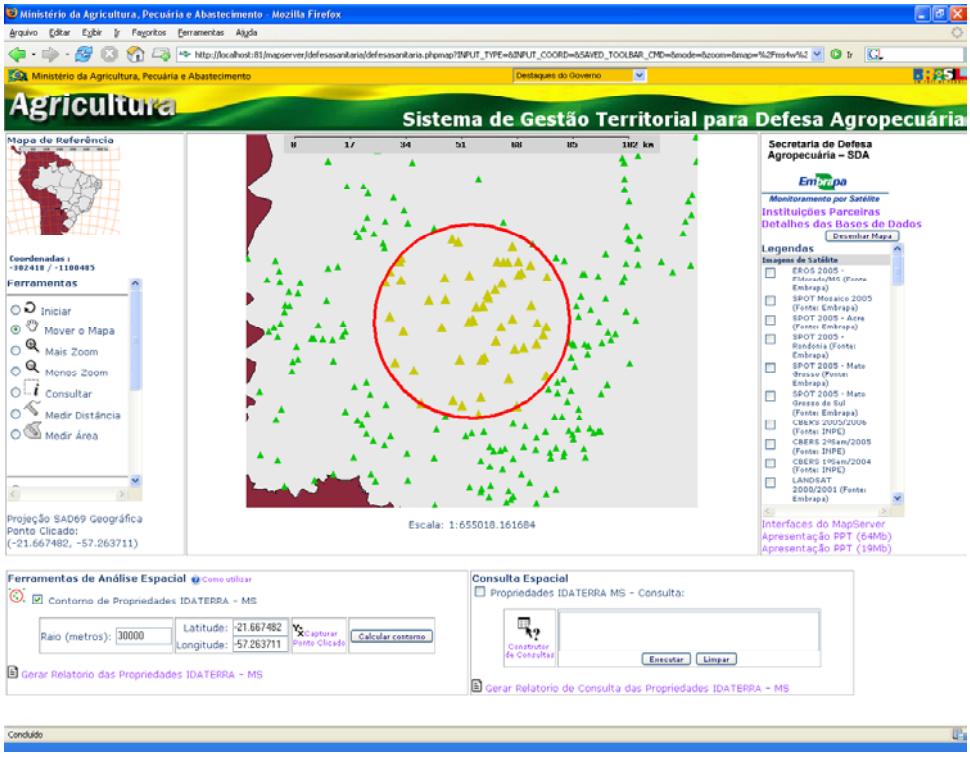
Documentos

ISSN 0103-78110
Maio, 2008
68



USO DE BANCO DE DADOS PARA ANÁLISE ESPACIAL NO SISTEMA DE GESTÃO TERRITORIAL DA DEFESA AGROPECUÁRIA

Embrapa

Autoria

Carlos Alberto de Carvalho
Analista de Sistemas
Embrapa Monitoramento por Satélite
calberto@cnpm.embrapa.br

INSS 0103-78110
Maio, 2008

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Monitoramento por Satélite
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Documentos 68

Uso de Banco de Dados para Análise Espacial no Sistema de Gestão Territorial da Defesa Agropecuária

Carlos Alberto de Carvalho

Campinas, SP
2008

Exemplares dessa publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Monitoramento por Satélite
Área de Comunicação e Negócios
Av. Soldado Passarinho, 303 – Fazenda Chapadão
CEP 13070-115 Campinas, SP – BRASIL
Telefone: +55 (19) 3211 6200 Fax: +55 (19) 3211 6222
sac@cnpm.embrapa.br
http://www.cnpm.embrapa.br

Chefe-Geral: Evaristo Eduardo de Miranda
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento: Alexandre Camargo Coutinho
Chefe-Adjunto de Administração: Luís Gonzaga Alves de Souza
Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios: José Roberto Miranda

Comitê de Publicações da Unidade
Presidente: José Roberto Miranda
Secretária-Executiva: Shirley Soares da Silva
Membros: Adriana Vieira de Camargo de Moraes, André Luiz dos Santos Furtado, Carlos Alberto de Carvalho, Carlos Fernando Quartaroli, Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues, Graziella Galinari, Gustavo Souza Valladares, Mateus Batistella, Meire Volotão, Meire Volotão Stephano

1ª edição
Fotos: Arquivo da Unidade

Todos os direitos reservados.
A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Carvalho, Carlos Alberto

Uso de Banco de Dados para Análise Espacial no Sistema de Gestão Territorial da Defesa Agropecuária / Carlos Alberto de Carvalho. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2008

25 p.: il. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 68).
ISSN 0103-78110

1. Gestão territorial – Planejamento 2. Defesa Agropecuária 3. Segurança Sanitária Animal – Aftosa 4. Geoprocessamento 5. Sistema de Informação 5. Suporte à Gestão Estratégica 6. Gestão de Banco de Dados 7. WebGis I. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite (Campinas-SP) II. Título III. Série.

CDD 333.72

© Embrapa Monitoramento por Satélite, maio 2008

SUMÁRIO

Introdução 5

Objetivo 6

WebGIS e os Sistemas de Gestão Territorial 6

Banco de Dados Espacial 7

O que são bancos de dados espaciais 7

Arquiteturas de Bancos de Dados Espaciais 8

Arquitetura Dual 9

Arquitetura Baseada em Extensões 10

O Banco de Dados PostgreSQL e a extensão PostGIS 10

Instalação do PostgreSQL/PostGIS 11

Criação de um Banco de Dados Espacial 12

Utilizando o pgAdmin III 12

Utilizando comandos no *prompt* 13

Criação de tabelas espaciais 13

Importação de Dados Espaciais 14

Funções nativas de relações espaciais 14

Integração MapServer e PostGIS 15

Análise espacial no Sistema de Gestão Territorial da Defesa Agropecuária 16

Definição da demanda 16

Etapas de criação da ferramenta: 16

1. Transformação do shape de propriedades em tabela espacial de propriedades 17
2. Criação das consultas no banco de dados 17
3. Integrando o Banco de dados no Sistema de Gestão Territorial 19
4. Edição do formulário de consulta na interface web 19
5. Criação de relatório de consulta 21

Conclusão 23

Referências 24

Bibliografia Sugerida 25

Figuras

Figura 1: Integração do servidor Web e MapServer. 6

Figura 2: Árvore de diretórios 7

Figura 3: Matriz 4 x 4 pixels..... 8

Figura 4: Arquiteturas 9

Figura 5: Tabela espacial 10

Figura 6: Opções do PostgreSQL - Instalação 12

Figura 7: Opções do PostgreSQL - Template 12

Figura 8: pgAdmin III..... 13

Figura 9: Execução de consulta 17

Figura 10: Seleção de propriedades..... 18

Figura 11: Interface de consulta 19

Figura 12: Relatório com o total de cabeças de gado..... 22

Introdução

O Sistema de Gestão Territorial da Faixa de Fronteira para Defesa Agropecuária surgiu de um trabalho em conjunto da Embrapa Monitoramento por Satélite e da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – SDA/MAPA, iniciado no ano de 2006, com o objetivo de apoiar as ações de prevenção, controle e monitoramento da incidência de riscos sanitários vegetais e animais, com ênfase no caso da febre aftosa. (COUTINHO *et al.*, 2007).

