabelas separadas: Cada relação (tabela) é separada. Comandos UNIR (JOIN) relacionam dados em tabelas separadas.	Dados interligados: Os dados podem estar interligados de forma que os métodos da classe consigam bom desempenho. As tabelas são uma das muitas estruturas que podem ser usadas, BLOBs (grandes objetos binários) são usados para som, imagens e vídeo.
Dados não-redundantes: A normalização de dados é feita para ajudar a eliminar a redundância de dados. (Ela nada faz para ajudar a eliminar a redundância no desenvolvimento de aplicações).	Métodos não-redundantes: Dados e métodos não redundantes são conseguidos com encapsulamento e herança. A herança ajuda a diminuir a redundância de métodos, e o reuso de classes ajuda a diminuir a redundância no desenvolvimento.
SQL A linguagem SQL é usada para a manipulação de tabelas.	Solicitações OO: As solicitações provocam a execução de métodos. Métodos diversos podem ser usados.
Desempenho: O desempenho é uma preocupação com estruturas de dados altamente complexas.	Otimização de classe. Os dados para um objeto podem ser interligados e armazenados juntos de forma que possam ser acessados a partir de uma posição do mecanismo de acesso. Os OODBs oferecem um desempenho muito mais elevado do que os DBs relacionais para certas aplicações com dados complexos.
Modelo conceitual diferente: O modelo da estrutura de dados e acesso representados por tabelas e JOIN é diferente daquele para análise, projeto e programação. O projeto deve ser convertido em tabelas relacionais, e o acesso em estilo SQL.	Modelo conceitual coerente: Os modelos usados para análise, projeto, programação, e o acesso e a estrutura do banco de dados são semelhantes. Os conceitos de aplicação são diretamente representados por classes no OODB. Quanto mais complexa a aplicação e suas estruturas de dados, mais economia em tempo e dinheiro no desenvolvimento da aplicação.

Quadro 01 - Diferenças entre os bancos de dados relacionais e os orientados a objeto (MARTIN,1995).

No entanto, o banco de dados geográficos de um SIG é na verdade um SGBDOR, que significa Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Objeto-Relacional. Ele é semelhante ao banco de dados relacional, mas possui características do banco de dados orientado a objeto.

Esse tipo de banco de dados fornece suporte para consultas complexas sobre dados complexos, com a inserção de extensões nas linguagens de consulta, mas mantendo a estrutura de dados relacional, definida em linhas, colunas e tabelas.

Dessa forma, buscou-se aliar no mesmo SGBD os benefícios do modelo de banco de dados relacional com os ganhos do modelo orientado a objeto. De mesmo modo, essa associação permitiu a eliminação de pontos negativos em cada um dos modelos.

2.4 Modelagem do banco de dados

Os modelos de dados para aplicações geográficas buscam representar os objetos geográficos tanto o tipo de entidades representáveis como seu inter-relacionamento.

Verificou-se que existem muitos modelos, principalmente voltados a estender os modelos criados para aplicações convencionais, como GeoOOA (Kösters et al., 1997), MODUL-R (Bédard et al., 1996), GMOD (Oliveira et al., 1997), IFO para aplicações geográficas (Worboys et al., 1990), GISER (Shekhar et al., 1997), OMT-G (Borges et al., 2001), GeoFrame (Lisboa Filho, 1997), MADS (Parent et al., 1999).

Neste trabalho foi adotado o modelo OMT-G. “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 e, portanto reduzindo a distância entre o modelo mental do espaço a ser modelado e o modelo de representação usual.” (Câmara, 2004)

Esse modelo oferece suporte às características topológicas e permite o desenho de relacionamentos explícitos, possibilitando a visualização da forma como interagem os objetos espaciais e não-espaciais. Ele é baseado em três premissas principais: classes, relacionamentos e restrições de integridade.

As classes são grupos de dados (contínuos, discretos e não-espaciais) das aplicações geográficas. Elas podem ser georreferenciadas ou convencionais. As georreferenciadas são do tipo geocampo (fenômenos contínuos no espaço) ou geo-objeto (objetos individualizáveis). Sua representação é semelhante à da classe convencional (retângulo), exceto pela presença de um símbolo no canto superior esquerdo representando o tipo de objeto que aquela classe georreferenciada representa.

A representação das classes no modelo OMT-G é mostrada na figura a seguir. Notar que os atributos podem ser representados no retângulo inferior ao retângulo de cada classe.

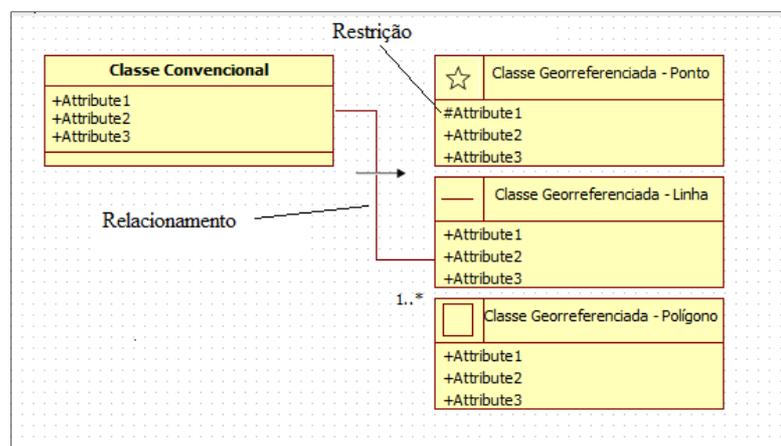


Figura 05 – Representação de classes, relacionamento e restrição no modelo OMT-G.

2.5 Considerações acerca do Sistema de Coordenadas

Atualmente no Brasil, há legalmente dois sistemas geodésicos em uso, o SAD69 (South American Datum 1969) e o SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas).

Isso se dá porque está em implantação o SIRGAS 2000, que tem prazo final em 2014. Ou seja, a partir de 2014 todos os trabalhos e informações geográficas oficiais deverão estar relacionados a esse sistema. Nesse período de transição, no entanto, ainda estão válidos os dados referenciados ao SAD-69, que vem sendo o sistema oficial no país desde 1969.

De acordo com o IBGE, o novo sistema de coordenadas, SIRGAS, é compatível com a última atualização do sistema WGS84(G1150), apresentando atualmente uma pequena diferença de centímetros. Este sistema é o mesmo utilizado pelo aplicativo GoogleEarth™, e

tornou-se referência após o advento da liberação do uso de aparelhos GPS – Global Position System, para a população civil.

A principal mudança conceitual entre os dois sistemas é que o SAD69 é um sistema topocêntrico, ou seja, o ponto de origem e orientação está na superfície da terra. O SIRGAS (WGS84) é geocêntrico, ou seja, adota um referencial que é um ponto calculado computacionalmente no centro da terra (geóide).

3. Objetivos

O objetivo deste trabalho foi a aplicação de Sistema de Informações Geográficas – SIG, para mapeamento das ações e obras civil da Secretaria Nacional de Defesa Civil - SEDEC. Esse sistema tem como característica a implementação de estrutura de um banco de dados geográfico, no qual seriam armazenadas as informações referentes aos processos sobre obras civis e ações sob a responsabilidade da SEDEC, além de armazenadas as coordenadas geográficas que localizam suas respectivas obras, permitindo sua visualização sobre mapa georreferenciado do Brasil.

Pretendeu-se alcançar no presente trabalho a aplicação de uma ferramenta de gestão que permita o cadastramento de informações por meio de tela do sistema, e sua visualização em ambiente web para consultas posteriores.

Com essas funcionalidades, espera-se que o SIG contribua para:

- Que as informações referentes aos processos analisados não se percam ao longo do tempo;
- Evitar eventuais duplicidades ou sobreposições na liberação de recursos para obras de Defesa Civil;
- Controle gerencial das ações internas de análise, inspeções, vistorias e prestações de contas em andamento;
- Indicar visualmente áreas de maior concentração de ocorrências, o que poderá suscitar futuras análises e estudos.

Espera-se, por fim, que o presente trabalho gere um SIG contendo três estruturas principais, sendo o Banco de Dados Geográfico, o Sistema de Visualização Gráfica e o ambiente de cadastramento, visualização de dados e de consultas.

