

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOMÁTICA**

**SISTEMA DE GERENCIAMENTO
GEORREFERENCIADO PARA CONTROLE SANITÁRIO
ANIMAL, BASEADO EM INTERNET COM USO DE
*SOFTWARE LIVRE***

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Cristhiano Bossardi de Vasconcellos

**Santa Maria, RS, Brasil
2007**

**SISTEMA DE GERENCIAMENTO
GEORREFERENCIADO PARA CONTROLE SANITÁRIO
ANIMAL, BASEADO EM INTERNET COM USO DE
*SOFTWARE LIVRE***

por

Cristhiano Bossardi de Vasconcellos

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geomática, Área de Concentração em Tecnologia da Geoinformação, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Geomática.**

Orientador: Prof. Dr. Rudiney Soares Pereira

Santa Maria, RS, Brasil

2007

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Geomática**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**SISTEMA DE GERENCIAMENTO
GEORREFERENCIADO PARA CONTROLE SANITÁRIO
ANIMAL, BASEADO EM INTERNET COM USO DE
*SOFTWARE LIVRE***

elaborada por
Cristhiano Bossardi de Vasconcellos

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Geomática

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Rudiney Soares Pereira
(Presidente/Orientador)

Prof. Dr. Enio Giotto

Prof. Dr. José Américo de Mello Filho

Santa Maria, 6 de fevereiro de 2007.

Dedico este trabalho à minha
companheira, amiga e esposa Magda

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rudiney Soares Pereira, pela oportunidade de realização deste trabalho, por sua humildade, paciência e amizade.

Ao Prof. Dr. Enio Giotto, pela oportunidade de realização deste trabalho e amizade.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geomática.

Ao colega e amigo Henrique Schetinger Filho, por seu apoio e incentivo.

Ao Juliano Costa, pelo suporte em *Linux* e sua amizade.

Aos colegas do Núcleo de Desenvolvimento de Informações e Geotecnologias, pela amizade.

Aos membros da comissão examinadora, que gentilmente aceitaram o convite.

À FAPERGS pelo financiamento através do projeto Prolivre que resultou no Sistema de Inspeção Animal e Gerenciamento Sanitário Municipal (SIAGSM) que fundamentou este trabalho.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Geomática
Universidade Federal de Santa Maria

SISTEMA DE GERENCIAMENTO GEORREFERENCIADO PARA CONTROLE SANITÁRIO ANIMAL BASEADO EM INTERNET COM USO DE SOFTWARE LIVRE

Autor: Cristhiano Bossardi de Vasconcellos
Orientador: Rudiney Soares Pereira
Santa Maria, 6 de fevereiro de 2007.

Os agentes de doenças animais prejudicam a população humana de diversas formas, provocando doenças que são as chamadas zoonoses, ou seja, as doenças que se transmitem dos animais vertebrados ao homem. O controle sanitário animal é uma atividade de extrema importância para a nossa sociedade no que diz respeito à saúde e economia. O grande número de estabelecimentos que precisam ser fiscalizados e a enorme quantidade de dados coletados requerem muita organização e devem permitir que gestores dos órgãos de fiscalização tenham acesso rápido a informações atualizadas. São muitas as zoonoses que exigem ações rápidas e, para isto, a informação disponibilizada de forma espacial é de fundamental importância para evitar maiores prejuízos econômico-sociais. No entanto, os órgãos governamentais carecem de ferramentas computacionais especializadas para o tratamento destes dados, principalmente devido aos custos de licenciamento de *software* e exigências de *hardware*, dificultando o trabalho de gestão sanitária. Atualmente, com o desenvolvimento das geotecnologias, está disponível uma grande variedade de ferramentas computacionais em *software* livre que permitem o acesso rápido e eficiente a estas informações. Entre elas, estão inseridos os *WebGIS*, que são as tecnologias, políticas e pessoas necessárias para promover a disponibilização de dados geoespaciais (conjunto de dados integrados) na *Internet*, possibilitando a interação do usuário na construção de mapas e no acesso às informações não espaciais. Neste contexto, como resultado deste trabalho obteve-se um *WebGIS*, integrando diversas soluções em *software* livre para sistematizar os dados de controle sanitário animal do Estado do Rio Grande do Sul, que permitem a visualização espacial dos estabelecimentos, e dão suporte aos gestores para tomadas de decisão, com custos tecnológicos reduzidos.

Palavras-chave: gestão sanitária animal; sistema informatizado; *WebGIS*; *Web mapping*; *software* livre

ABSTRACT

Master Dissertation
Post-Graduate Course in Geomatics
Federal University of Santa Maria

GEORREFERENCED MANAGING SYSTEM FOR ANIMAL SANITARY CONTROL BASED ON INTERNET USING FREE SOFTWARE

Author: Cristhiano Bossardi de Vasconcellos
Adviser: Prof. Dr. Rudiney Soares Pereira
Santa Maria, February 6th, 2007.

The agents of animal diseases harm the human population in several ways, provoking diseases called zoonosis, in other words, the diseases that they are transmitted from the vertebrate animals to the man. The animal sanitary control is an activity of extreme importance for our society concerning the health and economy. The high number of establishments that they need to be fiscalized and the enormous amount of collected data, requests a lot of organization and they should allow managers of the fiscalization agencies to have fast access to updated information. Many zoonosis demand fast actions and, for this, the available spatial information is of fundamental importance to avoid higher economical-social damages. However, the government agencies lack of specialized computer tools for the treatment of these data, mainly due to the costs of software licensing and hardware demands, hindering the work of sanitary administration. Now, with the development of the geotechnologies it is available a great variety of tools in free software, allowing fast and efficient access of these information. Among them WebGIS are inserted. They are the technologies, politics and necessary people to promote the publication of geospatial data (group of integrated data) in Internet, making possible the user's interaction in the construction of maps and in the access to non spatial information. In this context, as a result of this work it was obtained a WebGIS, integrating several solutions in free software to systematize the data of animal sanitary control of the State of Rio Grande do Sul, allowing the spatial visualization of the establishments, giving support to the managers to take decision and with reduced technological costs.

Key words: animal sanitary manage; computerized system; WebGIS; Web mapping; free software

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivo geral.....	15
1.2	Objetivos específicos.....	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	Geoprocessamento	16
2.2	Tipos de dados em Geoprocessamento	17
2.2.1	Mapas Temáticos e Cadastrais.....	17
2.2.2	Redes.....	17
2.2.3	Imagens.....	18
2.2.4	Modelos Numéricos do Terreno	18
2.3	Estruturas de armazenamento de dados geográficos.....	20
2.3.1	Representação vetorial.....	20
2.3.2	Representação matricial ou <i>raster</i>	21
2.3.3	Comparação da representação matricial com a vetorial	22
2.4	Sistemas de Informação Geográfica.....	24
2.5	Conceitos preliminares - <i>WebGIS</i>	27
2.5.1	Arquitetura cliente-servidor.....	27
2.5.2	Servidor de Internet – <i>Apache Web Server</i>	27
2.5.3	Servidor remoto de mapas – <i>UMN Mapserver</i>	28
2.5.4	Sistemas de gerenciamento de banco de dados relacional.....	32
2.5.5	Banco de dados relacional	33
2.5.6	Projeto Banco de dados	35
2.5.7	Banco de dados espacial	36
2.5.8	<i>MySQL</i>	37
2.5.9	<i>PostgreSQL</i> e o <i>PostGIS</i>	38
2.5.10	<i>PHP</i>	39
2.5.11	<i>CartoWeb</i>	39
2.6	<i>WebGIS</i> ou <i>Web Mapping</i>	44
2.7	Padrões para SIG.....	47
2.7.1	<i>Open Geospatial Consortium</i> e o <i>OpenGIS</i>	48
3	MATERIAL E MÉTODOS	50
3.1	Material	50
3.1.1	Hardware.....	50
3.1.2	Software.....	50
3.2	Métodos.....	51
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4.1	Entrando no Sistema	56
4.2	Navegação no Sistema	57
4.3	Estabelecimento	58
4.4	Inspeção	59
4.5	<i>Checklists</i>	60
4.6	Consultas e Relatórios	62
4.7	Cadastrros básicos.....	63
4.8	Memoriais.....	64
4.9	Georreferenciamento.....	64
5	CONCLUSÃO	75
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Dados básicos da estrutura vetorial	20
Figura 2- Estrutura matricial de diferentes resoluções	21
Figura 3 - Arquitetura de um SIG.....	25
Figura 4 - Operação básica de uma aplicação com o Mapserver	30
Figura 5 - Relacionamento entre tabelas	34
Figura 6 - Exemplo de aplicação do <i>CartoWeb</i>	40
Figura 7 - Exemplo do uso do gerenciador de camadas do <i>CartoWeb</i>	41
Figura 8 - Exemplo de uso da ferramenta de pesquisa geográfica	42
Figura 9 - Exemplo de uso das ferramentas de desenho.....	43
Figura 10 - Componentes de um WebGIS e suas interações.....	47
Figura 11 - Arquitetura do sistema WebGIS desenvolvido e suas interações.....	54
Figura 12 - Tela de entrada do Sistema	56
Figura 13 - Formulário de cadastro de estabelecimento.....	57
Figura 14 - Botões de navegação entre registros.....	57
Figura 15 - Formulário de inspeção de micro-matadouro de bovinos/suínos/ovinos.....	60
Figura 16 - Formulário de checklist para matadouro de aves	61
Figura 17 - Formulário de critérios para relatório de inspeção de micro-matadouro.....	63
Figura 18 - Interface do Sistema <i>WebGIS</i>	65
Figura 19 - Guia Temas	66
Figura 20 - Árvore hierárquica contendo os estabelecimentos classificados em categorias	67
Figura 21 - Guia Procura	68
Figura 22 - Guia Esboço.....	69
Figura 23 - Guia Pergunta	70
Figura 24 - Resultados de uma pergunta	71
Figura 25 - Guia Imprimir	72
Figura 26 - Guia Ajuda.....	72
Figura 27 - Ferramentas de navegação	73
Figura 28 – Exemplo de uso da ferramenta <i>zoom in</i>	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens da estrutura vetorial	23
Tabela 2 - Vantagens e desvantagens da estrutura matricial	23