Este sistema agrega uma série de dados espaciais, como malha viária, assentamentos, hidrografia e propriedades rurais, da faixa de fronteira internacional compreendida entre os estados do Acre, Rondônia, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

As bases de dados espaciais foram obtidas através de parcerias com os órgãos estaduais de Defesa Agropecuária, órgãos federais e demais instituições relacionadas ao tema (COUTINHO *et al.*, 2006).

No formato WebGIS, os dados espaciais podem ser visualizados pelas Secretarias de Defesa Agropecuária e pelas instituições parceiras via web, sem a necessidade de treinamento em softwares de geoprocessamento (CARVALHO *et al.*, 2004).

Este cruzamento de dados espaciais torna-se uma ferramenta de apoio à decisão para os gestores das instituições parceiras, proporcionando subsídios para planejamento e execução de atividades. Por exemplo, ao projetarmos a malha viária e as propriedades sobre uma imagem de satélite pode-se gerar um cenário por onde trafegam as cabeças de gado e, com isto, esquematizar ações de fiscalização sanitária.

Apesar do cruzamento propiciar uma série de análises visuais, durante as reuniões com as instituições parceiras surgiu a demanda de algum ferramental de análise espacial, como, por exemplo, funções que permitam selecionar um número de propriedades que estão contidas numa dada área.

Em caso de surgimento de um foco de febre aftosa em uma propriedade, esta deve ser selecionada e todas as propriedades no raio de determinada distância devem ser colocadas em alerta. A distância varia conforme a gravidade da situação. Por exemplo, de 30 a 50 km.

O banco de dados tradicional de um WebGIS em MapServer, baseado em formatos Shape e Raster, não possui funções que permitam efetuar relações espaciais como adjacência ou distância entre temas, limitando-se à sobreposição de temas (CARVALHO *et al.*, 2006). Porém, é possível utilizar tecnologias de bancos de dados espaciais baseados em extensões para agregar funções de análise espacial no MapServer (CÂMARA *et al.*, 2006).

Objetivo

Apresentar os conceitos de banco de dados espacial e implementar uma ferramenta básica de análise em WebGIS utilizando as funções nativas da extensão espacial PostGIS do banco de dados PostgreSQL. Esta ferramenta permite a seleção de um número de propriedades contidas num raio determinado de km.

WebGIS e os Sistemas de Gestão Territorial

Segundo Gillaury (2003), WebGIS é um sistema de informações geográficas (SIG) distribuído através de uma rede de computadores para integrar, disseminar e comunicar informações geográficas visualmente na Web.

O MapServer interpreta as definições contidas no arquivo de configuração mapfile, processa os arquivos de imagens e/ou arquivos de temas, agrega a forma definida nos templates e apresenta tudo em um site dinâmico chamado de Aplicação WebGIS (ou Aplicação MapServer). (CARVALHO; PIEROZZI JR, 2004)

Para criar um servidor MapServer é necessário primeiro instalar um servidor web, pois o MapServer é um programa CGI – Common Gateway Interface (http://rfc.net/rfc3875.html, 2003) que é excutado pelo servidor web para apresentar os mapas dinâmicos.

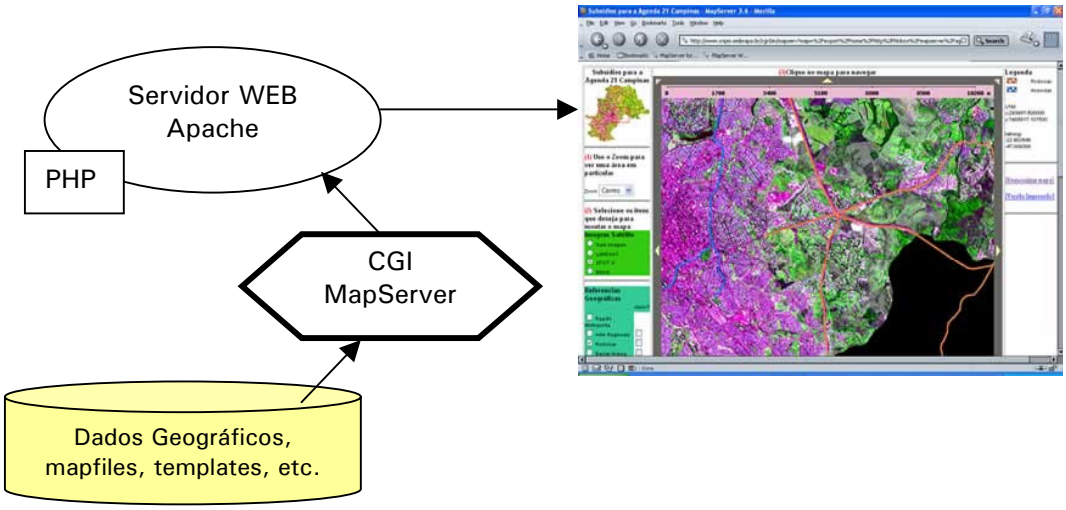


Figura 1: Integração do servidor Web e MapServer.

Nesta configuração de banco de dados de WebGIS, os dados espaciais são colocados em uma estrutura de diretórios, como arquivos organizados em pastas.

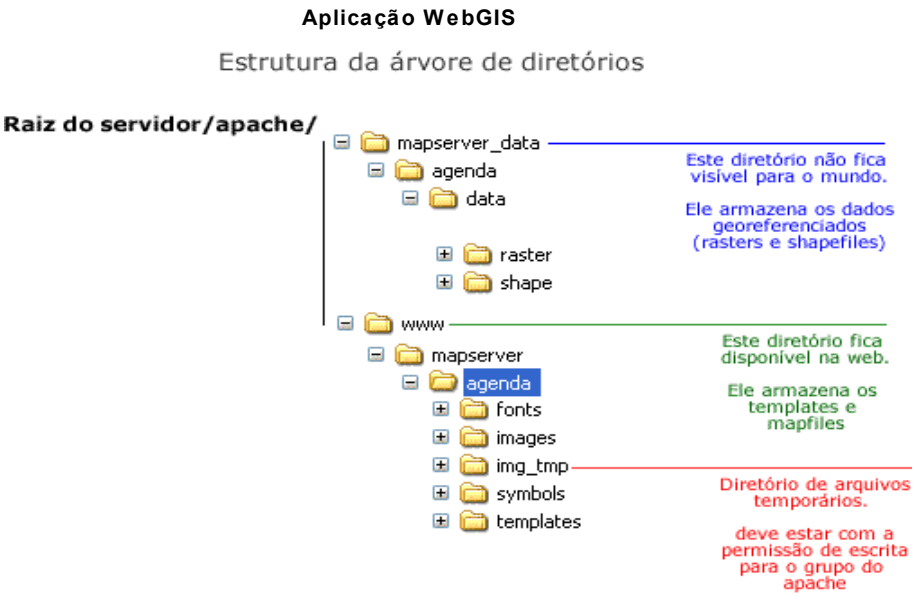


Figura 2: Árvore de diretórios

Porém, este formato permite apenas a sobreposição e consulta dos dados espaciais. Operações espaciais complexas como "encontre as propriedades que estão contidas na região B" exigem um mecanismo de banco de dados espacial baseado em extensões (UCHOA, 2006).