4. Materiais e Métodos

4.1 Materiais: Softwares utilizados

Como primeira etapa desta fase de trabalho, foi feita a identificação dos softwares necessários à conclusão do projeto. Essa definição ficou associada às etapas de projeto identificadas, conforme a seguir:

Etapa	Software
Modelagem do Banco de Dados	Star UML
SGBD	Postgres/SQL na extensão PostGIS
Plotagem em ambiente GIS	Quantum GIS
Criação de tela de consulta/Cadastro	Pmapper

Tabela 02 – Relação de softwares utilizados

Uma consideração inicial acerca de todos os softwares adotados e que se trata de sistemas de código aberto, eliminando problemas de obtenção de licenças, o que em alguns softwares de código fechado existentes no mercado constitui um grande impedimento à sua utilização devido a custos muito elevados.

4.1.1 Star UML



Figura 06 – Software StarUML

O Star UML é um sistema de distribuição gratuita e que permite a elaboração da modelagem de sistemas. Ele foi criado com a intenção de ser uma alternativa, e substituir, os softwares comerciais de ferramentas UML existentes no mercado.

Esse software fornece um ambiente gráfico contendo barras de ferramentas específicas para a estruturação de modelos de software. Sua utilização é bastante simplificada, ficando a complexidade a cargo as definições do estabelecimento de relacionamentos e restrição associados às classes e atributos do banco de dados em construção (vide figura 5).

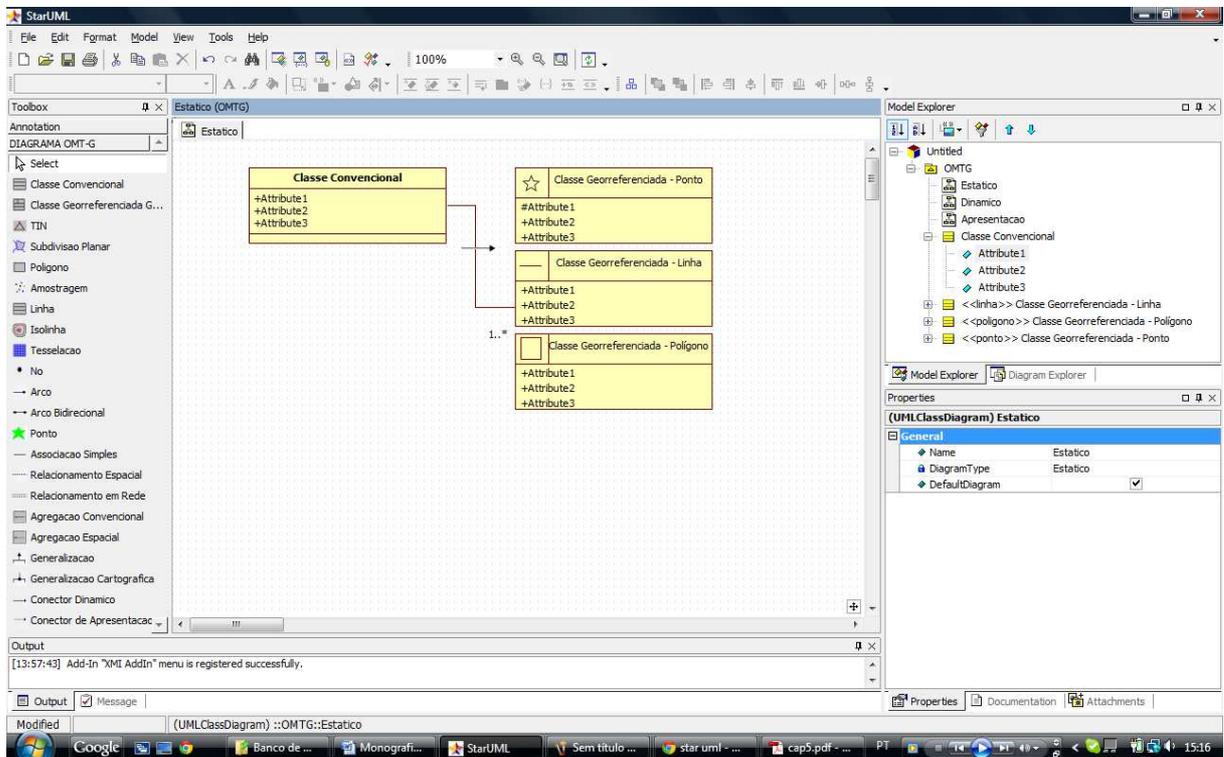


Figura 07 – Ferramentas do software Star UML.

4.1.2 PostgreSQL / Post GIS

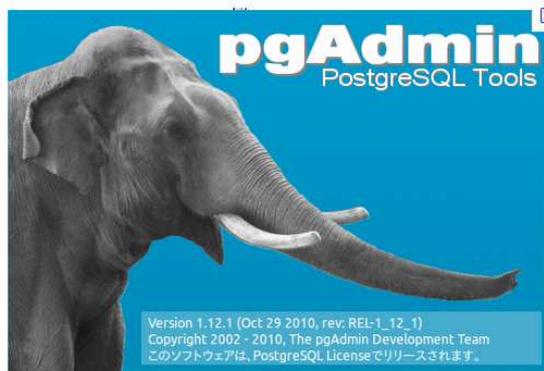


Figura 08 – Software Postgres

“O PostgreSQL é um projeto open source coordenado pelo PostgreSQL Global Development Group. O desenvolvimento do PostgreSQL é feito por um grupo de desenvolvedores, em sua maioria voluntários, espalhados por todo o mundo e que se

comunicam via Internet.” (Disponível em: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL> >. Acesso em: 08 dez. 2011).

O Postgres foi o sistema gerenciador de banco de dados pioneiro em utilizar o modelo objeto-relacional. Segundo Queiroz (2002) apud Gonçalves (2004), o Postgres oferece as seguintes características:

- portabilidade: atualmente existem versões para quase todos os sistemas operacionais;
- suporte a SQL (compatível com SQL-92);
- suporte à herança entre tabelas;
- tipos de dados-matriz (tamanho variável/fixo);
- tipos de dados geométricos – ponto, linha, caminho, polígono, círculo;
- suporte a blobs;
- possibilidade de criação de tipos de dados, funções e operadores definidos pelo usuário (mecanismos de extensibilidade);
- linguagens procedimentais (PLSQL, PLTCL, PLPERT);
- triggers e regras (rules);
- controle de concorrência e transação;
- métodos de indexação: B-Trees, R-Trees, HASH e Gist;
- conectividade através de interfaces, dependendo apenas do espaço em disco;
- campos de tamanho ilimitado (TOAST);