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – Diagrama Entidade-Relacionamento do Sistema	80
ANEXO B – <i>Map File</i> do sistema desenvolvido	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEP	Código de endereçamento postal
CGC	Cadastro geral de contribuintes
CGI	<i>Common gateway interface</i> – Portão de interface comum
CISPOA	Coordenadoria de Inspeção Sanitária dos Produtos de Origem Animal
CPF	Cadastro de Pessoas Físicas
CRMV	Conselho Regional de Medicina Veterinária
CSV	<i>Comma separated values</i> – Valores separados por vírgula
DER	Diagrama entidade-relacionamento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPPL7	<i>Environmental planning and programming language</i> - Linguagem de programação e planejamento ambiental
ER	Entidade-relacionamento
FAPERGS	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul
GDAL	<i>Geospatial Data Abstraction Library</i> – Biblioteca de Abstração de dados espaciais
GIF	<i>Graphics Interchange Format</i> – Formato de troca gráfica
GIS	<i>Geographic Information System</i> – Sistema de Informações Geográficas
GPL	<i>General public license</i> – Licença pública geral
GPS	<i>Global Positioning System</i> – Sistema de posicionamento global
HTML	<i>Hypertext markup language</i> – Linguagem de marcação de hipertexto
HTTP	<i>Hypertext transfer protocol</i> – Protocolo de transferência de hipertexto
IPTU	Imposto predial e territorial urbano
JPEG	<i>Joint photographic experts group</i> – Grupo de especialistas fotográficos unidos
MNT	Modelo numérico do terreno
NASA	<i>National Aeronautics and Space Agency</i> – Agência Nacional de Aeronáutica e Espaço
NDIGe	Núcleo de Desenvolvimento de Informações e Geotecnologias
OGC	<i>Open geospatial consortium</i> – Consórcio Geoespacial Aberto
OGIS	<i>Open Geodata Interoperability Specification</i> – Especificação aberta de

	interoperabilidade de dados geográficos
PDF	<i>Portable document format</i> – Formato de documento portátil
PHP	<i>Personal home page</i> – página de <i>internet</i> pessoal
PNG	<i>Portable Network Graphics</i> – Gráficos de rede portáteis
SGDB	Sistema de gerenciamento de banco de dados
SIAGSM	Sistema de Inspeção Animal e Gerenciamento Sanitário Municipal
SIF	Sistema de Inspeção Federal
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SIM	Sistema de Inspeção Municipal
SQL	Structured query language – Linguagem estruturada de consulta
TIFF	<i>Tagged Interchange File Format</i> – Formato de arquivo de troca com cláusulas
TIN	<i>Triangular irregular network</i> – Modelo Digital do Terreno em Rede Triangular Irregular
UMN	<i>University of Minnesota</i> – Universidade de Minnesota
WebGIS	Sistema de Informações Geográficas para <i>Internet</i>

1 INTRODUÇÃO

Para a Organização Mundial de Saúde, saúde pública é a ciência e a arte de prevenir enfermidades, melhorar a qualidade e a esperança de vida e contribuir para o bem estar físico, mental, social e ecológico da sociedade (ROSADO, 2004).

Os agentes de doenças animais prejudicam a população humana de diversas formas, provocando doenças que são as chamadas zoonoses, ou seja, as doenças que se transmitem dos animais vertebrados ao homem. Representam uma importante ameaça, pois, além de afetarem a saúde e o bem estar, diminuem a produtividade dos rebanhos e reduzem a disponibilidade de alimentos protéicos para a população humana (PITUCO, 2003).

Estas zoonoses têm alto impacto sobre a economia nacional de diversos países, onde o comércio com o exterior e a estabilidade dependem diretamente da confiabilidade dos alimentos de origem animal, demonstrando a estreita relação que existe entre saúde pública, o ambiente e o bem estar sócio-econômico.

Nos países desenvolvidos, as principais doenças infecciosas estão erradicadas dos rebanhos. Já nos países em desenvolvimento, elas persistem, transformando-se em causa da baixa produtividade desses rebanhos, menor renda e, ocasionando importantes barreiras à participação desses países nos mercados internacionais. Com isso, aumentam-se as desigualdades e são reduzidas às possibilidades dos países em desenvolvimento melhorarem a situação econômica e, conseqüentemente, suas condições de investir em saúde animal (LYRA & SILVA, 2002).

Com o surgimento das barreiras sanitárias e a competitividade dos produtos de origem animal, tanto no mercado interno como no internacional, tem aumentado a atenção para os problemas de saúde animal. Esta, por sua vez, tem relação com os diversos segmentos da cadeia produtiva da carne bovina, seja no sistema de produção, na defesa sanitária animal, na indústria de medicamentos e imunobiológicos, bem como na indústria de alimentos. Portanto, o controle das doenças de bovinos proporciona carne de melhor qualidade e, conseqüentemente, atingem as exigências do consumidor (MADRUGA, 2002).

Existem vários conjuntos de leis que regulamentam os serviços de inspeção sanitária de produção industrial de alimentos. Este conjunto de leis abrange normas federais, estaduais e municipais que tratam de regras para a produção de produtos de origem animal.

Há um grande número de estabelecimentos que trabalham com produtos de origem animal que precisam ser fiscalizados e conseqüentemente há uma enorme quantidade de

dados coletados durante o processo de fiscalização os quais devem ser sistematizados para permitir aos gestores da fiscalização um rápido acesso às informações. No entanto, os órgãos governamentais carecem de ferramentas especializadas para o tratamento destes dados, dificultando o trabalho de gestão sanitária. Uma das principais razões da carência destas ferramentas está relacionada aos custos com licenciamentos de software e exigências de hardware.

Com relação à ocorrência de zoonoses, elas se encontram espacialmente distribuídas e muitas delas exigem ações rápidas, e para isto a informação disponibilizada de forma espacial é de fundamental importância para evitar maiores prejuízos sócio-econômicos. Visualizar esta distribuição para analisar, planejar e tomar decisões é, certamente, uma necessidade dos gestores da saúde animal e humana. Atualmente, com o desenvolvimento das geotecnologias, está disponível uma grande variedade de ferramentas computacionais que permitem o acesso rápido e eficiente a estas informações. Dentre estas tecnologias estão inseridos os *WebGIS*.

WebGIS são as tecnologias, políticas e pessoas necessárias para promover a disponibilização de dados geoespaciais (conjunto de dados integrados) na *Internet*, possibilitando a interação do usuário na construção de mapas e na solicitação de informações não espaciais. Um *WebGIS* facilita o compartilhamento global de dados, fornece aos usuários finais uma solução econômica para acessar dados espaciais personalizados para um fim específico. Seu uso não exige conhecimentos específicos em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), pois geralmente possuem interface amigável e utilizam as ferramentas que os usuários da *Internet* já estão habituados. Outra vantagem é sua independência de plataformas e sistemas operacionais visto que, normalmente apenas um simples navegador da *Internet* é usado para estabelecer a conexão cliente/servidor (MATHIYALAGANA et al., 2005).

Os padrões abertos e os *softwares* de código fonte aberto estão prontos para a geração emergente de soluções para disponibilização de informações espaciais através da *Web*. Todos os componentes de software necessários para construir e disponibilizar aplicações de geoprocessamento completas está disponível na *Web* (ANDERSON, 2003).

Neste contexto, no presente trabalho foi desenvolvido um *WebGIS*, integrando diversas soluções em *software* livre para sistematizar e disponibilizar informações espaciais e não espaciais referentes à inspeção sanitária animal do Estado do Rio Grande do Sul para fornecer suporte aos gestores à tomadas de decisão, mantendo os custos tecnológicos reduzidos. Este sistema é fundamentado no Sistema de Inspeção Animal e Gerenciamento Sanitário Municipal (SIAGSM) financiado pelo Projeto Prolivre – FAPERGS, publicado em

2006 e disponível sob licença GPL no repositório público da EMBRAPA (<http://repositorio.agrolivre.gov.br/projects/siagsm/>) (SIAGSM, 2006).

1.1 Objetivo geral

- Agrupar e integrar soluções, usando ferramentas de software livre, para desenvolver um *WebGIS* que permita disponibilizar informações espaciais e não espaciais na *Internet* para sistematizar os dados de inspeção sanitária animal coletados e apoiar gestores da fiscalização sanitária na análise, planejamento e tomadas de decisão.

1.2 Objetivos específicos

- Analisar, remodelar e implementar o sistema de Inspeção Animal Municipal desenvolvido por Rosado (2004) em plataforma *Windows* e mono-usuário e pelo SIAGSM (2006), usando ferramentas de software livre para sistematizar dados coletados de cadastro, inspeção e licenciamento de estabelecimentos que trabalhem com produtos de origem animal.