O MapServer permite estabelecer conexões com este tipo de banco de dados baseado em extensões (MAP SERVER, 2003). Neste trabalho foi utilizada a extensão PostGIS do banco de dados PostgreSQL (RAMSEY, 2006) em função desse software utilizar a licença opensource e pela ampla documentação disponível na Internet.

Banco de Dados Espacial

O que são bancos de dados espaciais

Um banco de dados espacial é um sistema de banco de dados que oferece (CÂMARA, 2006):

- Tipos de dados espaciais (polígonos, linhas, pontos, etc.) em seu modelo de dados e uma linguagem de consulta apropriada;
- Tipos de dados espaciais em sua implementação, provendo indexação espacial e algoritmos eficientes de relações espaciais.

Um banco de dados espacial deve também prover relações espaciais:

- Relacionamento topológico: adjacente a, dentro de, disjunto;
- Relacionamento de direção: em cima, em baixo, ao norte de;
- Relacionamento métrico: distância menor que 100 km.

Alguns exemplos ilustrativos de consultas que utilizam as relações espaciais:

- Encontre as propriedades rurais que estão dentro do município de Japorã;
- Encontre as propriedades rurais que possuem mais de 1000 cabeças de gado e estão dentro do município de Japorã;
- Encontre as propriedades rurais que estão a 10 km da sede do município de Japorã.

Uma distinção a ser feita a respeito de banco de dados espaciais é que, quando trabalhamos com mapas digitais, existem dados vetoriais e dados raster (LARA, 2007).

O dado raster é uma imagem, um mapa de pixels - um bitmap - com informações de cor em todos os pontos.

Uma imagem de 4x4 pixels, por exemplo:

RGB(255,0,255)	RGB(255,0,255)	RGB(255,0,255)	RGB(255,0,255)
RGB(255,10,25)	RGB(0,0,0)	RGB(255,0,0)	RGB(0,0,255)
RGB(255,0,255)	RGB(0,0,0)	RGB(255,0,0)	RGB(55,0,55)
RGB(255,0,255)	RGB(0,0,255)	RGB(255,0,255)	RGB(0,0,0)

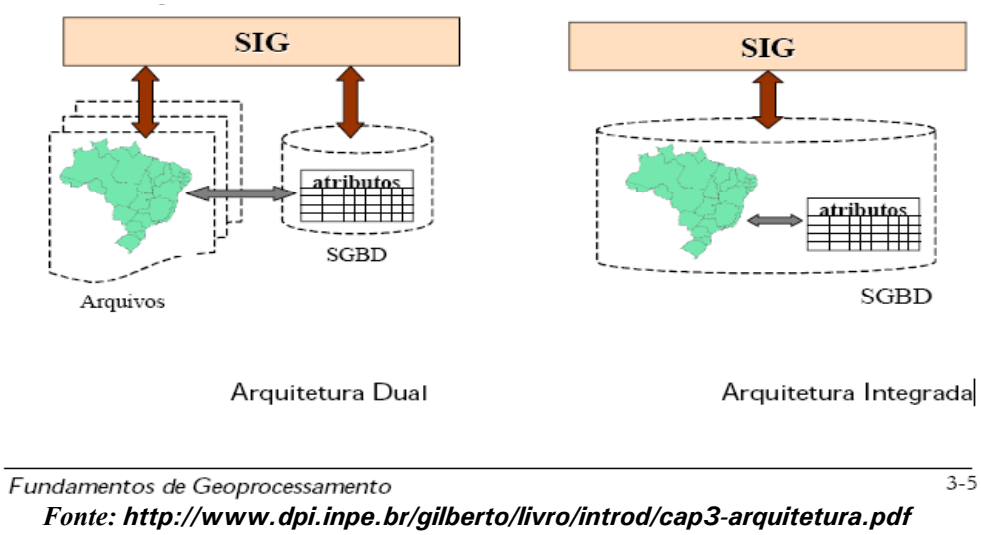
Figura 3: Matriz 4 x 4 pixels

Imagens de satélite e fotos aéreas são exemplos de dados raster.

Para informações que podem ser representadas por pontos, linhas e/ou polígonos, utilizam-se vetores, que são arquivos mais leves e fáceis de trabalhar. Por exemplo, uma propriedade rural poderia ser definida com um ponto, mas uma reserva florestal precisaria ser definida como um polígono e uma estrada, como uma linha.

Arquiteturas de Bancos de Dados Espaciais

As arquiteturas definem como os dados espaciais são armazenados nos bancos de dados (CÂMARA, 2006).



Fonte: http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap3-arquitetura.pdf

Figura 4: Arquiteturas

Arquitetura Dual

Dentre os diversos formatos para armazenar mapas, o shape, da ESRI (2003) é o mais popular, servindo como um intercâmbio entre os vários programas. No entanto, é um formato proprietário. O mapa "Brasil", por exemplo (LARA, 2007), é formado por três arquivos:

- brasil.shp (contém a informação vetorial)
- brasil.shx (contém os índices)
- brasil.dbx (banco de dados associado ao vetor)

Como podemos ver acima, as informações tabulares do banco de dados estão separadas do arquivo que contém as informações vetoriais do mapa. Isso significa que, para operações mais complexas, é necessário possuir um aplicativo que faça essa integração, permitindo a relação entre tabelas e a análise espacial.

A principal vantagem desta estratégia é poder utilizar os sistemas gerenciadores de banco de dados relacionais (SGBDR's) disponíveis no mercado. No entanto, como as representações geométricas dos objetos espaciais estão fora do controle do SGBD, esta estrutura dificulta o equacionamento das questões de otimização de consultas, gerência de transações e controle de integridade e de concorrência.

As principais desvantagens desta arquitetura são:

- Dificuldades no controle e manipulação dos dados espaciais;
- Dificuldade em manter a integridade entre a componente espacial e a componente alfanumérica;
- Consultas mais lentas, pois são processadas separadamente. A parte convencional da consulta é processada pelo SGBD separado da parte espacial, que é processada pelo aplicativo utilizando os arquivos proprietários;

- Falta de interoperabilidade entre os dados. Cada sistema produz seu próprio arquivo proprietário sem seguir um formato padrão, o que dificulta a integração destes dados.

Arquitetura Baseada em Extensões

Num banco de dados espacial baseado em extensões, a informação do vetor é mais uma coluna de uma tabela. A seguir está a estrutura de uma tabela espacial que armazena o estado do Amazonas:

cod	nome_estado	uf	pop_1991	Geometry
01	Amazonas	AM	4099021	polygon (0106000000010000000103E00...)

Figura 5: Tabela espacial

Neste campo chamado *geometry* estão as coordenadas (latitude e longitude) do polígono do estado do Amazonas em um formato codificado e padronizado para o banco de dados.

Segundo o Open Geospacial Consortium (OGC, 2003), são definidos 7 tipos de dados espaciais para armazenamento, em WKT (well-known text):

- Ponto - POINT(0 0)
- Linha - LINESTRING(0 0,1 1,1 2)
- Polígono - POLYGON((0 0,4 0,4 4,0 4,0 0),(1 1, 2 1, 2 2, 1 2,1 1))
- Multiponto - MULTIPOINT(0 0,1 2)
- Multilinha MULTILINESTRING((0 0,1 1,1 2),(2 3,3 2,5 4))
- Multipolígono - MULTIPOLYGON(((1 1,2 1,2 2,1 2,1 1)), ((-1 -1,-1 -2,-2 -1,-1 -1)))
- Coleção de geometrias - GEOMETRYCOLLECTION(POINT(2 3),LINESTRING((2 3,3 4)))

Estas extensões contêm funcionalidades que proporcionam a manipulação dos dados espaciais de formato vetorial. As principais desvantagens desta arquitetura são (CÂMARA *et al.*, 2006):

- Falta de mecanismos de controle de integridade sobre os dados espaciais;
- Falta de padronização das extensões da linguagem SQL.