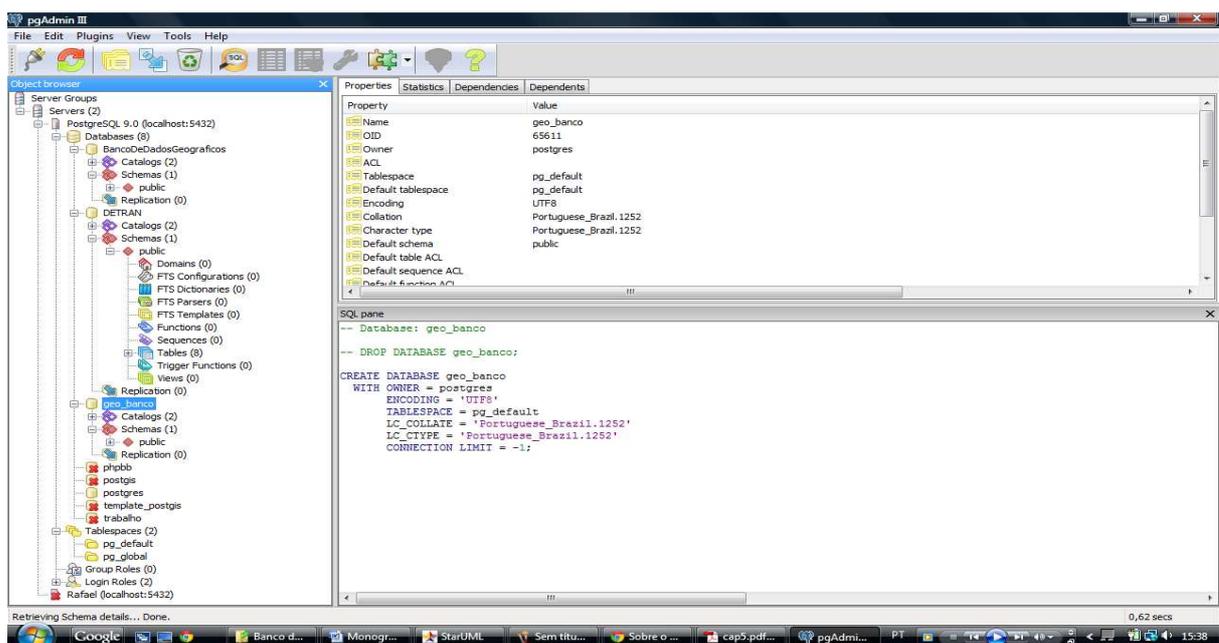


Figura 09 – Tela do Postgres

“O PostGIS é uma extensão espacial gratuita e de código fonte livre. Sua construção é feita sobre o sistema de gerenciamento de banco de dados objeto relacional (SGBDOR) PostgreSQL, que permite o uso de objetos GIS (Sistemas de Informação Geográfica) ser armazenado em banco de dados. PostGIS inclui suporte para índices espaciais GiST e R-Tree, além de funções para análise básica e processamento de objetos GIS.” (Disponível em: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/PostgreGIS> >. Acesso em: 08 dez. 2011).

De acordo com Gonçalves (2004), o PostGIS possui tipos de objetos que podem ser representados e armazenados como:

- point: (0,0,0);
- linestring: (00, 11,12);
- polygon: ((000,400,440,040,000), (110, ...),...);
- multipoint: (000, 121);
- multilineString: ((000,110,121),(231,321,541));
- Multipolygon: (((000,400,440,040,000),(...),...),...);
- GeometryColletcion: (Point(239),Linestring((234,345)).

O PostGIS possui ainda:

- funções de recuperação de objetos geométricos;
- formato binário;
- formato texto;
- esquema para definição de metadados;

4.1.3 Quantum GIS

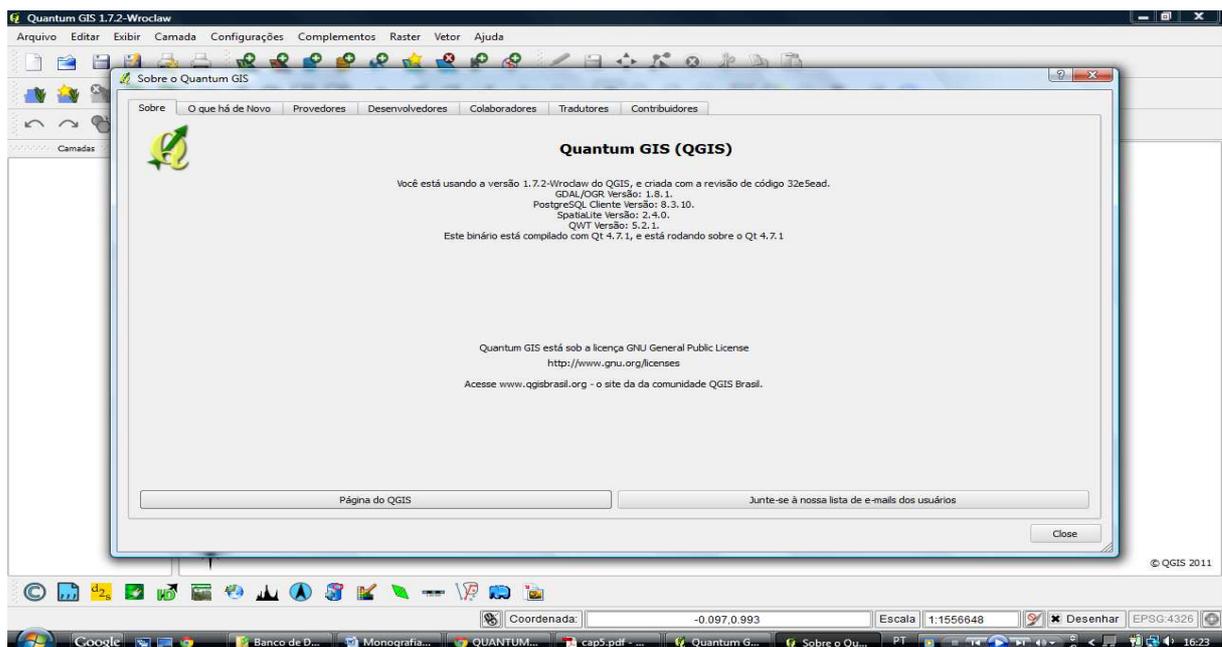


Figura 10 – Software QuantumGIS

Quantum GIS (ou QGIS) é um SIG – Sistema de Informações Geográficas de código aberto amigável ao usuário. Ele é um projeto oficial da OSGeo – Open Source Geospatial Foundation, e pode rodar com os principais sistemas operacionais atuais. Suporta numerosos formatos e funcionalidades de vetor, raster e banco de dados.

Ele foi originalmente desenvolvido para ser um visualizador GIS para o sistema operacional Linux, que era rápido e suportava ampla faixa de dados. Sua primeira versão apenas suportava dados oriundos do PostGIS.

No caso deste projeto o QGIS se adequa perfeitamente, pois além de ser um software de código livre, ele possui essa funcionalidade que permite importar dados do Postgres e, caso possuam atributos espaciais, esses dados podem ser visualizados sobre um mapa.

Para o presente projeto, a utilização do QGIS se dará com a incorporação do “shape” da divisão política dos municípios sobre o território nacional, a ser plotado em uma camada vetorial do sistema. Em seguida será adicionada nova camada vetorial obtida a partir dos dados espaciais dos dados oriundos do Postgres.

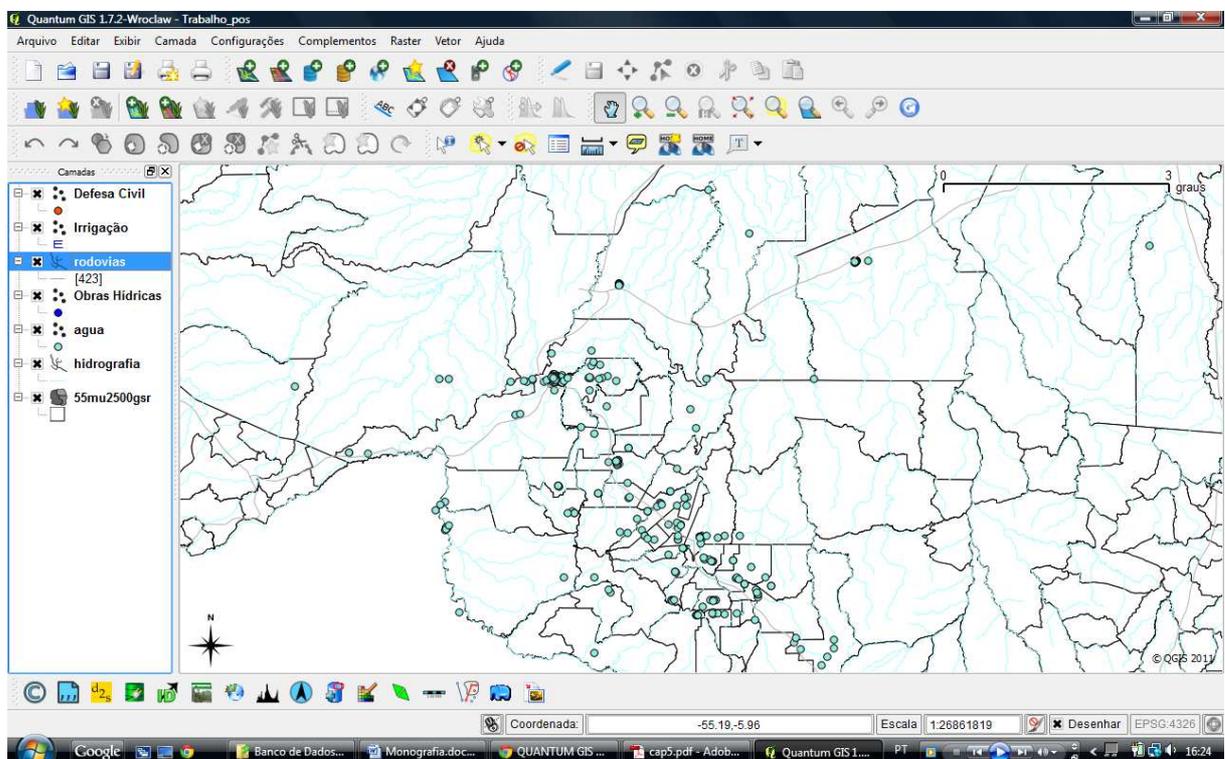


Figura 11 – Exemplo de visualização no Quantum GIS

4.1.4 Shapefile do IBGE – Divisão política dos Municípios do Brasil

O shapefile utilizado no projeto, obtido por meio do site do IBGE possui as seguintes características:

- tipo de armazenamento dessa camada: ESRI Shapefile;
- tipo de geometria das feições nesta camada: Polygon;
- sistema de unidades de referência espacial na camada : datum=WGS84.
- A escala de visualização do mapa poderá variar em função do tipo de consulta a ser realizada, em nível municipal, ou nacional.

4.2 Métodos: Procedimentos Realizados

Nesse item, apresentam-se os procedimentos realizados, sendo que os respectivos resultados serão mostrados no item 5.

4.2.1 Identificação e obtenção dos softwares necessários ao projeto

A identificação dos softwares necessários ao projeto iniciou-se no período de aulas do curso de especialização em Geoprocessamento. Com a realização de exercícios e de pesquisas e consultas, observou-se que a utilização dos softwares Postgres/PostGIS como SGBD, StarUML para a modelagem e o QuantumGIS para a visualização gráfica, permitiria a aplicação do SIG sem problemas com licenças, pois todos são softwares de código fonte aberto, e com perfeita integração em suas funcionalidades.

Outro aspecto foi preponderante para a escolha dos sistemas, que foi a facilidade em utilizá-los, uma vez que não demandam conhecimentos muito aprofundados em linguagens de programação. O SQL utilizado no Postgres é de fácil aprendizagem e muito eficiente.

Como opção para desenvolvimento de tela em ambiente web, para realização de consultas e inserção de dados, ou seja, a criação de interface com o usuário, adotou-se um aplicativo, também de natureza livre, chamado “Pmapper” ligado ao sistema de visualização de mapas “Mapserver”.

Todavia, a instalação e configuração do referido aplicativo demandava conhecimentos mais avançados de computação do que se esperava, o que representou um impedimento à realização da terceira etapa prevista.

4.2.2 Levantamento e análise de dados existentes na SEDEC

Com o intuito de alimentar o banco de dados com dados existentes, foi obtido por meio de consulta a aplicativo disponibilizado pela área de informática do Ministério da Integração Nacional (ao qual se subordina a SEDEC), um conjunto de dados de processos de obras civis já realizados pela Defesa Civil, desde meados do ano 2000 até os dias atuais, o que fornece uma boa fonte histórica de dados.

Notou-se, no entanto, em diversos campos de dados, que as informações inseridas não possuíam muita consistência, sendo que houve necessidade de, em alguns casos, retirar do banco de dados determinado campo (atributo).

Todavia, a avaliação geral acerca dos dados obtidos é de que eles são satisfatórios, uma vez que permitem visualizar o local das obras, os valores dos processos, informações e números identificadores do processo administrativo a que estão associados, e os objetos das ações realizadas.

Desse modo, dentro dos objetivos iniciais, a utilização dos dados obtidos foi considerada viável, e foi feita a importação desses dados para o SGBD do projeto.

4.2.3 Obtenção do “shape” do território brasileiro contendo a divisão política municipal.

Para a visualização gráfica dos dados, buscou-se um “shape” que permitisse visualização dos dados sobre o território nacional, e que disponibilizasse visualização da divisão política de municípios.

Assim, foi obtido um “shape” do IBGE que possui essa divisão política, sendo que as áreas dos municípios são elementos vetorizados, o que poderá permitir, em um segundo momento, a realização de consultas espaciais dentro do SIG. Todavia, por hora, o objetivo do trabalho é apenas a visualização gráfica dos processos e consulta de dados.

4.2.4 Modelagem do SGBD

A modelagem do SGBD foi feita levando-se em conta os dados levantados junto à SEDEC. A partir deles, definiu-se as classes, atributos, relacionamentos e restrições do SGBD. Para isso, utilizou-se o software StarUML na opção OMT-G, mostrado no item 5.

4.2.5 Estruturação do Banco de Dados no Postgres/PostGIS

O banco de dados foi estruturado no software Postgres/PostGIS, utilizando-se funcionalidades do próprio sistema. Inicialmente foi feita a importação da tabela de dados obtida junto à SEDEC, contendo os dados de processos. Para isso foi utilizada a funcionalidade “PostGIS shapefile and DBF loader”, e foi criada a tabela “Dados”.

Em seguida, foi adicionado na tabela “Dados” o atributo espacial, por meio de código SQL, utilizando-se o comando AddGeometryColumn. Como a tabela “Dados” não possuía dados espaciais, as coordenadas geográficas foram inseridas no campo “Geometria” criado utilizando-se o comando Update do SQL.

Para a visualização da parte espacial do PostGIS, o sistema necessita da criação de duas tabelas auxiliares padrão: “geometry_columns” e “spatial_ref_sys”. A primeira se destina a armazenar as informações de geometria das informações espaciais inseridas nas tabelas com atributos espaciais. A segunda armazena informações sobre os sistemas de coordenadas geográficas. No caso do presente projeto, o sistema utilizado é o WGS84, cujo código de associação do PostGIS é 4326.

Em seguida foi feita a importação da tabela de atributos do “shape” do IBGE, também utilizando a funcionalidade “PostGIS shapefile and DBF loader”, e identificada com o nome IBGE.

Por fim, foram criadas as tabelas “situação”, “tab_acao”, “tab_secretaria”, “tab_unidade”, “tab_instrumento” e “tipo_processo”. Para tal foi utilizado o comando “Create Table” do SQL. Foram preenchidos os dados dessas tabelas com a utilização do comando “Insert”.

4.2.6 Estruturação do projeto em software tipo GIS para visualização do mapa e dos objetos geográficos

Como já dito, para a visualização gráfica do SIG foi adotado o software QuantumGIS. Inicialmente foi feita a inserção da camada referente ao “shape” do IBGE do mapa do território brasileiro com a divisão política municipal. Essa ação é feita por meio da funcionalidade “Adicionar Camada Vetorial” do sistema.

Em seguida foi estabelecido o link do QGIS com o Postgres. Essa conexão é feita por meio da funcionalidade “Adicionar Camada PostGIS” do sistema. Essa é uma das grandes vantagens desse software, pois ele já reconhece dentro das tabelas do PostGIS os atributos espaciais, bem como o sistema de referência utilizado. Ao realizar esse procedimento, é gerada uma nova camada de visualização, a qual é plotada sobre a camada do “shape” contendo a divisão política dos municípios. Dessa forma é feita a visualização do posicionamento de cada obra / ação da SEDEC presente no banco de dados.

Ao clicar sobre determinado ponto plotado, é aberto um quadro pelo sistema exibindo todas as informações não espaciais associadas àquele ponto.

4.2.7 Inserção de coordenadas geográficas nos atributos espaciais dos registros referentes às obras para permitir visualização sobre mapa.

Como as tabelas possuem grande quantidade de registros não georreferenciados, previu-se essa etapa como uma continuação da inserção de coordenadas geográficas nos registros de obras e ações da SEDEC. Essa atividade já foi iniciada, sendo possível a visualização em tela de diversos registros.

4.2.8 Estudos para utilização de software específico de geração de interface de consultas e de formulários de cadastramento de dados em ambiente web.

A última etapa prevista para o trabalho era o desenvolvimento de uma tela de interface web para consultas e cadastramento de dados no SIG. A meta era utilizar o aplicativo “Pmapper” para esse desenvolvimento. Todavia, problemas relacionados à configuração de instalação do software, e também problemas relacionados à sua própria utilização inviabilizaram o desenvolvimento dessa etapa, e ela não foi realizada.