- Oferecer informações espaciais e não espaciais sobre a Inspeção Animal para apoio a tomadas de decisão.

- Disponibilizar o sistema na *Internet*, implementando políticas de segurança de acesso às informações.

- Possibilitar a integração, numa base de dados única, dos dados de Inspeção Animal Municipal dos municípios do Rio Grande do Sul.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Geoprocessamento

Buscando-se a origem da palavra geoprocessamento constata-se que o prefixo “Geo” tem origem grega e significa Terra e a palavra processamento significa: (1) tratamento dos dados por meio de máquinas, com o fim de obter resultados da informação representada pelos dados e (2) qualquer operação ou combinação de operações efetuadas com os dados (FERREIRA, 1986). Com base nestes significados pode-se dizer que geoprocessamento é a ciência que trata os dados da superfície da Terra, vinculados a um sistema de referência, através de ferramentas computacionais.

Com o surgimento da informática, apareceram várias ferramentas para o tratamento de informações espaciais georreferenciadas. A união técnica e conceitual destas ferramentas levou ao desenvolvimento de tecnologia de processamento de dados geográficos, denominada Geoprocessamento (ROCHA, 2000).

Definir Geoprocessamento não é tarefa fácil, devido a sua vasta aplicabilidade e interligações entre diversas áreas do conhecimento humano. Rocha (2000) define geoprocessamento de uma forma bastante abrangente:

[...] uma tecnologia transdisciplinar que, através da axiomática da localização e do processamento de dados geográficos, integra várias disciplinas, equipamentos, programas, processos, entidades, dados, metodologias e pessoas para a coleta, tratamento, análise e apresentação de informações associadas a mapas digitais georreferenciados (p. 210).

Câmara e Davis (1998) definem geoprocessamento da seguinte maneira:

[...] denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional (p. 1).

“O objetivo principal do geoprocessamento é fornecer ferramentas computacionais para que os diferentes analistas determinem as evoluções espacial e temporal de um fenômeno geográfico e as inter-relações entre diferentes fenômenos” (ASSAD; SANO, 1998, p. 8).

2.2 Tipos de dados em Geoprocessamento

2.2.1 Mapas Temáticos e Cadastrais

Um mapa temático é um mapa exibindo os tipos de informações selecionadas relacionadas a um tema específico, como solo, uso da terra, densidade populacional e assim por diante (BURROUGH; MCDONELL, 1998).

“Mapas temáticos são mapas que mostram uma região geográfica particionada em polígonos, segundo os valores relativos a um tema. Os valores dos dados são em geral inseridos no sistema por digitalização ou, de forma mais automatizada, a partir de classificação de imagens” (CÂMARA et al., 1996, p. 41).

A maior parte dos mapas temáticos e cadastrais usa o formato vetorial, com uma seqüência de linhas interligadas, onde o ponto final de uma linha é igual ao ponto inicial da outra, formando um polígono que determina uma região relacionada a um tema (CÂMARA et al, 1996).

O formato matricial também pode ser usado para armazenar mapas temáticos onde cada célula de tamanho fixo está associada a um valor que corresponde ao tema mais freqüente naquela região espacial (CÂMARA et al, 1996).

Os mapas cadastrais apresentam objetos identificáveis (por exemplo, limites de propriedades rurais ou lotes na cidade). Esses elementos do espaço geográfico geralmente estão associados a atributos (por exemplo, proprietário, IPTU em débito, valor venal) (CÂMARA, 1996).

2.2.2 Redes

Geralmente o conceito de rede em geoprocessamento está associado a serviços de utilidade pública, como água, luz, telefone, redes de bacias hidrográficas e rodovias. Grafos são normalmente usados para armazenar informações espaciais sobre os recursos que fluem entre distintas localizações geográficas. Eles usam topologia arco-nó, onde os arcos têm um sentido de fluxo e os nós podem ser fontes ou consumidores de recurso (CÂMARA, 1996).

Se tomarmos como exemplo uma rede de abastecimento de água, que tem como componentes: fontes de água, estações de tratamento, reservatórios, consumidores e linhas de abastecimento; as linhas de abastecimento são representadas por arcos, enquanto os demais componentes são os nós.

Um SIG é usado para realizar três principais análises na topologia de rede: previsão de “carga”, otimização de rota e alocação de recursos. O transporte de água e sedimentos através de uma bacia hidrográfica pode ser previsto usando o modelo de rede. Esta previsão pode ser usada para tomada de medidas de emergência em áreas que sofrem alagamentos. Também, pode-se usar o modelo de rede em aplicações de otimização de rota para serviços de bombeiro, ambulância, polícia, correio, coleta de lixo, etc. (ARONOFF, 1993).

Num modelo de rede, os elementos são representados por um conjunto de regras (como direção do tráfego na rua) e relacionamentos matemáticos (como perda de energia ao longo da linha de transmissão devido à distância). Quanto mais sofisticado for o modelo de rede, mais ele é capaz de imitar o modelo do mundo real (ARONOFF, 1993).

2.2.3 Imagens

“Uma imagem digital consiste em uma matriz de números digitais chamados de *pixels* (uma abreviação de “picture element”). Cada *pixel* corresponde a um retângulo na superfície da imagem original, não digital” (CÂMARA et al., 1996, p.44).

Uma imagem digital é um imagem $f(x,y)$ representada por duas coordenadas espaciais e por um valor correspondente ao brilho. É uma matriz a qual os índices de linha e coluna identificam um ponto na imagem e o valor correspondente ao elemento da matriz identifica o nível de cinza naquele ponto (GONZALEZ ; WOODS, 1992).

Imagens provêm de sistemas de sensoriamento remoto ópticos e digitais montados em aviões ou em satélites (BURROUGH; MCDONNELL, 1998). Com a evolução do sensoriamento remoto, o desenvolvimento de sensores mais potentes, tem proporcionado imagens com resoluções cada vez melhores. Porém, estas imagens vindas diretamente de instrumentos sensores são brutas, não estão preparadas para serem utilizadas. É necessária a aplicação de técnicas de extração de informação, daí a necessidade da utilização de técnicas de processamento digital de imagens (ROCHA, 2000).

2.2.4 Modelos Numéricos do Terreno

Durante muito tempo, a representação de relevo utilizada por profissionais da mensuração foi o traçado manual de curvas de nível, a partir de um levantamento topográfico

ou por fotogrametria, com a determinação dos valores intermediários através de interpolação linear. Com o uso da informática, surgiu uma nova técnica automatizada que consiste na descrição matemática do terreno através de uma função de interpolação e que foi chamada Modelo Numérico do Terreno (MNT) (ROCHA, 2000).

“O termo modelo numérico de terreno é utilizado para denotar a representação quantitativa de uma grandeza que varia continuamente no espaço”. Este modelo é usualmente associado à altimetria, mas também pode ser usado para modelagem de informações sobre unidades geológicas, como por exemplo, o teor de minerais, propriedades do solo ou subsolo (CÂMARA, 1998, p.17).

Os modelos numéricos de terreno que são mais representativos são os de grade regular ou grade triangular, que trabalham com grades de pontos.

A grade regular é uma representação matricial, onde cada elemento da matriz está associado a um valor numérico. A partir de amostras originais ao longo da superfície são estimados os valores das células que não foram amostradas, usando interpoladores matemáticos para obter a estimativa, considerando os pontos vizinhos (ROCHA, 2000).

A grade triangular é uma estrutura vetorial com topologia do tipo nó-arco e representa uma superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas. Para cada um dos três vértices da face do triângulo são armazenadas as coordenadas de localização (x, y) e o atributo z, corresponde ao valor de elevação ou altitude (CÂMARA, 1998, p. 25).

Uma grade triangular funciona modelando uma superfície, criando uma série de pontos regulares ou irregulares que atuam como vértice de um triângulo. Cada um destes pontos tem um valor topográfico explícito.

Para Thomé (1998) a grade triangular TIN (*Triangular Irregular Network*) ou modelo mosaico é:

[...] uma outra estrutura utilizada para representar superfícies contínuas, assim como a grade regular. O TIN representa a superfície por uma série de pontos ligados de forma triangular. Cada três pontos, que geram um triângulo, podem ocorrer em qualquer localização geográfica, daí decorre a irregularidade, diferença básica da grade regular.

2.3 Estruturas de armazenamento de dados geográficos

2.3.1 Representação vetorial

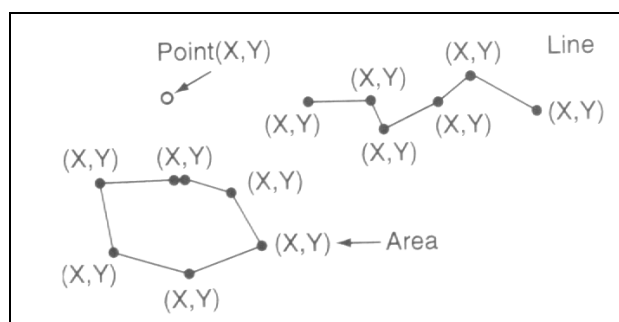
Nesta categoria de representação digital de mapas, existe a tentativa de reproduzir o objeto o mais exatamente possível. São considerados três elementos gráficos: ponto, linha e área (ou polígono) (ASSAD; SANO, 1998).

a) Ponto: Um conjunto simples de coordenadas (X, Y) que não está fisicamente conectado a nenhum outro par (entidade zero dimensional).

b) Linha: Seqüência de pares de coordenadas conectadas.

c) Áreas: Seqüência de linhas interconectadas a qual o primeiro e o último ponto são os mesmos.