O Banco de Dados PostgreSQL e a extensão PostGIS

Um exemplo de banco de dados que utiliza a arquitetura baseada em extensões é o PostgreSQL/PostGIS (ANTARES..., 2006). O PostGIS é um módulo de extensões espaciais que adiciona entidades geográficas ao banco de dados PostgreSQL. O PostgreSQL possui suporte integrado a geometrias espaciais, porém o PostGIS adiciona a capacidade de armazenamento/recuperação segundo a especificação Simple Features Specification (SFS) do consórcio internacional Open GeoSpatial (OGC). Além do armazenamento de dados geográficos, este módulo também implementa diversas funcionalidades topológicas, possibilitando o desenvolvimento de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). A topologia também faz parte da especificação SFS (OpenGIS), garantindo ao PostGIS interoperabilidade com sistemas que também adotam o SFS.

De acordo com Uchoa (2006), entre as principais características do PostgreSQL, pode-se citar:

- Licenciamento BSD. Esta licença garante total liberdade de uso, alteração, modificação e distribuição do sistema. Ela também permite que versões proprietárias e comerciais sejam criadas a partir do sistema licenciado nestes termos;
- 100% compatível com ANSI SQL (SQL92 e algumas funcionalidades do SQL 99). Este recurso permite uma grande facilidade na migração de dados de outros bancos que também sigam o ANSI SQL;
- SGBD Objeto-Relacional (classes e hierarquia). O PostgreSQL está na mesma categoria de outros SGBD's, tais como Oracle®, Microsoft SQL Server® e IBM DB2®, que evoluíram da arquitetura de relacional para objeto-relacional, ou seja, implentaram algumas definições de orientação a objeto;
- Extremamente modular, facilitando o trabalho dos desenvolvedores que desejam implementar novas funcionalidades. Esta característica possibilitou a criação do módulo PostGIS, contendo inúmeras funcionalidades para o desenvolvimento de aplicações que tratam a Geoinformação;
- Possui as seguintes interfaces nativas: ODBC, JDBC, C, C++, PHP, Perl, TCL, ECPG, Python e Ruby.
- Existem interfaces gráficas livres que permitem a gerência do PG de maneira simples: phpPgAdmin e pgAdmin III. Estas interfaces facilitam a gerência dos bancos de dados, tornando os processos mais intuitivos.

Instalação do PostgreSQL/PostGIS

Devido à facilidade de instalação, foi utilizada a versão para Windows do PostgreSQL/PostGIS para o desenvolvimento de um protótipo. O servidor de testes utilizado possui a seguinte configuração:

- Processador AMD SEMPRON 2800+;
- 2 Gigabytes de Memória RAM;
- HD de 250 GigaBytes;
- Drive Combo CD-RW e DVD-ROM;
- Placa de Rede 100 Mbps.

A configuração de software pré-instalada:

- Sistema operacional Windows XP Home;
- Servidor Web Apache 2.0.55;
- Linguagem PHP 4.4.2;
- WebGIS Mapserver 4.6.1.

O download do PostgreSQL para windows foi realizado a partir do endereço http://www.postgresql.org/download/

A instalação é simples e feita através de assistentes. Algumas modificações são necessárias em duas etapas. Na primeira, selecionar a instalação do PostGIS no item “Installation options”:

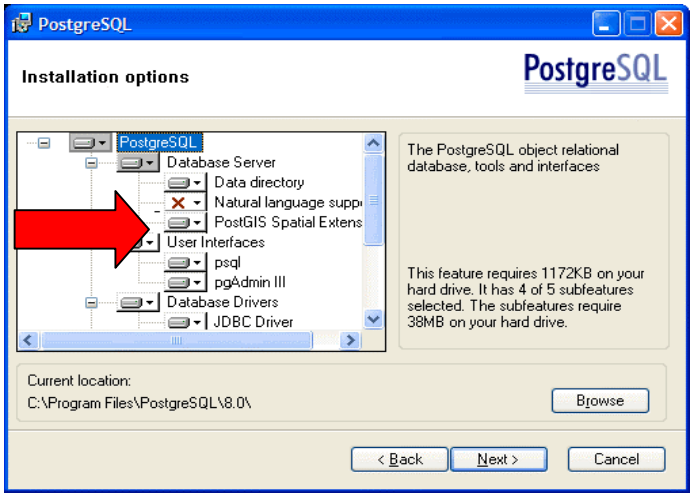


Figura 6: Opções do PostgreSQL - Instalação

A seguir, é necessário ativar “Enable PostGIS in template1” e "Load spacial reference systems in template1", como mostra a figura 7.

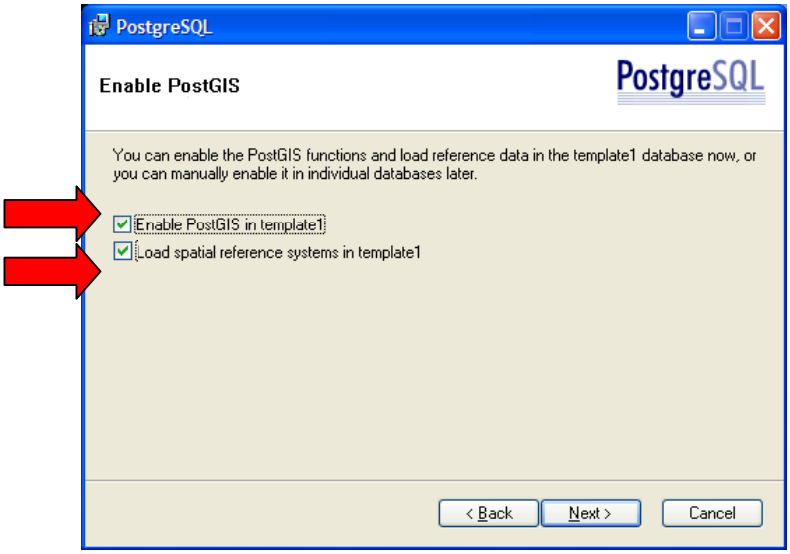


Figura 7: Opções do PostgreSQL - Template

Criação de um Banco de Dados Espacial

A criação de um banco de dados espacial pode ser feita através do software de administração pgAdmin III que é instalado juntamente com o PostgreSQL ou através de comandos digitados no prompt do sistema operacional.