5. Resultados

Para aferição dos resultados, remete-se inicialmente ao objetivo do trabalho, que era a aplicação de um SIG para mapeamento das obras e ações da Secretaria Nacional de Defesa Civil.

O resultado do presente projeto foi a modelagem e criação de um SIG estruturado a partir da integração de um SGBD com atributos espaciais, integrado ao software de visualização gráfica, por meio do qual se pode visualizar geograficamente o posicionamento das demandas existentes no banco de dados e se pode acessar, com um clique sobre o ponto plotado, as informações não espaciais a ele vinculadas.

Como se tratou do desenvolvimento de uma ferramenta computacional, serão exibidas telas dos sistemas desenvolvidos como forma de demonstração de resultados.

5.1 Modelagem do banco de dados – software Star UML

O Banco de Dados elaborado possui uma estrutura contendo 08 tabelas, sendo uma principal e as demais sendo tabelas auxiliares. A principal tabela, “dados”, possui o atributo espacial de ponto, e contém os dados relacionados às informações gerenciais do processo de cada obra de engenharia.

A tabela “lbge”, na qual estão contidas as informações acerca dos municípios, é a tabela de atributos do shapefile utilizado no presente trabalho. O relacionamento entre ela e a tabela “dados” se dá pelo atributo “cod_lbge” comum às duas tabelas, e é do tipo 1 para n, ou seja, um município pode conter vários processos, mas um processo está relacionado a apenas a um único município.

As demais tabelas são tabelas auxiliares. Elas armazenam dados referentes a diversos atributos da tabela “dados”. São elas, a listagem de unidades da SEDEC, a listagem de secretarias, a listagem de situações possíveis dos processos, a listagem dos tipos de ações orçamentárias, listagens dos tipos de instrumentos de formalização dos processos, e a listagem dos tipos de processo.

Por meio das tabelas auxiliares, pode ser viabilizada a padronização dos dados de input, permitindo inclusive a padronização das tipologias de obras e sua inserção dentre os

atributos de cada processo de obra. O relacionamento dessas tabelas com a tabela “dados” é do tipo 1 para n, de modo que cada um processo pode ter apenas uma opção desses atributos, todavia, o mesmo atributo pode estar presente em diversos processos.

5.2 Construção do banco de dados no PostGres / PostGIS

Para a estruturação das tabelas auxiliares e espaciais do banco de dados no PostGres / PostGis foi utilizado o assistente de linguagem SQL disponível no software. Para a criação das tabelas “dados” e “ibge”, foi utilizado o assistente de importação, uma vez que essas tabelas já vieram estruturadas da SEDEC e do Shapefile respectivamente.

Para a criação das tabelas, foram utilizados os códigos de SQL “create table” (para criar as tabelas), “insert column” (insere colunas), “update” (para inserção de dados nas colunas), “alter table” associado com “AddGeometryColumn” para inserção de coluna espacial na tabela “dados”.

Foram criadas as tabelas auxiliares “geometry_columns” e “spatial_ref_sys” para o armazenamento dos dados espaciais e a utilização do sistema de coordenadas, respectivamente. Essas tabelas são padrão do PostGres / PostGis para a utilização de dados espaciais.

A seguir, exibe-se as telas do software Star UML, contendo a estrutura do banco de dados, e telas do PostGres / PostGis contendo os tabelas criadas e seus conteúdos.

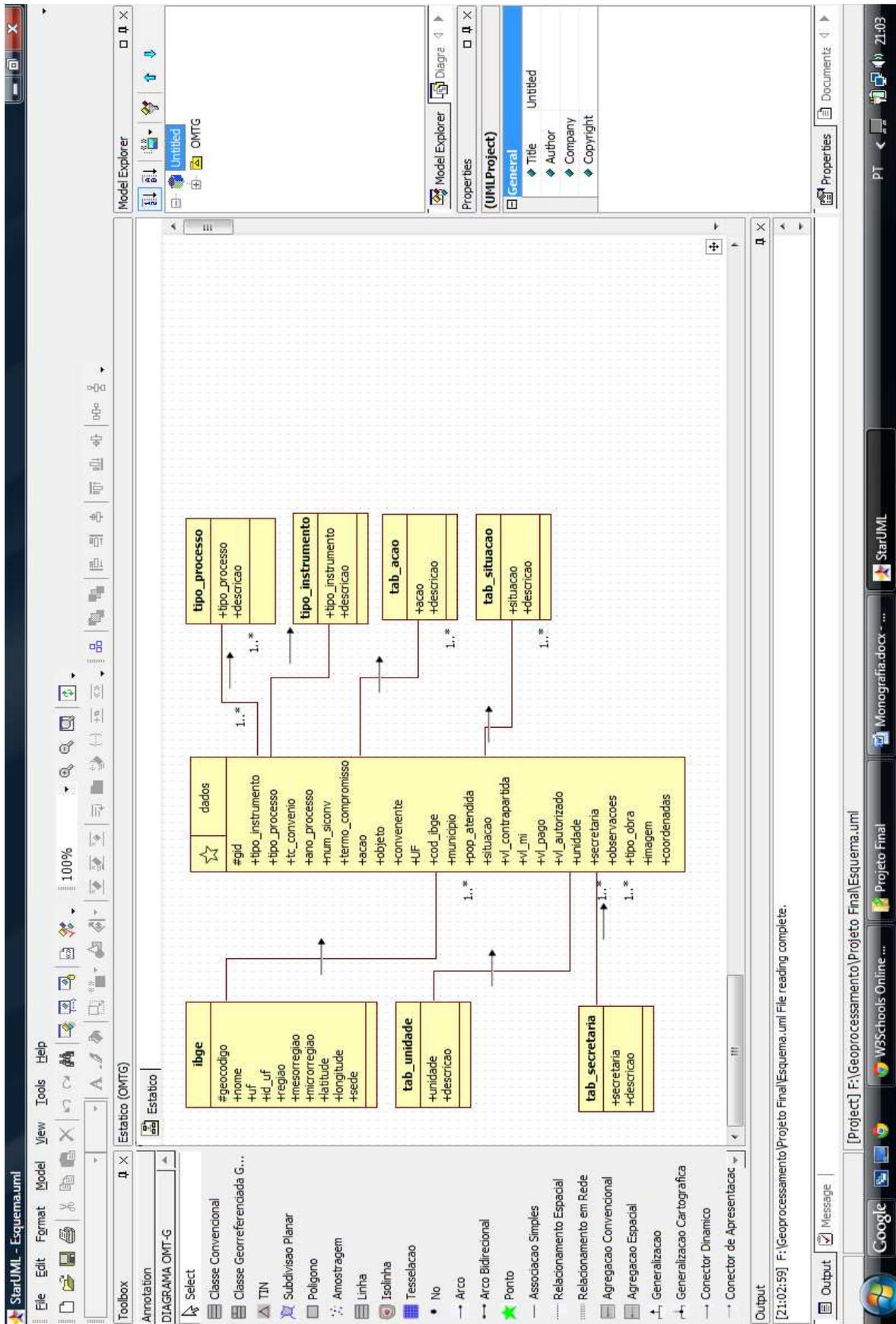


Figura 12 – Modelagem do banco de dados no software StarUML

The screenshot displays the pgAdmin III interface. The left pane shows the 'Object browser' for a PostgreSQL 9.0 server (localhost:5432). The 'Databases' folder is expanded to show the 'postgis' database. The right pane shows the 'SQL pane' with the following SQL code:

```

-- Database: postgis
-- DROP DATABASE postgis;

CREATE DATABASE postgis
WITH OWNER = postgres
ENCODING = 'UTF8'
TABLESPACE = pg_default
LC_COLLATE = 'Portuguese_Brazil.1252'
LC_CTYPE = 'Portuguese_Brazil.1252'
CONNECTION LIMIT = -1;
GRANT ALL ON DATABASE postgis TO public;
GRANT ALL ON DATABASE postgis TO postgres;

ALTER DEFAULT PRIVILEGES
GRANT INSERT, SELECT, UPDATE, DELETE, TRUNCATE, REFERENCES, TRIGGER ON TABLES
TO public;

ALTER DEFAULT PRIVILEGES
GRANT INSERT, SELECT, UPDATE, DELETE, TRUNCATE, REFERENCES, TRIGGER ON TABLES
TO postgres;

ALTER DEFAULT PRIVILEGES
GRANT SELECT, UPDATE, USAGE ON SEQUENCES
TO public;

ALTER DEFAULT PRIVILEGES
GRANT SELECT, UPDATE, USAGE ON SEQUENCES
TO postgres;