A figura 1 mostra a representação dos dados gráficos básicos de um vetor.



Fonte: Demers, 1999.

Figura 1 - Dados básicos da estrutura vetorial

Os dados vetoriais são representados por coordenadas que definem pontos ou pontos que estão ligados formando linhas e polígonos. Geralmente estes dados têm associados a eles uma tabela com informações, uma para cada feição (ponto, linha ou polígono) (MITCHELL, 2005).

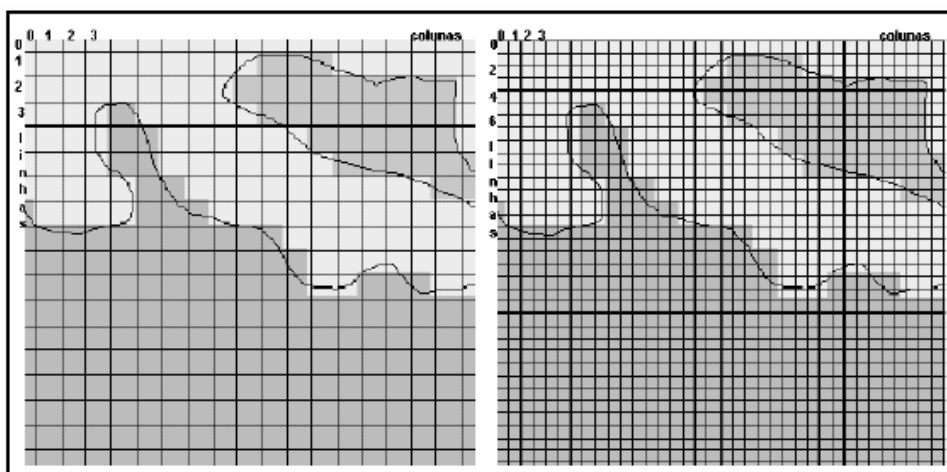
Entidades naturais são representadas através de pontos, linhas, áreas delineadas e volumes. Linhas ligam uma série de pontos com coordenadas exatamente conhecidas e áreas são limitadas por linhas exatamente definidas. Linhas podem representar rios ou veias e se elas forem linhas fechadas formarão polígonos que podem representar parcelas de terra, áreas administrativas e lagos. (BURROUGH, 1996).

Uma estrutura vetorial “é construída a partir de que o usuário percebe como um número de planos de característica que são usados para separar diferentes classes de um fenômeno” (BURROGH; MCDONNELL, 1998, p.57).

2.3.2 Representação matricial ou *raster*

“Uma representação matricial consiste no uso de uma malha quadriculada regular, sobre a qual se constrói, célula a célula, o elemento que está sendo representado” (ASSAD; SANO, 1998, p. 20).

Esta malha é uma matriz $P(m, n)$ composta de m colunas e n linhas. Cada elemento (chamado de célula) desta matriz está associado a um m (número da coluna ao qual pertence) e a um n (número da linha) e também armazena um código de um atributo, que informa ao computador alguma característica deste ponto. Cada célula pode ser acessada pelas suas coordenadas (m, n) . Na Figura 2 é mostrado um mesmo mapa usando malhas de diferentes resoluções (ASSAD; SANO, 1998). No mapa da esquerda (a) a resolução é quatro vezes menor que a resolução do mapa da direita (b), isto significa que se for necessário mensurar distâncias ou áreas, utilizando o mapa (a), os resultados serão muito menos precisos que se usássemos o mapa (b). Contudo, o espaço para armazenamento do mapa (b) é quatro vezes maior que o mapa (a).



Fonte: Câmara; Davis; Monteiro, 1998.

Figura 2- Estrutura matricial de diferentes resoluções

Dados matriciais ou *raster* são organizados numa matriz ou grade que tem linhas e colunas onde cada intersecção entre linha e coluna é chamada célula ou *pixel*. Cada célula

possui um valor, que pode representar, por exemplo, a altitude. Imagens de satélite, mapas escaneados e modelos digitais do terreno são matriciais. Eles possuem certo número de *pixels* de largura e altura onde cada *pixel* representa uma área no terreno. Por exemplo, as imagens do satélite *Landsat*, possuem um tamanho de 185 x 185 km. Cada pixel representa 30 x 30 metros no solo (MITCHELL, 2005).

2.3.3 Comparação da representação matricial com a vetorial

Estruturas de dados vetoriais são geralmente os preferidos pelos Cartógrafos, pois são mais parecidas com as estruturas gráficas mais comumente associadas com mapas analógicos, confeccionados à mão. Porém, mapas convencionais não é o foco principal de um SIG, e sim sua habilidade de mensurar e analisar dados cartográficos organizados, gerando mapas mais complexos (DEMERS, 1999).

Os mapas temáticos admitem tanto a representação vetorial, quanto a matricial. Na produção de cartas ou outras operações que exigem maior precisão, a representação vetorial é mais adequada. No entanto, quando forem necessárias operações algébricas, análise geoestatísticas, o formato matricial é o mais apropriado. Quando o grau de precisão requerido for o mesmo, o espaço necessário para armazenamento dos dados no formato matricial é substancialmente maior, fato que faz com que o uso do modo vetorial seja mais viável (CÂMARA, 1998).

Sendo a grade regular uma representação matricial por si mesma, em que cada elemento da matriz está associado a um valor numérico. Neste caso, a representação vetorial não pode ser utilizada. No entanto, nas grades triangulares, o uso de vetor é inerente a este tipo de representação (CÂMARA, 1998).

As tabelas 1 e 2 mostram as vantagens e desvantagens das duas estruturas de armazenamento de dados espaciais.

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens da estrutura vetorial

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> - Estrutura de dados compacta; - A topologia pode ser descrita explicitamente e conseqüentemente boa para análise de rede; - A transformação de coordenadas é fácil; - Representação gráfica apurada em todas as escalas e; - Recuperação, atualização e generalização dos gráficos e atributos é possível. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estrutura de dados complexa; - A combinação de diversas redes de polígonos através de interseção ou sobreposição é difícil e requer considerável capacidade de processamento; - A exibição e plotagem podem consumir muito tempo e ser cara, especialmente para gráficos de alta qualidade; - Análise espacial dentro de unidades básicas tais como polígonos é impossível sem dados extra, devido ao fato deles serem internamente homogêneos.

Fonte: Burrough; Mcdonnell (1998).

Tabela 2 - Vantagens e desvantagens da estrutura matricial

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> - Estruturas de dados simples; - Manipulação de um atributo de um lugar específico é fácil; - Aplicabilidade de muitos tipos de análise espacial e filtragem; - Modelagem matemática é fácil devido à simplicidade e forma regular das entidades; - A tecnologia é barata e; - Muitas formas de dados estão disponíveis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Grandes volumes de dados; - Usar grandes grades de células para reduzir o volume de dados reduz a resolução espacial, resultando em perda da informação e uma incapacidade de reconhecer fenomenologicamente as estruturas definidas; - Mapas matriciais brutos não têm elegância apesar de que a elegância vem se tornando um problema bem menor nos dias de hoje e; <p>A transformação de coordenadas é difícil e consome muito tempo, a menos que algoritmos e hardware especial sejam usados e mesmo assim pode resultar em perda de informação ou distorção da forma da grade da célula.</p>

Fonte: Burrough; Mcdonnell (1998).

Nos dias de hoje muitos SIG suportam ambas as estruturas, além de fornecer programas de conversão. Com os métodos alternativos atuais orientados a objetos, vetores ou matrizes são estruturas de dados que podem ser usadas ao mesmo tempo, pois estes métodos

tratam vários elementos espaciais (pontos, linhas, polígonos ou pixels) como sendo objetos únicos (BURROUGH; MCDONNELL, 1998).

2.4 Sistemas de Informação Geográfica

O caráter multidisciplinar dos SIG faz com que suas diversas definições possam, cada uma de sua maneira, mostrar a multiplicidade de usos e visões desta tecnologia. Eles permitem a integração, numa única base de dados, informações vindas de várias fontes, como por exemplo, dados cartográficos, dados de senso, cadastro urbano, imagens de satélite, etc. A partir destes dados é possível recuperar, manipular e visualizá-los através de algoritmos especiais de manipulação e análise (CÂMARA, 1996).

Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são os sistemas que realizam tratamento computacional dos dados geográficos. Estes dados são georreferenciados, ou seja, localizados na superfície terrestre e numa projeção cartográfica qualquer (ASSAD; SANO, 1998).