Utilizando o pgAdmin III

Vá em *Edit* > *New Object* > *New Database*

Na opção *Template*, escolha *template1*
Clique em *OK*

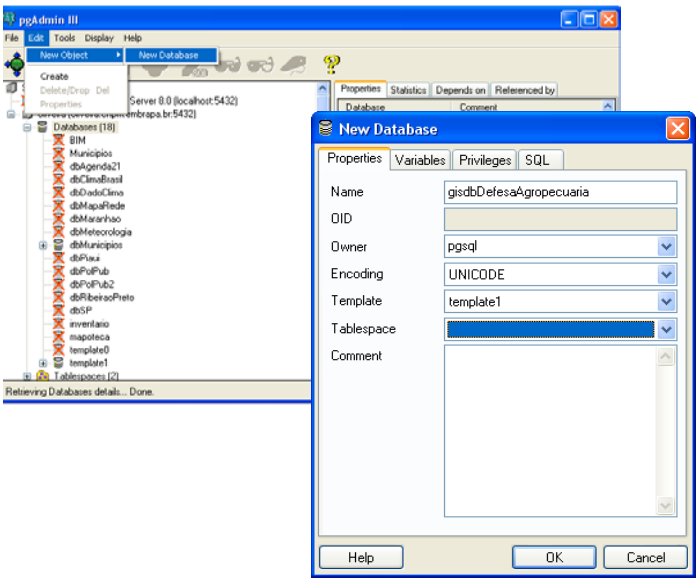


Figura 8: pgAdmin III

Utilizando comandos no *prompt*

Vá em *Iniciar* > *Executar...*
Digite *cmd*
Clique em *OK*

No prompt de comando, digite:

```
CD C:\Arquivos de programas\PostgreSQL\8.0\bin
createdb gisdbDefesaAgropecuaria -U postgres
createlang -U postgres plpgsql gisdbDefesaAgropecuaria

psql -U postgres -d gisdbDefesaAgropecuaria -f ..\share\contrib\postgis.sql
psql -U postgres -d gisdbDefesaAgropecuaria -..\share\contrib \spatial_ref_sys.sql
```

Criação de tabelas espaciais

Uma vez criado o banco de dados, pode-se montar as tabelas espaciais que vão armazenar os dados. Observe que a criação de uma tabela com tipo espacial é construída em duas etapas. Na primeira, definimos os atributos básicos (alfanuméricos) e na segunda, usamos a função *AddGeometryColumn* para adicionar a coluna com o tipo espacial.

Será utilizado o construtor de consultas do pgAdmin III para executar os comando SQL de construção da tabela:

No pgAdmin III, vá em *Tools* > *Query Tool*
Digite os comandos SQL:

```
CREATE TABLE propriedaderural (
  gid serial NOT NULL,
  nomepropriedade varchar(255),
  proprietario varchar(255),
  descricao text,
  datacriacao date
);

SELECT AddGeometryColumn('gisdbDefesaAgropecuaria', 'propriedaderural', 'the_geom',
4291, 'GEOMETRY', 2 );
```

Clique em *Query* > *Execute*

Para inserir dados espaciais na tabela é utilizado o comando SQL INSERT:

```
INSERT INTO  propriedaderural
             (nomepropriedade,
              proprietario,
              descricao,
              datacriacao,
              the_geom)
VALUES
             ('Fazenda Bonita',
              'João',
              'fazenda de gado',
              '2007-01-01',
              GeometryFromText(POINT(-47.056078 -22.905409)',4291)
              );
```

Importação de Dados Espaciais

Uma outra forma de criação de tabelas é carregar dados espaciais que já estão em formato shape (arquitetura dual) e converte-los para o formato do PostGIS. No diretório de instalação do PostgreSQL (**C:\Arquivos de programas\PostgreSQL\8.0\bin**), está disponível um programa **SHP2PGSQL.exe** para converter os shapes criados com o ArcGIS para o PostGIS:

```
CD C:\Arquivos de programas\PostgreSQL\8.0\bin

shp2pgsql sede.shp sede gisdbDefesaAgropecuaria > sede.sql

psql -U postgres -d mygisdb -f sede.sql
```

Funções nativas de relações espaciais

O PostGIS conta com um grande número de funções para análises espaciais/topológicas que estendem o próprio SQL do PostgreSQL (RAMSEY, 2006). Para este trabalho, foram selecionadas algumas funções mais comuns nas tarefas de geoprocessamento:

Intersects: analisa se duas geometrias possuem alguma interseção e retorna verdadeiro (t, true) caso isto ocorra;

```
SELECT rodovias.tipo
FROM municipios, rodovias
```

```
WHERE intersects(municipios.the_geom, rodovias.the_geom)='t' AND
municipios.nomemunic='Campinas';
```

Within: analisa se uma geometria está contida na outra e retorna verdadeiro (t, true) caso isto ocorra;

```
SELECT rodovias.tipo
FROM municipios, rodovias
WHERE within(rodovias.the_geom, municipios.the_geom)='t' AND
municipios.nomemunic='Campinas';
```

Distance: Calcula a distância de uma geometria até outra. Ela está relacionada com o tipo de projeção utilizada. Os exemplos utilizam a projeção longitude-latitude. Vamos assumir que 1 grau na linha do Equador corresponde a aproximadamente 111 Km.

```
SELECT sede2.munnome
FROM sedes_municipios sede1, sedes_municipios sede2
WHERE distance(sede1.the_geom, sede2.the_geom) <= 1 AND
sede1.munnome='Campinas';
```

Buffer: cria um buffer ao redor da geometria, aumentando sua área.

```
SELECT rodovias.tipo, sedes_municipios.munnome, rodovias.gid
FROM sedes_municipios, rodovias
WHERE
contains(buffer(rodovias.the_geom,0.5),sedes_municipios.the_geom)='t'
AND
rodovias.gid = 500;
```

Integração MapServer e PostGIS

O MapServer pode funcionar simultaneamente com o banco de dados de arquitetura dual (shapes) e com o banco de dados baseado em extensão (PostGIS). As modificações devem ser feitas nas *layers* correspondentes a cada tabela do banco de dados espacial (CARVALHO et all, 2004). Utilizando extensão PostGIS, estabelece-se uma conexão com o banco de dados, onde deve ser informado usuário e senha, além do servidor que hospeda o PostgreSQL.

Diferente do banco de dados de arquitetura dual, em que o campo *DATA* aponta para um arquivo no disco do servidor, no caso da extensão PostGIS o campo é representado por uma estrutura de consulta SQL:

```
LAYER
   NAME propriedades
   CONNECTIONTYPE postgis
   CONNECTION "user=postgres
               dbname=gisdbDefesaAgropecuaria
               password=123 host=localhost"
   DATA "the_geom from (SELECT the_geom, gid, nomepropriedade,
         proprietario FROM propriedaderural) as proprrural
        USING UNIQUE gid USING SRID=4291"
```

```
   STATUS OFF
   TYPE POINT
   CLASS
      COLOR 200 0 0
      SYMBOL 5
      SIZE 4
      TEXT ([gid] - [nomepropriedade] - [proprietario])
      LABEL
        COLOR 0 0 0
        TYPE TRUETYPE
        FONT arial
        SIZE 8
        POSITION CL
      END
    END
 END
```

Análise espacial no Sistema de Gestão Territorial da Defesa Agropecuária

Durante as reuniões com as instituições parceiras a respeito do projeto do Sistema de Gestão Territorial da Defesa Agropecuária, surgiu a demanda de uma ferramenta de análise espacial com funções que permitissem selecionar um número de propriedades que estão contidas numa dada área.

Uma ferramenta dessa natureza seria de grande valia durante a ação que ocorre no caso de surgimento de um foco de febre aftosa em uma propriedade. Uma vez detectado o foco, este deve ser identificado e isolado, e todas as propriedades em um raio de determinada distância, por exemplo, 30 km, devem ser colocas em alerta.