```

The right pane also shows a tree view of the database schema, including:

- Domains (0)
- FTS Configurations (0)
- FTS Dictionaries (0)
- FTS Parsers (0)
- FTS Templates (0)
- Functions (780)
- Sequences (2)
- Tables (10)
 - dados
 - geometry_columns
 - ibge
 - situacao
 - spatial_ref_sys
 - tab_acao
 - tab_secretaria
 - tab_unidade
 - tipo_instrumento
 - tipo_processo
 - Trigger Functions (2)
 - Views (1)
- Replication (0)
- postgres
 - template_postgis
 - trabalho
- Tablespaces (2)
- Group Roles (0)
- Login Roles (2)
- Rafael (localhost:5432)

Figura 13 – Esquema de tabelas criadas para o banco de dados

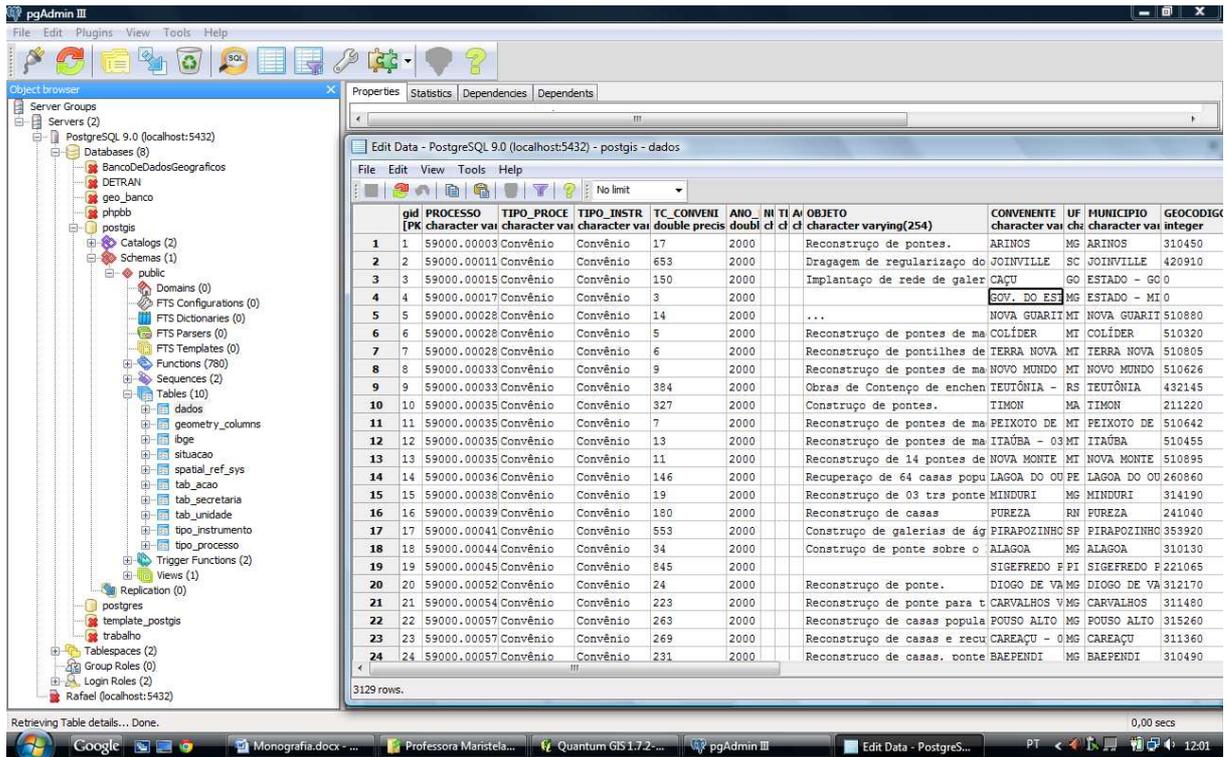


Figura 14 - Tabela “dados” contendo informações dos processos da SEDEC.

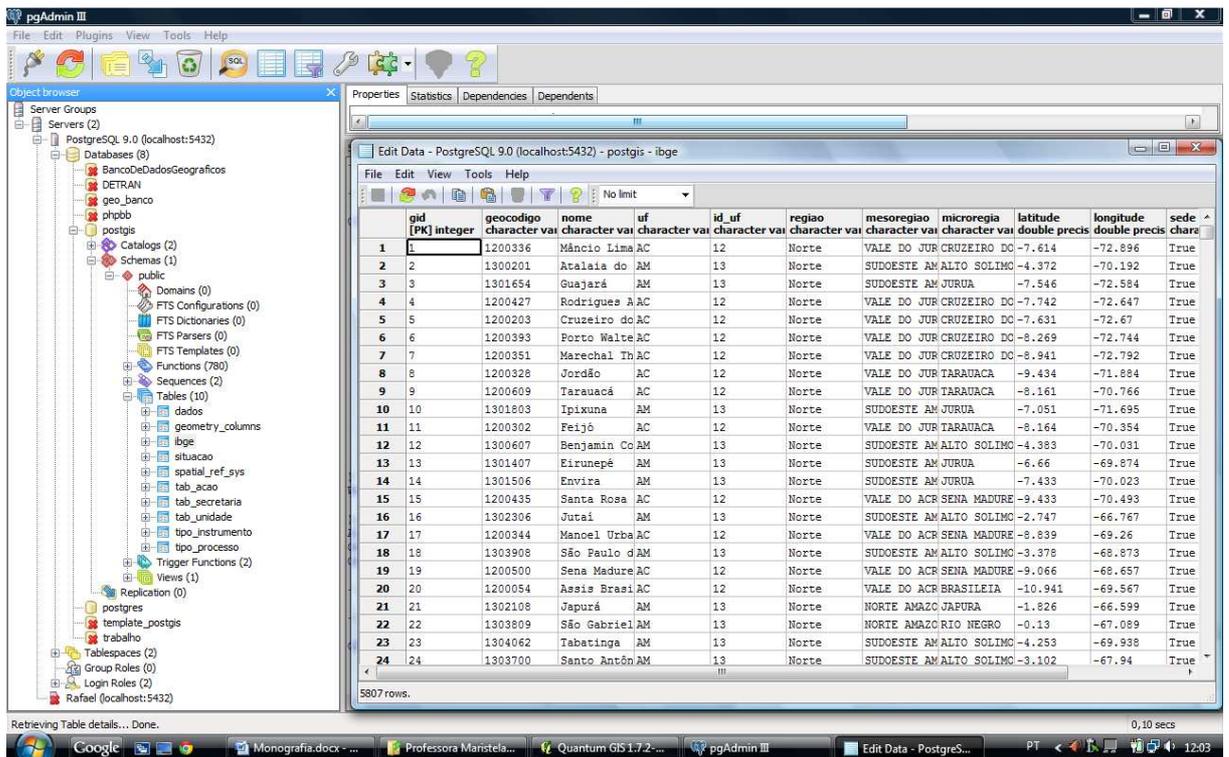


Figura 15 - Tabela “ibge” – Tabela de atributos do “shape” de municípios do IBGE.