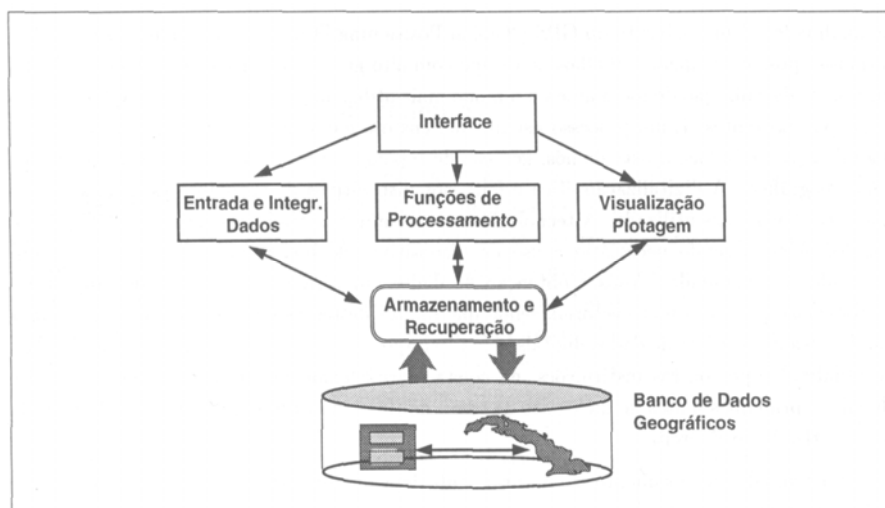
Também podem ser definidos como ferramentas usadas para digitalizar dados cartográficos ou obtidos através de sensoriamento remoto. A complementação destes dados, através de dados de campo, faz-se necessária, assim como o georreferenciamento, utilizando o Sistema de Posicionamento Global (GPS) (DAHDOUH-GUEBAS, 2002).

As ferramentas computacionais para geoprocessamento, chamadas de SIG, permitem a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados, além de tornar possível a automatização de documentos cartográficos (CÂMARA; DAVIS, 1998).

Utilizando os termos mais amplos possíveis, pode-se definir SIG como ferramentas que permitem processar dados espaciais transformando-os em informação que é geralmente vinculada explicitamente a alguma porção da Terra ou usada para tomar decisões. No entanto ele diz que esta definição não é, nem compreensiva, e nem particularmente precisa, e que não há entre os autores nenhuma concordância absoluta sobre a definição de SIG. Este termo tem se modificado conforme os objetivos intelectuais, culturais, econômicos e até mesmos políticos, fato que tem causado muitas definições errôneas sobre SIG, com relação a suas capacidades e possíveis usos (DEMERS, 1999).

Pode-se considerar que um SIG possui os seguintes componentes: interface com o usuário; entrada e integração de dados; funções de processamento; visualização e plotagem; e,

armazenamento e recuperação de dados. A relação entre estes componentes é hierárquica conforme mostra a Figura 3 (CÂMARA, 1996):



Fonte: Câmara, 1996.

Figura 3 - Arquitetura de um SIG

No nível mais próximo ao usuário está a interface homem-máquina, que diz respeito de como o sistema é operado e controlado. Ela deve tornar transparentes todas às funções internas do Sistema, ou seja, o usuário não necessita saber como elas funcionam e nem que elas existem. No nível intermediário, estão os mecanismos de processamento de dados espaciais (entrada, edição, análise, visualização e saída). E, no nível mais interno do sistema, está o sistema de gerenciamento do banco de dados geográficos, que é o responsável pelo armazenamento, integridade e recuperação dos dados espaciais (CÂMARA, 1998).

Para um melhor entendimento Demers (1999) divide um SIG nos seguintes subsistemas:

a) Entrada de dados: coleta e pré-processa os dados espaciais provenientes de diversas fontes. Também converte os dados espaciais em formatos diferentes. Este processo é muito similar aos dois primeiros passos no processo de cartografia, o qual coleta os dados e faz a compilação do mapa. O cartógrafo registra um mapa composto de pontos, linhas e áreas numa mídia física como o papel. Estes dados possuem diferentes fontes, podendo ser de fotografia aérea, sensoriamento remoto digital, pesquisa de campo, descrições visuais e dados estatísticos ou de censo. Por outro lado, um SIG utiliza dispositivos eletrônicos para registrar

ou codificar pontos, linhas e áreas num sistema computadorizado. As fontes de coleta de dados são freqüentemente as mesmas utilizadas no mapeamento tradicional, porém incluem uma ampla variedade de fontes digitais.

b) Armazenamento e recuperação de dados: organiza os dados espaciais permitindo inserção, recuperação e atualização. Este processo também é muito similar ao da cartografia sem o uso de SIG. O documento cartográfico, por si mesmo, já é um meio de armazenamento e recuperação de dados. Os pontos, linhas e áreas que foram desenhados neste documento foram colocados ali justamente para posterior recuperação ou leitura. O mapa é o meio mais compacto de armazenar dados espaciais, porém a extração destes dados depende muito da habilidade do seu leitor em interpretá-lo. As grandes vantagens do SIG com relação ao método tradicional cartográfico é que ele permite a recuperação dos dados (pontos, linhas e objetos de área e suas características), que estão no banco de dados, através da realização de consultas e a obtenção de uma rápida resposta no formato de mapa, gráfico ou tabela.

c) Manipulação e análise: executa tarefas nos dados, agrega, desagrega, estima parâmetros e relacionamentos e, executa funções de modelagem. Na cartografia tradicional são necessárias régua para medir distância, compassos para encontrar direções e planímetros ou outras ferramentas para mensurar áreas. Além disso, ela fica limitada a métodos gráficos possíveis de se aplicar no papel. Já este subsistema, que é o coração do SIG, permite a análise de mapas para comparar e contrastar formas dos fenômenos terrestres. Usa os modernos computadores para mensurar, comparar e descrever os conteúdos dos bancos de dados espaciais. Permite o rápido acesso aos dados brutos e permite agregação e reclassificação para análises adicionais e também consegue combinar vários conjuntos de dados selecionados em um único.

d) Relatório: mostra todo ou parte dos dados solicitados de forma tabular, gráfico ou mapa. Em comparação com a cartografia não digital, ambos têm uma mesma saída (*output*)-um mapa. A maior diferença entre elas está no método de reportar a análise realizada. A maioria dos usuários exige uma saída no formato de mapa e há uma grande quantidade de opções nos SIG modernos. Exemplos de saídas não cartográficas, usando formato tabular, seriam a previsão de safra por hectare e por tipo de solo ou o aumento da taxa de natalidade em determinados bairros. Já usando o formato gráfico poderia ser um histograma ou gráfico de linhas. Também poderia emitir uma saída não cartográfica, com a impressão de etiquetas de endereçamento para clientes potenciais para facilitar a distribuição de propaganda.

2.5 Conceitos preliminares - *WebGIS*

Primeiramente serão fornecidos alguns conceitos preliminares necessários para o entendimento do funcionamento de um *WebGIS*.

2.5.1 Arquitetura cliente-servidor

Na arquitetura cliente-servidor, é chamado de servidor o computador que administra e fornece informações para os outros computadores ligados a rede. Já, clientes são os computadores que solicitam e recebem informações do servidor. A palavra servidor também pode se referir ao programa responsável pelo recebimento de uma solicitação do computador cliente, para processamento e envio de resposta (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2001).

Em uma verdadeira organização cliente-servidor, o papel do servidor é rodar um programa de gerenciamento de banco de dados. Os clientes solicitam dados específicos ao servidor e, ele envia apenas o que foi solicitado de volta para o cliente, sem a necessidade de enviar um arquivo inteiro (NORTON, 1996).

2.5.2 Servidor de Internet – *Apache Web Server*

Uma das peças chave para se montar um servidor de página para *Internet* é o servidor de *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), ou Protocolo de Transferência de Hipertexto. Quando um usuário final entra com um endereço de página da *Web* a fim de visualizar um *site* na *Internet*, no lado do servidor está o servidor HTTP que processa a solicitação e envia a informação solicitada de volta para o navegador formatá-la e mostrá-la para o usuário (PADMANABHARAO, 1999).

Um servidor de Internet é um computador que entrega (serve) páginas da Internet aos computadores solicitantes. Todo servidor da internet tem um número de IP (*Internet Protocol*), que pode ser comparado à sua carteira de identidade na Internet, e geralmente tem um nome de domínio, que é o nome pelo qual ele é acessado. Se, por exemplo, digita-se o endereço <http://www.ufsm.br> no programa navegador de internet, é enviada uma requisição

para o computador cujo nome de domínio é <http://www.ufsm.br>. O servidor então enviará a página inicial que está gravada nele para o computador solicitante.

Qualquer computador pode se converter em servidor de Internet através da instalação do programa servidor e conectá-lo à internet. O *Apache Web Server* é um dos servidores de páginas para *Internet* mais usados no mundo, e está livremente disponível para *download* no *site* <http://www.apache.org>.

2.5.3 Servidor remoto de mapas – *UMN Mapserver*

Um servidor remoto de mapas é o mecanismo (ou motor) que está por trás dos mapas interativos que se vê na *Internet*. Ele precisa estar configurado para comunicar-se com o servidor de *Internet* e reúne os dados das camadas de informação e monta a imagem apropriada, que será enviada ao usuário (MITCHELL, 2005).

Servidores remotos de mapas são servidores que respondem a solicitações remotas enviando uma imagem (matriz) de tamanho fixo geralmente em formato JPEG, GIF ou PNG. Esta solução permite a resposta a diferentes tipos de consulta, entretanto, o usuário consegue visualizar apenas as imagens enviadas; qualquer novo pedido é enviado de volta para o servidor, resultando em mais uma transferência pela Internet. Dependendo da velocidade de acesso à internet, esta estratégia pode resultar em longos e sucessivos períodos de espera. Contudo, este tipo de tecnologia tem como fatores positivos, a interação com o usuário, pois ele pode escolher os temas que deseja visualizar; e pouca exigência de hardware e software na máquina cliente, posto que funciona em máquinas antigas e que tenham um navegador de internet instalado e é independente de sistema operacional na máquina do cliente (OSSES, 2000).