Com base nessa necessidade, foi montado um plano de atividades para o desenvolvimento da ferramenta, descrito a seguir.

Definição da demanda

1. Identificar em um mapa propriedades que estão num raio de x km.
2. Geração de relatório com nome das propriedades e total de cabeças de gado.

Etapas de criação da ferramenta:

1. Transformação dos dados de propriedade do formato shape para o PostGIS;
2. Criação das consultas em SQL para recuperação das informações;
3. Integração do formato PostGIS no arquivo Mapfile do Mapserver;
4. Edição do formulário de consulta na interface web;
5. Criação de relatório de consulta.

1. Transformação do shape de propriedades em tabela espacial de propriedades

A localização das propriedades foi realizada pelo IDATERRA-MS (COUTINHO et all, 2006) e enviada no formato Shape. Utilizando as ferramentas de conversão do PostGIS, o arquivo de pontos foi transformado em uma estrutura SQL espacial para ser carregado no banco de dados. Os comandos estão a seguir:

```
shp2pgsql propriedades_idaterra.shp matogrossodosul_propriedades_idaterra
gisdbDefesaAgropecuaria> matogrossodosul_propriedades_idaterra.sql

psql -U postgres -d gisdbDefesaAgropecuaria -f
matogrossodosul_propriedades_idaterra.sql
```

2. Criação das consultas no banco de dados

A seguinte consulta SQL realiza o cálculo de distância entre um ponto e as propriedades:

```
SELECT * from matogrossodosul_propriedades_idaterra
WHERE distance(the_geom,
       Transform(
        pointFromText('POINT(-56.195048 -20.829525)',4291),29181
       )
      ) <= 10000
ORDER BY gid
```

Utilizando a interface pgAdmin III do banco de dados para executar a consulta, obtém-se os seguintes resultados quando o raio é modificado:

Raio (km)	*Registros encontrados*	*Tempo de execução da consulta (milissegundos)*
10	21	16
30	87	31
50	224	32
100	627	78
200	1171	109
500	2070	188

pgAdmin III Query - PostgreSQL Database Server 8.0 (localhost:5432) - gisdbDefesaAgropecuaria *

File Edit Query Help

```
SELECT * from matogrossodosul_propriedades_idaterra
WHERE distance(the_geom,
        Transform(
         pointFromText('POINT(-56.195048 -20.829525)',4291),29181
        )
       ) <= 10000
```

Data Output | Messages | History

R..	gid (int4)	municipio (...	indicador (i...	propriedad ...	the_geom (...	cabecasga...	status (var...	observaca...
1	574	Bonito	32	Faz. Porto R...	SRID=2918...	32		
2	755	Bonito	213	Faz. Furna ...	SRID=2918...	213		
3	756	Bonito	214	Faz. São Se...	SRID=2918...	214		
4	769	Bonito	227	Faz. S. João...	SRID=2918...	227		
5	781	Bonito	239	Faz. Conqui...	SRID=2918...	239		
6	782	Bonito	240	Faz. Garrote	SRID=2918...	240		
7	783	Bonito	241	Faz. Boa Un...	SRID=2918...	241		
8	784	Bonito	242	Pesqueiro d...	SRID=2918...	242		
9	785	Bonito	243	Faz. Tarumã	SRID=2918...	243		
10	786	Bonito	244	Faz. Zebrinha	SRID=2918...	244		
11	788	Bonito	246	Faz. Andorin...	SRID=2918...	246		
12	790	Bonito	248	Auto Posto ...	SRID=2918...	248		
13	791	Bonito	249	Faz. São Jo...	SRID=2918...	249		
14	792	Bonito	250	Faz. Nova ...	SRID=2918...	250		
15	798	Bonito	256	Faz. Volta G...	SRID=2918...	256		
16	803	Bonito	261	Agrop. N. Sr...	SRID=2918...	261		
17	804	Bonito	262	Faz. Paraíso	SRID=2918...	262		
18	805	Bonito	263	Faz. Sta. Cruz	SRID=2918...	263		
19	806	Bonito	264	Faz. Sta. Lo...	SRID=2918...	264		
20	807	Bonito	265	Faz. D. Luiza	SRID=2918...	265		
21	808	Bonito	266	Pesqueiro P...	SRID=2918...	266		

OK. 21 rows. 32+15 ms

Figura 9: Execução de consulta

A mesma consulta, integrada ao MapServer, disponibiliza as seguintes visualizações:

Seleção de propriedades a partir do ponto escolhido (20.829525 Sul, 56.195048 Oeste)

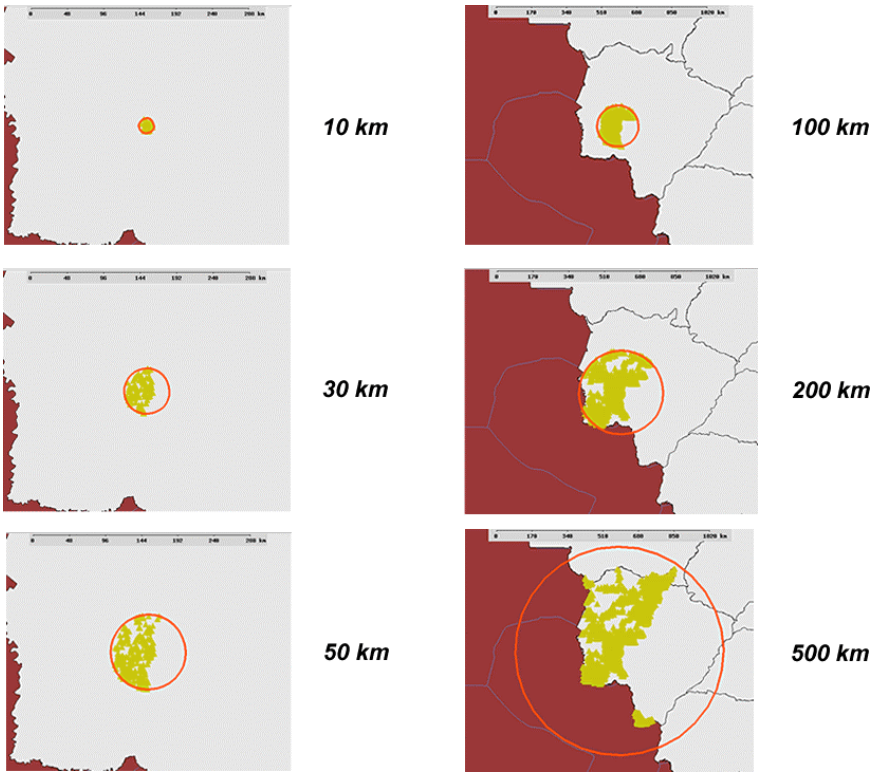


Figura 10: Seleção de Propriedades

3. Integrando o Banco de dados no Sistema de Gestão Territorial

A camada LAYER mostrada a seguir permite a conexão entre o MapServer e o PostGIS:

```
LAYER
 METADATA
  "title"    "Sedes de Propriedades CONTORNO SELECIONADO (Fonte IDATERRA MS)"
 END
 NAME propriedadeidaterramspost
 CONNECTIONTYPE postgis
 CONNECTION "user=postgres dbname=gisdbDefesaAgropecuaria password=123123 host=localhost"
 DATA   "the_geom from
        (select * from matogrossodosul_propriedades_idaterra
         where distance(the_geom, Transform(pointFromText('POINT (%pontoY% %pontoX%)',
        4291),29181)) <= 30000
        order by gid) as sedes
        USING UNIQUE gid USING SRID=29181"
 PROJECTION  "init=epsg:29181" END
 STATUS OFF
 TYPE POINT
 CLASS
  COLOR 200 200 0
 END
END
```

A consulta SQL a seguir também pode ser utilizada no software *pgAdmin III* para verificação dos resultados:

```
SELECT * from matogrossodosul_propriedades_idaterra
WHERE distance(the_geom,
       Transform(
        pointFromText('POINT(-56.195048 -20.829525)',4291),29181
       )
      ) <= 30000
ORDER BY gid
```

4. Edição do formulário de consulta na interface web

No *template* principal da aplicação MapServer foi incluído um formulário que captura as coordenadas do ponto clicado e o raio em metros a ser definido.