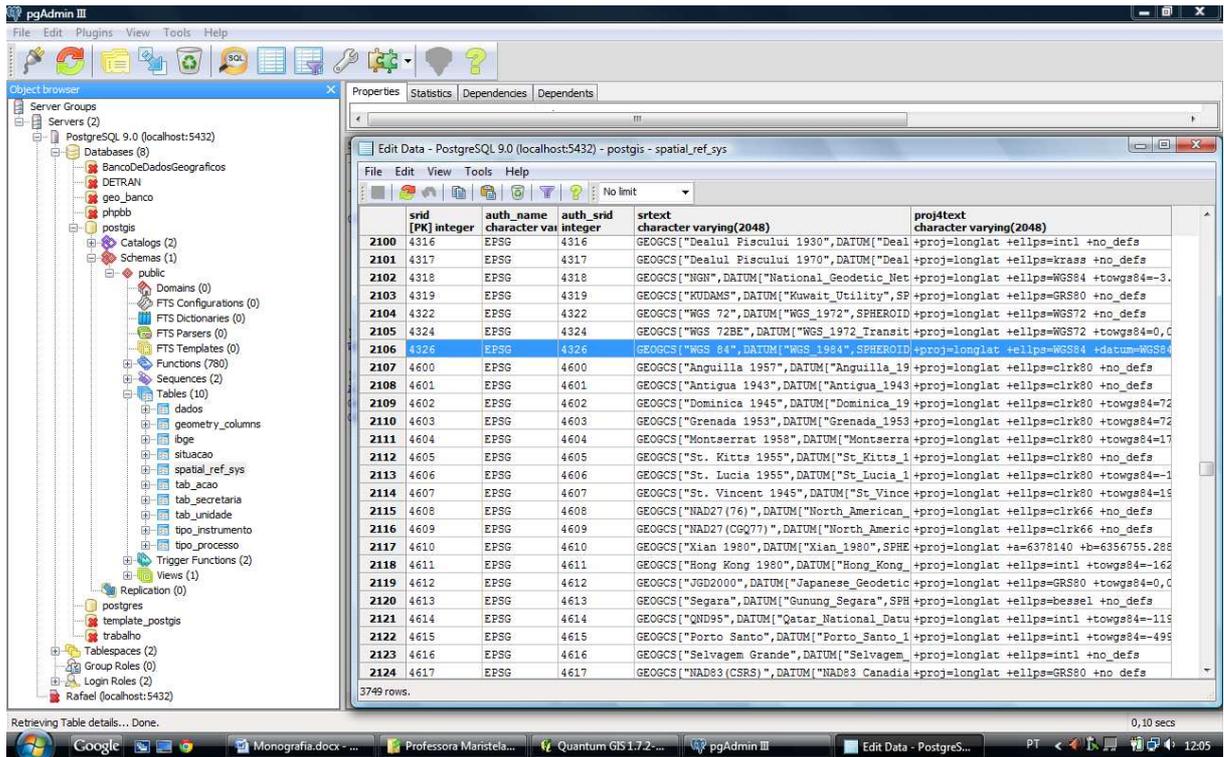


Figura 16 - Tabela “spatial_ref_sys” – Contendo as informações dos sistemas de coordenadas.

5.3 Visualização dos dados georreferenciados no QuantumGIS

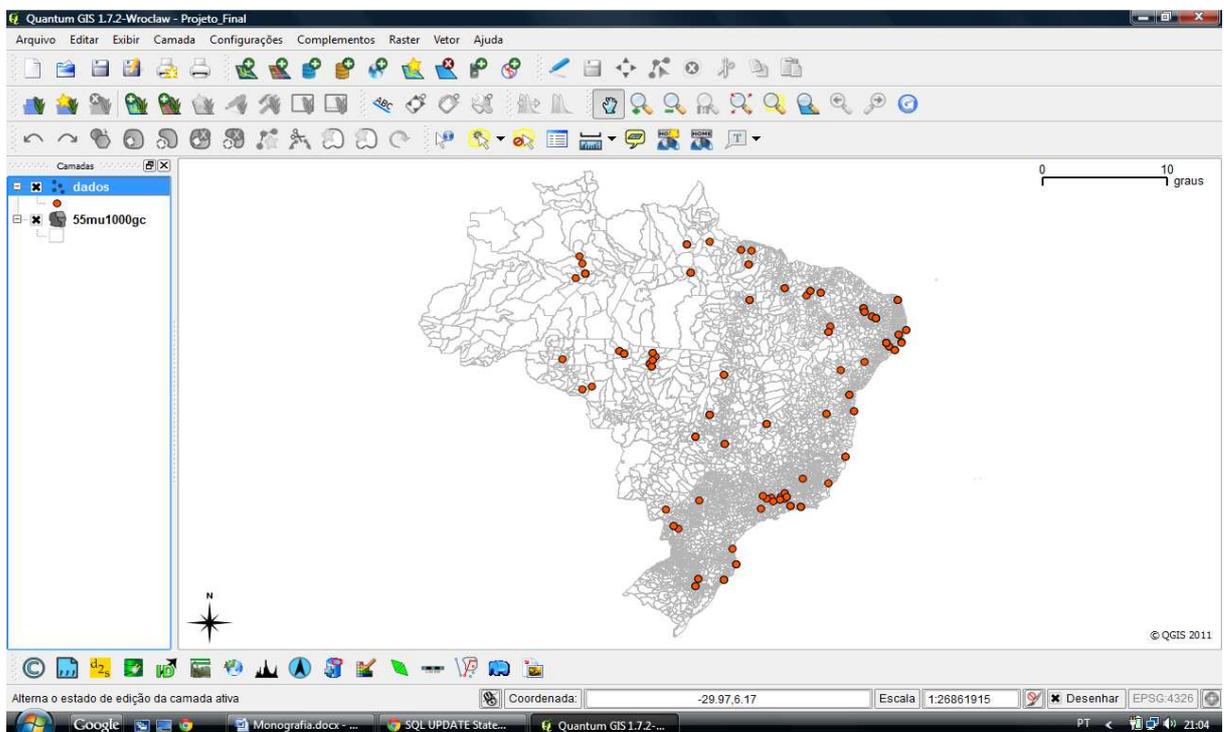


Figura 17 - Tela do QuantumGIS – Mapeamento de obras e ações da Defesa Civil sobre Shape divisão política de Municípios do Brasil.

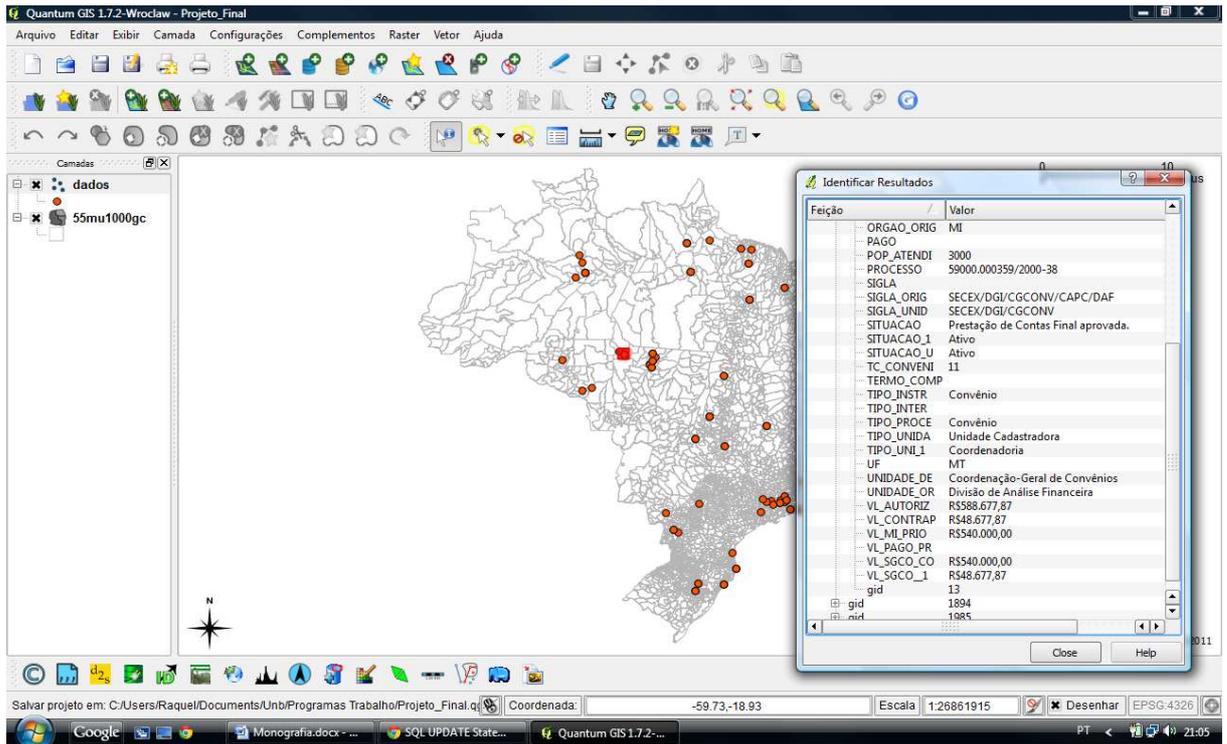


Figura 18 - Tela do SIG exibindo tabela de informações acionada a partir de um clique sobre o local da obra/ação.