Os servidores de mapa para *Internet* são componentes de *software* que orquestram a criação dinâmica de mapas a partir de fontes de dados espaciais, tais como banco de dados espacial, formatos de dados proprietários ou dados de receptores de *Global Positioning System* (GPS). O cenário básico desta tarefa envolve extrair as coordenadas dos objetos espaciais de uma fonte de dados e convertê-las em um formato matricial ou vetorial. Este processo pode ser implementado utilizando uma ampla gama de ferramentas de programação de código fonte aberto, incluindo PHP, Java (sem código fonte aberto, mas livre), Python e Perl. (ANDERSON, 2003).

O *University of Minnesota (UMN) Mapserver* é um exemplo de um servidor remoto de mapas, baseado em software livre, que tem se destacado e se consolidado mundialmente, como uma ferramenta de alta qualidade para geração de mapas dinâmicos. Ele foi estruturado de acordo com o *Open Gis Consortium Web Mapping Testbed* e originalmente foi desenvolvido pela Universidade de Minnesota nos Estados Unidos, em cooperação com a NASA e o Departamento dos Recursos Naturais de Minnesota (MNDNR). Atualmente ele é financiado pelo projeto TerraSIP, patrocinado pela NASA, pela UMN e pelo consórcio de interesses da administração do solo (MAPSERVER, 2005).

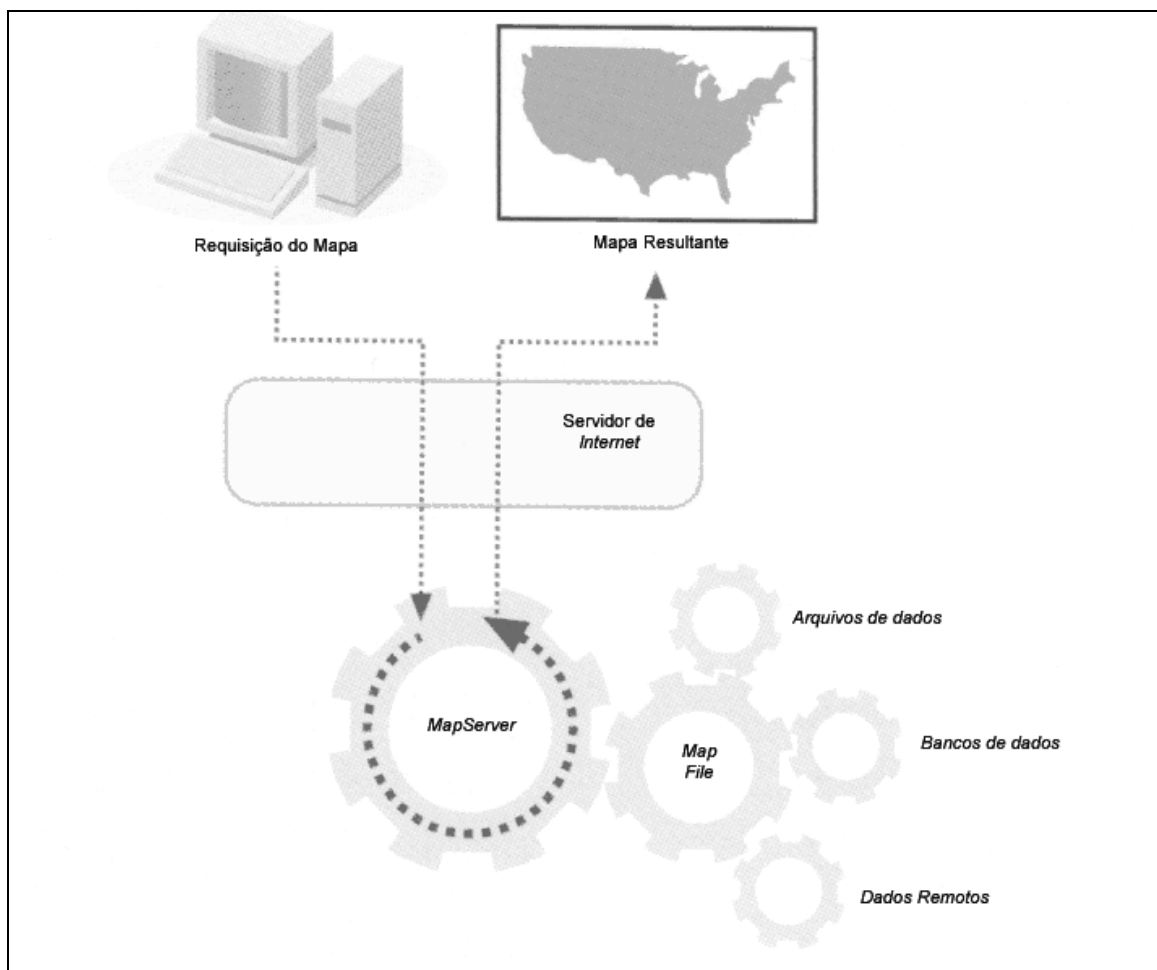
O *Mapserver* cria imagens de mapas a partir de informações espaciais armazenadas em formato digital e é capaz de trabalhar tanto com formato vetorial quanto matricial. Ele pode renderizar mais de vinte formatos vetoriais diferentes, incluindo *shapefiles*, *PostGIS* e *ArcSDE*, *OPeNDAP*, *Arc/Info* e arquivos *Census TIGER*. Já se tratando de formatos matriciais ele é capaz de ler dois formatos nativamente: *GeoTIFF* e *EPPL7*, mas se for usado pacote *GDAL (Geospatial Data Abstraction Library)*, que é uma biblioteca de tradução de formatos de dados geoespaciais matriciais, o *MapServer* se torna capaz de ler mais de 20 formatos, incluindo *Windows Bitmaps*, *PNGs*, *GIFs* e *JPEGs* (KROPLA, 2005).

O *Mapserver* é capaz de operar em dois modos diferentes: *CGI* e *MapScript*. No modo *CGI*, ele funciona em um ambiente de servidor *web* como um script *CGI*. No modo *MapScript*, ele se torna acessível a partir de linguagens de programação como o *Perl*, *Python*, ou *PHP*. Com a interface *Mapscript* ele se torna mais poderoso e permite uma aplicação flexível, rica em detalhes que podem ainda tomar vantagem das facilidade de se trabalhar com modelos (*templates*), já que o ele é baseado em modelos (KROPLA, 2005).

Quando o *Mapserver* é executado pela primeira vez, em resposta a uma requisição feita pela *Internet*, ele lê um arquivo de configuração denominado *map file* (arquivo de mapa) que descreve as camadas e outros componentes do mapa e, baseado neste arquivo desenha e salva o mapa. Depois, ele lê um ou mais arquivos modelo (*template*) *HTML* que são identificados no *map file*. Cada modelo consiste em um arquivo comum *HTML* acrescido de variáveis ou *strings* especiais de substituição do *Mapserver*. Estas *strings* servem para especificar os caminhos de onde foi criada a imagem do mapa, para identificar quais camadas devem ser renderizadas, para especificar o nível de *zoom* e direção, entre outras finalidades. O *Mapserver* substitui os valores atuais destas *strings* e então envia o resultado para o servidor de *internet* que encaminha para o navegador do usuário (que pode estar em qualquer local do mundo). Quando o usuário muda qualquer um dos elementos da página de *internet* como, por exemplo, diminui o *zoom* ou desmarca uma camada para não visualizá-la mais e clica no

botão enviar, o *Mapserver* recebe uma nova requisição do servidor de *internet* com estes novos valores e então o ciclo inicia novamente (KROPLA, 2005).

O *Mapserver* é como um motor que exige combustível para funcionar e um sistema de entrega de combustível para trazer o combustível até o motor. O *Mapserver* necessita saber que camadas desenhar (ou renderizar), como desenhá-las e onde os arquivos de dados estão localizados. Os dados são o combustível, e o *map file* (também conhecido como arquivo .map) serve como sistema de entrega. O *map file* é um arquivo de configuração formato texto que lista as configurações de tudo que vai ser desenhado e o modo de interação com o mapa. Ele inclui informações sobre quais camadas de dados desenhar, as características de cada uma delas, formato, que extensão o mapa possui, que sistema de projeção está sendo usado, se será e como será gerada legenda e barra de escala, características do mapa de referência, que formato será a imagem de saída, dentre muitas outras especificações (MITCHELL, 2005). A Figura 4 mostra um diagrama com a operação básica de uma aplicação com o *Mapserver*.



Fonte: MITCHELL, 2005.

Figura 4 - Operação básica de uma aplicação com o Mapserver

Para um melhor entendimento, segue a seguir um exemplo de um *map file* básico, com comentários após o símbolo #. Cabe dizer que os números de linha incluídos na frente não fazem parte do arquivo.

```

1   MAP                               # Início do map file
2   SIZE 600 400                       # Tamanho da imagem de saída em pixels
3   EXTENT -180 -90 180 90             # Extensão do mapa em graus
4   LAYER                               # Inicia a definição de uma camada
5   NAME paisés                         # Fornece o nome da camada
6   DATA paisés.shp                   # Em que arquivo estão as informações
7   TYPE polygon                        # Tipo de dado da camada é polígono
8   STATUS DEFAULT                      # A situação da camada é ativa
9   CLASS                               # Inicia a configuração da aparência
10  OULINECOLOR 100 100 100            # A cor do contorno em escala RGB
11  END                                 # Fim da configuração da aparência
12  END                                 # Fim da definição da camada
13  END                                 # Fim do map file

```

O *Mapserver* é capaz de criar legendas e barras de escala configuráveis e gera mapas de referência. Um mapa de referência mostra o contexto da área do mapa mostrada atualmente, como por exemplo, se estamos visualizando a Região de Santa Maria no mapa principal no mapa de referência podemos estar vendo o Estado do Rio Grande do Sul com a região do município de Santa Maria destacada (KROPLA, 2005).