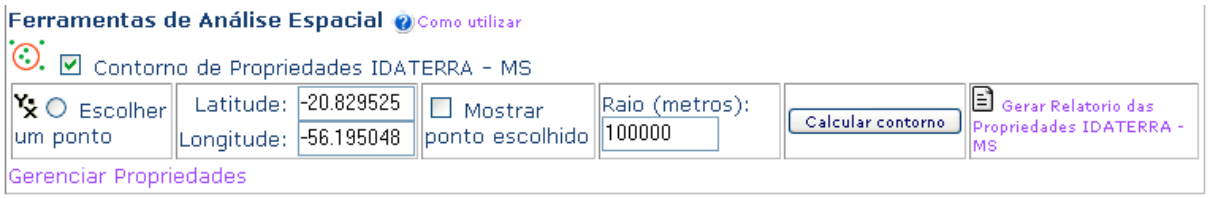


Figura 11: Interface de consulta

```
<td>
<input type=checkbox name=layer_contorno value=propriedadeidaterramspost
[propriedadeidaterramspost_check] > Contorno de Propriedades IDATERRA - MS
<img src=images/icon_xy.png border=0>
<input name="TOOLBAR_CMD" onclick="escolherPonto()" value="CAPTURARPONTO"
type="radio">Escolher um ponto<br>
</td>
<td align=right nowrap>
Latitude:  <input type="text" name="pontoX" size=8 value="[pontoX]"><br>
Longitude: <input type="text" name="pontoY" size=8 value="[pontoY]"><br>
</td>
```

```
<td>
<input type=checkbox name=layer_pontocentral value="pontocentral"
[pontocentral_check] onclick=enviar()> Mostrar ponto escolhido
</td>
<td>
Raio (metros): <input type="text" name="distancia" size=8 value="[distancia]">
</td>
<td>
<input type=submit name=enviarbuffer value="Calcular contorno" class=ferramentas
onclick="ativarAnalise(true)">
</td>
```

A captura do ponto clicado é feita pelas bibliotecas *javascript* (GIRAUD, 2006) (FOSTER, 2006). O fragmento de código javascript a seguir é incluído no template principal da aplicação MapServer, dentro da seção ***<HEAD>***:

```
function capturarPontoClicado(){
       document.carto_form.pontoX.value = [maplat];
       document.carto_form.pontoY.value = [maplon];
}

function ativarAnalise(check){
       //mostra a layer de entorno
       document.carto_form.layer_contorno.checked= check;
}
function escolherPonto(){
       //desmarca o ponto central
       document.carto_form.layer_pontocentral.checked= false;
       //desmarca a layer de entorno
       ativarAnalise(false);
       changeTool('mainDHTML','CAPTURARPONTO');
}
```

E na função ***function*** *dboxInit*() deve ser incluído:

```
if (toolbar == 'CAPTURARPONTO')
{
       capturarPontoClicado();
       toolbar = 'RECENTER';
}
```

(O conjunto de bibliotecas *javascript* e o template principal estão disponíveis para estudo em *http://www.sgtdefesaagro.cnpm.embrapa.br/conteudo/defesa_scripts.zip)*

Uma vez capturadas as variáveis, ao pressionar o botão "Calcular Entorno", elas são enviadas para o MapServer processá-las através do arquivo mapfile.

No mapfile, as variáveis [pontoX], [pontoY] e [distancia] são substituídas por %pontoX%, %pontoY% e %distancia%, respectivamente:

```
LAYER
   METADATA
       "title"    "Sedes de Propriedades CONTORNO SELECIONADO (Fonte IDATERRA MS)"
   END
   NAME propriedadeidaterramspost
   CONNECTIONTYPE postgis
   CONNECTION "user=postgres dbname=gisdbDefesaAgropecuaria password=123123 host=localhost"
   DATA "the_geom from (select * from matogrossodosul_propriedades_idaterra where
         distance(the_geom, Transform(pointFromText('POINT (%pontoY% %pontoX%)', 4291),29181))
         <= %distancia% order by gid) as sedes USING UNIQUE gid USING SRID=29181"
   PROJECTION
       #SAD69 / UTM zone 21S
```

```
        "init=epsg:29181"
    END
    STATUS OFF
    TYPE POINT
        CLASS
          COLOR 200 200 0
          SYMBOL 5
          SIZE 12
        END
    END

LAYER
  METADATA
      "title"    "Entorno"
  END
  NAME propriedadeidaterramspost
  PROJECTION
     #SAD69 / UTM zone 21S
     "init=epsg:29181"
  END
  CONNECTIONTYPE postgis
  CONNECTION "user=postgres dbname=gisdbDefesaAgropecuaria password=123123 host=localhost"
  DATA "the_geom from (select text('1') as gid, buffer(Transform(
        pointFromText('POINT (%pontoY% %pontoX% )', 4291),29181),%distancia%) as the_geom)
        as entorno USING UNIQUE gid USING SRID=-29181"
  STATUS OFF
  TYPE LINE
  CLASS
    STYLE
        COLOR 255 0 0
               OUTLINECOLOR 255 0 0
               SYMBOL 3
               SIZE 3
          END
        END
  END

LAYER
  METADATA
    "title"    "Ponto Central do Entorno"
  END
  NAME pontocentral
  CONNECTIONTYPE postgis
  CONNECTION "user=postgres dbname=gisdbDefesaAgropecuaria password=123123 host=localhost"
  DATA "the_geom from (select text('1') as gid, Transform(pointFromText(
        'POINT (%pontoY% %pontoX% )', 4291),29181) as the_geom) as entorno
        USING UNIQUE gid USING SRID=29181"
  PROJECTION
     #SAD69 / UTM zone 21S
     "init=epsg:29181"
  END
  STATUS OFF
  TYPE POINT
  CLASS
    STYLE
        COLOR 0 0 255
        SYMBOL 'plus'
        SIZE 8
     END
   END
END
```

5. Criação de relatório de consulta

Para gerar os relatórios no formato texto, utiliza-se os comandos TEMPLATE do arquivo mapfile e fragmentos de código HTML, conforme CARVALHO *et al* (2004):

```
TEMPLATE templates/query/propriedades_idaterra_postgis_query.html
HEADER templates/query/propriedades_idaterra_postgis_query_header.html
FOOTER templates/query/propriedades_idaterra_postgis_query_footer.html
```