The image shows the Quantum GIS 1.7.2 interface. The main map displays a geographical area with a red square indicating a specific location. A 'Camadas' (Layers) panel in the bottom-left corner shows a layer named 'dados' with a red square icon and the identifier '55mu1000gc'. An 'Identificar Resultados' (Identify Results) window is open, displaying the following data:

Feição	Valor
gid	15
(Ações)	
(Derivado)	
ACAO	
ANO_PROCES	2000
CONVENIENTE	MINDURI
DS_SECRETA	SEDEC
EMPENHADO	
GEOCODIGO	314190
MUNICIPIO	MINDURI
NOME	--
NUM_SICONV	
OBJETO	Reconstrução de 03 trs pontes na zona rural em estradas vicinais.
ORGAO_DEST	MI
ORGAO_ORIG	MI
PAGO	
POP_ATTENDI	1080
PROCESSO	59000.000385/2000-66
SIGLA	
SIGLA_ORIG	SECEX/DGI/CGCONV/DIOP
SIGLA_UNID	SECEX/DGI/CODIB/SARQ
SITUACAO	Prestação de Contas Final aprovada.
SITUACAO_1	Ativo
SITUACAO_U	Ativo
TC_CONVENI	19
TERMO_COMP	
TIPO_INSTR	Convênio
TIPO_INTER	
TIPO_PROCE	Convênio
TIPO_UNIDA	Unidade Cadastradora
TIPO_UNI_1	Unidade Cadastradora
UF	MG
UNIDADE_DE	Serviço de Arquivo
UNIDADE_OR	Divisão de Apoio Operacional
VI_AUTORIZ	DES115.631.02

Figura 19 - Zoom aplicado sobre área do Município de Minduri/MG, indicando o local da obra e quadro de dados.

6. Discussões

Após os resultados apresentados pode-se fazer algumas observações. Primeiramente, destaca-se a facilidade nos dias atuais de acesso a softwares de boa qualidade, e que possuem código fonte aberto (software livre). As soluções utilizadas pelo presente trabalho foram obtidas por sem problemas com licenças, baixadas diretamente da internet (software e tutoriais), e possibilitaram a realização da proposta de trabalho com bastante eficiência.

Adicionalmente, pôde-se observar boa compatibilidade entre o software utilizado como SGBD – PostGIS/Postgres, e o visualizador de mapas - QuantumGIS, não tendo sido observados problemas de natureza técnica quando da integração desses 02 sistemas para a geração do SIG.

As dificuldades encontradas ficaram por conta de duas frentes. Primeiramente na obtenção de dados, que em órgãos públicos é sempre problemática, seja pelas dificuldades de acesso aos dados, seja pela integridade dos mesmos. Todavia, aparentemente, os dados obtidos forneceram algumas informações acerca de processos de obras civis anteriormente executadas pela SEDEC, apresentando uma vantagem principal: possuíam um campo com o código do IBGE do município, o que permitiu estabelecer relacionamento com campo correspondente da tabela de atributos do “shape” do IBGE adotado.

O outro aspecto que gerou dificuldades foi o desenvolvimento da parte de consultas e cadastro de dados em ambiente de servidor WEB. Originalmente a proposta de trabalho visava não apenas as três etapas até aqui desenvolvidas – modelagem, criação do banco de dados e visualização em mapa georreferenciado, mas também o desenvolvimento da tela de consultas e cadastro.

Todavia, o desenvolvimento dessa quarta etapa não pôde se concretizar devido a problemas de natureza técnica tanto na instalação dos aplicativos necessários ao desenvolvimento, quanto sua configuração, e menos ainda sua utilização. Verificou-se que os conhecimentos de informática necessários a essa etapa excederam o conhecimento do autor deste trabalho, ficando inviabilizada a última etapa do pensada para o trabalho.

Contudo, a estrutura criada, inclusive com as tabelas auxiliares, permitirá a continuidade do desenvolvimento. O presente trabalho desenvolveu o SIG para mapeamento das obras da

Defesa Civil, gerando o banco de dados georreferenciado, e permitindo a visualização das informações em tela, sobre mapa (shapefile) do IBGE.

Todavia, espera-se avançar no aprendizado das técnicas necessárias ao desenvolvimento em ambiente de servidor web, que permita o desenvolvimento da última etapa, sendo que será possível não apenas a visualização de dados preexistentes, mas também o cadastramento de novas obras e ações.

Uma vez criada a estrutura de consulta/cadastramento, e após a composição de dados históricos suficientes, vislumbra-se a possibilidade de avanços na utilização do SIG. Atividades como a realização de consultas espaciais, inferências estatísticas, e análise de concentração de ocorrências estão entre as ações que se poderá realizar.

Um exemplo concreto de análise pode ser uma comparação entre as concentrações de ações relacionadas ao programa 1029 (reconstrução) e as concentrações de ações do programa 1027 (prevenção). Por meio dessa análise acredita-se que será possível avaliar se as ações de prevenção estão sendo realizadas em áreas de maiores ocorrências de desastres, áreas essas que estão associadas a programas de reconstrução.

7. Conclusão

O objetivo do presente trabalho era a aplicação de um Sistema de Informações Geográficas – SIG para o mapeamento de obras civis e ações correlatas da Secretaria Nacional de Defesa Civil – SEDEC.

Ao final do trabalho verifica-se que foi possível a aplicação do SIG. Foi feita a modelagem do sistema, e foram desenvolvidos o banco de dados georreferenciado e a visualização gráfica do posicionamento geográfico das obras sobre mapa do território nacional contendo a divisão política municipal.

No mapa pode-se consultar tabelas de dados referente a cada processo cadastrado clicando-se sobre o símbolo gráfico que indica o posicionamento de cada obra.

A expectativa de desenvolvimento adicional de tela de consulta e cadastro de dados em ambiente de servidor WEB foi frustrada devido a limitações técnicas do autor na área de informática.

Todavia, entende-se que houve a implementação da estrutura principal do SIG inicialmente previsto, o qual ficou dotado de banco de dados espacial com as informações de processos realizados a partir do ano 2000 pela SEDEC. A partir do modelo implementado, acredita-se que será possível implementar uma expansão do sistema, incorporando a ele gradativamente as funcionalidades compatíveis com o avanço de novos estudos a serem feitos.

8. Referencias bibliográficas

- MARTIN, J; ODELL J.J., Análise e Projeto Orientados a Objeto. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1995. 639 p.
- RUMBAUGH, J. et al. *Object-Oriented Modeling and Design*. New York: Prentice Hall, 1991. 500 p.
- OBE, R. O.; HSU, L. S. *PostGIS in action*. Stamford: Manning Publications Co. 492 p.
- Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A. M. V. *Introdução à ciência da geoinformação*. DPI/INPE, 1998. Disponível em [http:// www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html)
- Câmara G. et al. *Bancos de Dados Geográficos* Curitiba, Editora MundoGEO, DPI/INPE 2005. Disponível em [http:// www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html)
- Câmara G. et. al. *Análise Espacial de Dados Geográficos* Brasília, EMBRAPA, 2004. Disponível em [http:// www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html)
- YUACA F. *GIS para Prefeituras* . São Paulo: GEOBrasil, 2001.
- GONÇALVES C. F.. *Desenvolvimento e Implementação de sistema de servidor de mapas na web*. 2004. 74 p.4 –IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 2004.
- SILVA; Tutorial básico de sistemas de informação geográfica para o QuantumGIS.
- Wikipedia: ENCICLOPÉDIA multimídia. Na data de 08/12/2011 Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:P%C3%A1gina_principal.
- W3 Schools: <http://www.w3schools.com/>