Quando acessado via modo CGI o *Mapserver* não tem ferramentas suficientes que permitam fazer as análises que são disponíveis em verdadeiros SIG, porém quando acessado a partir de várias linguagens de programação (como PHP, *Python* e *Perl*), ele serve de fundamento para poderosas aplicações espaciais, contendo muitas funções analíticas e de extração de dados possíveis em um verdadeiro SIG. Além disso, há diversos conjuntos de ferramentas externas que trabalham unidos ao *Mapserver* (por exemplo, *CartoWeb*) que executam muitas (embora não todas) estas funções (KROPLA, 2005).

Conforme Anderson (2003) o UMN *Mapserver* permite a criação de camadas de mapas temáticos que podem ser geradas a partir de múltiplas fontes de dados, incluindo formatos como ESRI *Shapefiles*, bancos de dados espaciais (*PostGIS*, Oracle Spatial, ESRI SDE, TIFF e GeoTIFF). Ele fornece uma funcionalidade completa para geração de mapas para *Web* exigida pela maioria das organizações atualmente, oferece uma interface simples para servir dinamicamente os mapas gerados e elementos cartográficos associados a eles, tais

como legenda e barra de escala. Acoplado com um banco de dados com extensões espaciais, como o *PostgreSQL/PostGIS*, e com a ferramenta *CartoWeb* ele elimina a barreira de custos de licenciamento de *software* e oferece uma solução tecnicamente competitiva com relação as soluções proprietárias e de código fonte fechado.

2.5.4 Sistemas de gerenciamento de banco de dados relacional

Definindo um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) de forma simples, pode-se dizer que é um sistema de manutenção de registros por computador, possibilitando ao usuário a realização de várias operações com os dados, tais como: inserção, recuperação, atualização e eliminação. Seu objetivo é manter as informações e torná-las disponíveis quando solicitadas (DATE, 1991).

Um banco de dados é uma coleção de dados estruturados. Ele pode ser qualquer coisa desde uma simples lista de compras a uma galeria de imagens ou a grande quantidade de informação da uma rede corporativa. Para adicionar, acessar, e processar dados armazenados em um banco de dados de um computador, você necessita de um sistema de gerenciamento de bancos de dados (*MYSQL*, 2006).

Um SGBD consiste em um conjunto de programas para acessar dados que estão armazenados de forma interrelacionada (SILBERSCHATZ; KORTH; SUDARSHAN, 1998).

Um SGBD deve fornecer as seguintes funcionalidades:

- Permitir que mais de um usuário acesse os mesmos dados simultaneamente, ou seja, permitir o compartilhamento dos dados.

- Controlar a integridade dos dados, pois a perda de conexão entre os dados é uma falha inadmissível quando se trata de banco de dados relacionais. Tomando como exemplo a Figura 5, se fosse apagado o registro dois na tabela B originaria um registro órfão na tabela A, pois a partir deste momento já não seria possível saber quem é o proprietário da propriedade com código um. Isto não ocorreria num banco de dados com controle da integridade referencial dos dados.

- Permitir políticas de segurança controlando o acesso aos dados, quer dizer, quem pode acessar e o que essa pessoa pode acessar. Isto é feito através de criação de usuários e senhas, dando somente os privilégios de acesso pertinente ao usuário.

- Possuir ferramentas para criação fácil de cópias de segurança e recuperação (*back up e recovery*).

Atualmente estes SGBD são também chamados servidor de banco de dados e, que são uma aplicação ou *software* que fica em execução contínua no computador servidor, aguardando alguma requisição de algum dos computadores clientes. Esta aplicação está dividida em duas partes:

a) uma interface (mais comumente chamado *front-end*) sendo executada na máquina cliente, onde os usuários enviam, alteram, apagam e visualizam os dados do banco de dados, que estão armazenados fisicamente no servidor de banco de dados.

b) um programa (*back-end*) sendo executado em um servidor onde são executadas tarefas de definição e manipulação de dados quando solicitadas pelos clientes.

A maioria dos sistemas de gerenciamento de bancos de dados relacionais permite o acesso aos dados através da linguagem SQL (Structured Query Language). É uma linguagem que é parecida com uma linguagem de programação, porém diferente no sentido que ela foi projetada especificamente para se comunicar com um banco de dados (NORTON, 1996).

O exemplo, a seguir, mostra um comando em SQL que ao ser executado retornará o nome e o telefone provenientes da tabela funcionário, cujo código do funcionário é 571.

```
SELECT nome, fone FROM funcionario WHERE cod_funcionário=571;
```

Além de comando de seleção de dados, o SQL permite que os dados sejam inseridos, deletados e modificados, além de permitir uma manipulação completa na estrutura do banco de dados.

2.5.5 Banco de dados relacional

Para Fanderuff (2000, p. 1) “um banco de dados relacional é uma percepção do mundo real, que consiste em uma coleção de objetos básicos chamados tabelas, e em relacionamentos entre estes objetos. Uma tabela é um conjunto único de atributos ou características, chamadas colunas”.

Num banco de dados relacional, o relacionamento entre as tabelas é realizado através do armazenamento de identificadores (chaves) que servem para interligar as tabelas e busca evitar inconsistências e redundância dos dados. Na Figura 5, observa-se o relacionamento existente entre a tabela A e a tabela B, através da coluna código do proprietário. Há uma ligação numérica entre as tabelas e, sabendo-se do código do proprietário, consegue-se chegar ao seu nome, que no exemplo é Felipe Reis (tabela B).

De acordo com Fanderuff (2000) os tipos de chaves são:

a) Chave primária: é a principal chave de acesso a uma tabela. Na Figura 5, o código da propriedade é a chave primária da tabela A; na tabela B a chave primária é o código do proprietário. A criação de uma chave primária assegura que nunca haverá duplicidade nos registros deste campo. Por exemplo, nunca na tabela A poderia haver duas propriedades com o mesmo código e, na tabela B, nunca poderia haver dois proprietários com o mesmo código.

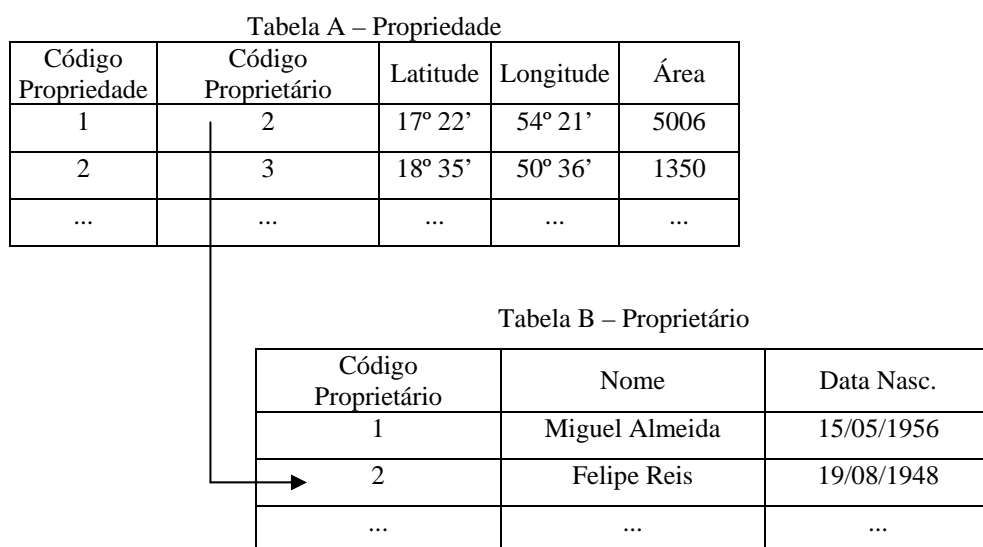


Figura 5 - Relacionamento entre tabelas

b) Chave única: além da chave primária, uma tabela pode possuir tantas chaves únicas quanto forem necessárias. Seu objetivo é que não sejam inseridos dados duplicados em outros campos que não fazem parte da chave primária. Se, por exemplo, numa tabela de clientes, a chave primária fosse o código sequencial de cadastramento da pessoa e que houvesse também um campo de CPF. Para assegurar que, além de não permitir que seja duplicado o código sequencial, também não pudesse ser duplicado o CPF, cria-se uma chave única para tal campo.

c) Chave secundária ou campo indexado: é uma chave auxiliar de acesso a uma tabela. Seu objetivo é agilizar as pesquisas usando determinado campo, porém, se a tabela é muito extensa e sofre alterações constantes, o uso deste tipo de chave pode tornar o processamento de atualizações lento.

d) Chave estrangeira: possibilita que se estabeleçam os relacionamentos em um banco de dados. Na Figura 5, o campo código do proprietário na tabela A é uma chave estrangeira que se relaciona com o campo código do proprietário na tabela B que é uma chave primária.

Para poder realizar consultas entre tabelas distintas que possuam algum relacionamento, é necessário que elas no mínimo tenham uma coluna em comum, fato que causa uma pequena redundância nos dados. A quantidade de redundância contida nas tabelas deve ser reduzida e para isto existe um conjunto de regras denominadas formas normais que indicam como reduzir esta repetição desnecessária de dados.