Para fins de exemplo e do potencial da ferramenta, foi incluído um campo no banco de dados para armazenar a quantidade de cabeças de gado. Foram inseridos valores aleatórios, no intuito de mostrar a capacidade de manipular variáveis e calcular totais. No relatório, esta variável é calculada utilizando códigos *javascript*, conforme a listagem a seguir:

Cálculo do total de cabeças de gado:

```
<tr>
<td>
[lrn]
</td>
<td>[gid]</td><td>[propriedad]</td><td>[municipio]</td>
<td align=right>[cabecasgado]
<script language="Javascript" type="text/javascript">
      var cabecasgado = cabecasgado + [cabecasgado];
</script>
</td><td>
[status]
</td><td>
[observacao]
</td><td align=center>
<a href=scripts/propriedades/alterar.php?id=[gid]&relatorio=1>
<img src=icons/edita.gif border=0>Alterar</a></td>
<td align=center><a href=# onclick=mostrarRegistro([gid]) class=ferramentas>
<img src=icons/localizarmapa.gif border=0>Localizar no mapa</a>
</td>
</tr>
```

Figura 12: Relatório com o total de cabeças de gado

Conclusão

O presente trabalho demonstrou que é possível criar uma aplicação de WebGIS que permite aumentar o número de funcionalidades além da tradicional sobreposição de temas e ferramentas de zoom, utilizando banco de dados espacial baseado em extensões. Estas funcionalidades de análise espacial, baseadas em comandos SQL, tornam os resultados mais ricos em informação, permitindo relatórios e mapas que incluem as operações espaciais, como adjacência, diferença, estar contido etc.

É importante ressaltar a integração com softwares de uso livre, como o PostgreSQL e o PostGIS, o que em muito reduz os custos de implementação da ferramenta e complementa o aparato já utilizado pelo WebGIS, também em software de uso livre.

Como os dados tabulares e suas operações já conhecidas de banco de dados, como médias, somatórios e contagens, podem ser incorporados ao banco de dados espacial e suas funções de análise, toda uma nova gama de possibilidades de consultas pode ser implementada, ficando como proposta para trabalhos futuros de expansão do sistema de gestão territorial.

Referências

FOSTER, M. **Cross-Browser DHTML Library from Cross-Browser.com**. Disponível em: <http://www.cross-browser.com>. Acesso em: 2 fev. 2006.

ESRI. **ArcGIS, Environmental Systems Research Institute**. Disponível em: <http://www.esri.com/>. Acesso em: 10 jul 2003.

COUTINHO, A. C.; MIRANDA, E. E. de; CARVALHO, C. A. de; OSHIRO, O. T; FOGLIARINI, T. Sistema de gestão territorial da faixa de fronteira para a defesa agropecuária. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 133-135.

COUTINHO, A. C.; MIRANDA, E. E. de; CARVALHO, C. A. de; OSHIRO, O. T.; PIEROZZI JR., I.; FOGLIARINI, T. **Sistema de Gestão Territorial da Faixa de Fronteira para a Defesa Agropecuária.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2006. 38 p. (Documentos, 59).

CARVALHO, C. A.; NINOMIYA, M. F.; OSHIRO, O. T. **Repositório de Imagens de Satélite utilizando WebGIS.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2006. 19 p. : il. (Documentos, 51).

CARVALHO, C. A.; PIEROZZI JR., I. **WebGIS na Embrapa Monitoramento por Satélite:** integração de arquitetura e tecnologia da informação para disseminação de geoinformação da Internet. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004. 24 p. : il. (Documentos, 36).

CGI. **The Common Gateway Interface (CGI).** vers. 1.1. Disponível em: < http://rfc.net/rfc3875.html>. Acesso em: 2 fev 2003.

GILLAVRY, E. M. **Cartographic aspects of WebGIS-software.** Department of Cartography Utrecht University. Disponível em: <http://cartography.geog.uu.nl/students/scripties.html>. Acesso em: 20 abr. 2003.

GIRAUD, P. **Javascript wz_jsgraphics.js.** Disponível em: < http://www.camptocamp.com>. Acesso em: 2 fev. 2006.

RAMSEY, P. **PostGIS manual**. Disponível em: <http://postgis.refractions.net/documentation>. Acesso em: 10 jan. 2006.

UCHOA, H. N.; COUTINHO, R. J. C.; FERREIRA, P. R.; FILHO, L. C. T. C.; BRITO, J. L. N. S. **Análise do módulo PostGIS para armazenamento e tratamento de dados geográficos com alta performance e baixo custo**. Disponível em: <http://www.geolivre.org.br/downloads/postgis-sbc-v13-06102005.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2006.

CÂMARA, G.; QUEIROZ, G. R.; FERREIRA, K. R. **Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica**. Disponível em: < http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap3-arquitetura.pdf >. Acesso em: 10 abr. 2006.

OPEN GIS CONSORTIUM. **OGC - Open GIS Consortium**. Disponível em: <http://www.opengeospatial.org/>. Acesso em: 6 set 2003.

ANTARES INFORMATION SYSTEMS. **Manual do PostGIS em Português**. Disponível em: <http://WebGIS.com.br/PostGIS/index.html>. Acesso em 5 abr. 2006.

LARA, F. L. G. de. **Criando um banco de dados espacial com PostgreSQL + PostGIS**. Disponível em: < http://www.vivaolinux.com.br/artigos/verArtigo.php?codigo=4390 >. Acesso em: 2 abr. 2007.

Bibliografia Sugerida

APACHE. **The Apache Software Foundation**. Disponível em: <http://www.apache.org/>. Acesso em: 17 jun. 2003.

ERDAS. **Erdas Imagine**: Leica Geosystems. Disponível em: <http://www.erdas.com/>. Acesso em: 10 jul 2003.

INTERSAT. **Soluções em imagens de Satélite**. Disponível em: <http://www.intersat.com.br/>. Acesso em: 15 jun. 2006.

MAPFILE. **MapServer Documentation**. Disponível em: <http://mapserver.gis.umn.edu/docs/reference/mapfile>. Acesso em: 2 fev 2003.

MAP SERVER. **MapServer homepage University of Minnesota**. Disponível em: <http://mapserver.gis.umn.edu/>. Acesso em: 2 fev 2003.

MIRANDA, J. I. **Diretivas para disponibilizar mapas na Internet.** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2002. 29 p., il. (Embrapa Informática Agropecuária. Documentos, 14).

PHP. **The PHP Group**. Disponível em: <http://www.php.net/>. Acesso em: 17 jun 2003.

QUEIROZ, G. R; FERREIRA, K. R. **SGBD com extensões espaciais**. Disponível em:<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/bdados/cap8.pdf>. Acesso em 10 abr. 2006.

BORGES, K. A. V.; DAVIS, C. A. Jr; LAENDER, A. H. F. **Modelagem conceitual de dados geográficos**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/bdados/cap3.pdf>. Acesso em 10 abr. 2006.

Monitoramento por Satélite
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Av. Soldado Passarinho 303 Fazenda Chapadão
13070 115 Campinas SP
Telefone (19) 3211 6200 Fax (19) 3211 6222
www.cnpm.embrapa.br sac@cnpm.embrapa.br