Demers (1999) descreve as regras para a normalização das tabelas, que são chamadas de formas normais da seguinte forma:

a) Primeira forma normal: estabelece que a tabela deva conter colunas e linhas, e devido ao fato de que as colunas serão usadas como chaves de pesquisa, deve haver somente um valor simples em cada linha.

b) Segunda forma normal: exige que toda coluna que não é chave primária seja completamente dependente da chave primária. Esta forma simplifica as tabelas e reduz a redundância impondo a restrição que cada coluna de dados seja encontrável somente através de sua chave primária. As colunas que não forem dependentes se tornarão uma nova tabela.

c) Terceira forma normal: está relacionada com a segunda forma normal e estabelece que colunas que não são chave primária devem depender da chave primária, considerando que, a chave primária não dependa de qualquer chave não primária (chave estrangeira, por exemplo). Em outras palavras, você deve usar a chave primária para encontrar as outras colunas, mas você não precisa de outras colunas para encontrar valores na coluna de chave primária. A idéia novamente é a de reduzir a redundância para assegurar que o menor número de colunas seja produzido.

2.5.6 Projeto Banco de dados

De acordo com Heuser(2000), para se projetar um novo banco de dados são necessárias duas fases: a modelagem conceitual e o projeto lógico.

A modelagem conceitual é uma descrição do banco de dados de forma independente de implementação em um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD). O modelo conceitual registra que dados podem aparecer no banco de dados, mas não registra como estes dados estão armazenados a nível de SGBD. A técnica mais usada e difundida para se realizar a modelagem conceitual é através da abordagem entidade-relacionamento (ER), na qual um modelo conceitual é representado por um diagrama, chamado diagrama entidade-relacionamento (DER). Assim sendo, pode-se sintetizar dizendo que o modelo conceitual é

um modelo de dados abstrato, que descreve a estrutura de um banco de dados de forma independente de um SGBD específico (HEUSER, 2000).

A modelagem lógica é uma descrição de um banco de dados no nível de abstração visto pelo usuário do SGBD. Desta maneira, o modelo lógico é dependente do SGBD que está sendo usado para desenvolver a aplicação. Desta forma, pode-se dizer, de forma resumida que, o modelo lógico é o modelo de dados que representa a estrutura de dados de um banco de dados conforme vista pelo usuário do SGBD (HEUSER, 2000).

No modelo lógico de um SGBD deve definir quais as tabelas o banco de dados possui, quais os nomes das colunas e que tipo de dados elas armazenam (numérico, textual, data, etc.)

Para estas duas etapas é muito importante o envolvimento do usuário na especificação do banco de dados. Sabe-se que, na prática da engenharia de *software* que a participação do usuário aumenta a qualidade do *software* produzido. Ninguém como o usuário para conhecer a organização e sua forma de funcionamento.

2.5.7 Banco de dados espacial

Bancos de dados tradicionais armazenam as informações em campos e registros (colunas e linhas ou atributos e valores). Os tipos de dados que os campos possuem variam, mas, geralmente eles armazenam dados numéricos e textos. A característica principal de um banco de dados é a capacidade de pesquisa, onde se podem buscar informações que atendam a um critério específico. Os bancos de dados relacionais permitem a união de informações provenientes de múltiplas tabelas, usando uma informação que é comum nas tabelas (chaves) (MITCHELL, 2005).

Um banco de dados espacial é quase o mesmo, com a diferença que ele pode armazenar e manipular dados geográficos, com mais ou menos recursos, dependendo de suas especificações (MITCHELL, 2005).

“Os banco de dados são formados pelo banco de dados espaciais, descrevendo forma e a posição das características da superfície do terreno, e o banco de dados de atributos, descrevendo os atributos ou qualidades destas características”. Esta definição se refere a dois bancos de dados, no entanto os bancos de dados atuais, chamados de bancos de dados espaciais, já são capazes de armazenar e manipular tantos atributos comuns quanto dados espaciais (ROCHA , 2000, p. 60).

Bancos de dados espaciais são uma extensão dos bancos de dados relacionais que incorporam ferramentas para gerenciamento de informações espaciais. Além de armazenar os dados, eles são capazes de executar operações tais como medição de distâncias entre pontos, cálculo, intersecção e união de áreas e vizinhança. Sua grande vantagem é que eles incorporam as características dos bancos de dados relacionais como integridade e segurança e são capazes de armazenar em uma única base de dados tanto os elementos espaciais quanto os atributos destes elementos. Os comandos para manipulação dos dados são realizados através de uma linguagem de consulta espacial, que é uma extensão da linguagem SQL, tornando simplificado seu uso.

Com o uso de bancos de dados espaciais, o que geralmente era armazenado na forma de atributos em um banco de dados que eram vinculados a formas geográficas, os dados espaciais como localização geográfica, formas geográficas (pontos, linhas e polígonos) passam a ser totalmente armazenados e gerenciados pelo banco de dados espacial. Desta maneira, os SIG ganham mais uma poderosa ferramenta para gerenciamento dos dados espaciais.

2.5.8 *MySQL*

O *MySQL* é um servidor de bancos de dados SQL muito rápido, multitarefa e multi-usuário. O *MySQL* é de Licença Dupla. Os usuários podem escolher entre usar o programa *MySQL* como um produto código fonte aberto e *software livre* sob os termos da GNU *General Public License* (<http://www.fsf.org/licenses/>) ou podem comprar uma licença comercial padrão da *MySQL AB*, empresa que o desenvolve (*MYSQL*, 2006).

O Servidor *MySQL* foi desenvolvido originalmente para trabalhar com bancos de dados muito grandes de maneira muito mais rápida que as soluções já existentes e tem sido usado em ambientes de produção de alta demanda por diversos anos de maneira bem sucedida. Apesar de estar em constante desenvolvimento, o Servidor *MySQL* oferece hoje um rico e proveitoso conjunto de funções. A conectividade, velocidade, e segurança fazem com que o *MySQL* seja altamente adaptável para acessar bancos de dados na Internet (*MYSQL*, 2006).

A partir da versão 4.1 do *MySQL*, liberada em abril de 2003 foram lançadas as extensões para banco de dados espacial do *MySQL*. As extensões espaciais são:

[...] um subconjunto do ambiente SQL com Tipos Geométricos proposto pela Open Geospatial Consortium. Este termo se refere a um ambiente SQL que tem sido estendido com um conjunto de tipos geométricos. Uma coluna SQL com valor geométrico é implementada como uma coluna de um tipo geométrico. As especificações descrevem um conjunto de tipos geométricos do SQL, bem como funções deste tipo para criar e analisar valores geométricos (MYSQL, 2006, p. 672).

2.5.9 PostgreSQL e o PostGIS

O *PostgreSQL* é um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional que se originou de um projeto de pesquisa do grupo do Professor Michael Stonebraker em Berkeley, Califórnia. Ele é um sistema de alta performance e robusto e possui todos os recursos necessários para o desenvolvimento de aplicações cliente-servidor. Pode ser facilmente integrado com qualquer *Web Site* como um *backend* de alto desempenho. Está livremente disponível na *Internet* e uma cópia pode ser obtida na *Web* (<http://www.postgresql.org>) (PADMANABHARAO, 1999).

De acordo com Dali e Jixian (2001), o *PostgreSQL* é um complexo gerenciador de banco de dados objeto-relacional, com as funções mais poderosas e grande quantidade de recursos que até mesmo alguns dos bancos de dados comerciais não possuem, e por isto, tem se tornado um dos melhores bancos de dados disponíveis atualmente (DALI; JIXIAN, 2001).

Um SGBD acessível pela *Web*, capaz de armazenar e consultar características geoespaciais, é fundamental para muitas aplicações *WebGIS*. Com isto em vista, diversas empresas e comunidade de *software livre* desenvolveram extensões espaciais para seus bancos de dados. O *PostgreSQL* possui uma extensão ou módulo espacial, que permite a manipulação de dados espaciais, chamada *PostGIS*. Ele é um líder na tecnologia de bancos de dados espaciais em software livre e está disponível para *download* no site <http://postgis.refrations.net> (ANDERSON, 2003).

O *PostGIS* foi desenvolvido pela empresa *Refrations Research*, que é uma companhia de consultoria em GIS e banco de dados localizada em Victoria, British Columbia, Canadá, especializada em integração de dados e desenvolvimento de software personalizado. Ele foi desenvolvido em conformidade com as especificações do *Open Geospatial Consortium* (POSTGIS, 2005).

O *PostGIS* possui suporte para tipos de dados geométricos (pontos, linhas, polígonos, círculos, etc.) e também suporta um conjunto de geo-operadores e funções de consulta geométricas que possibilitam consultas espaciais simples, tais como identificar características

dentro do limite de um polígono, operações de união, intersecção, distância entre pontos, etc. Os dados espaciais são carregados para dentro do banco de dados através de simples comandos de inserção em SQL que podem ser feitos via linha de comando, arquivo de lote ou inserido via outra aplicação, tal como um script em PHP. Para se habilitar uma tabela com dados espaciais usando o *PostGIS*, é simplesmente exigido que se adicione uma coluna do tipo *geometry* através da função SQL chamada *AddGeometryColumn*, que define um tipo geométrico e, opcionalmente, um número de identificação da referência espacial, que define mais de 1700 sistemas de referência espacial (ANDERSON, 2003).

2.5.10 PHP

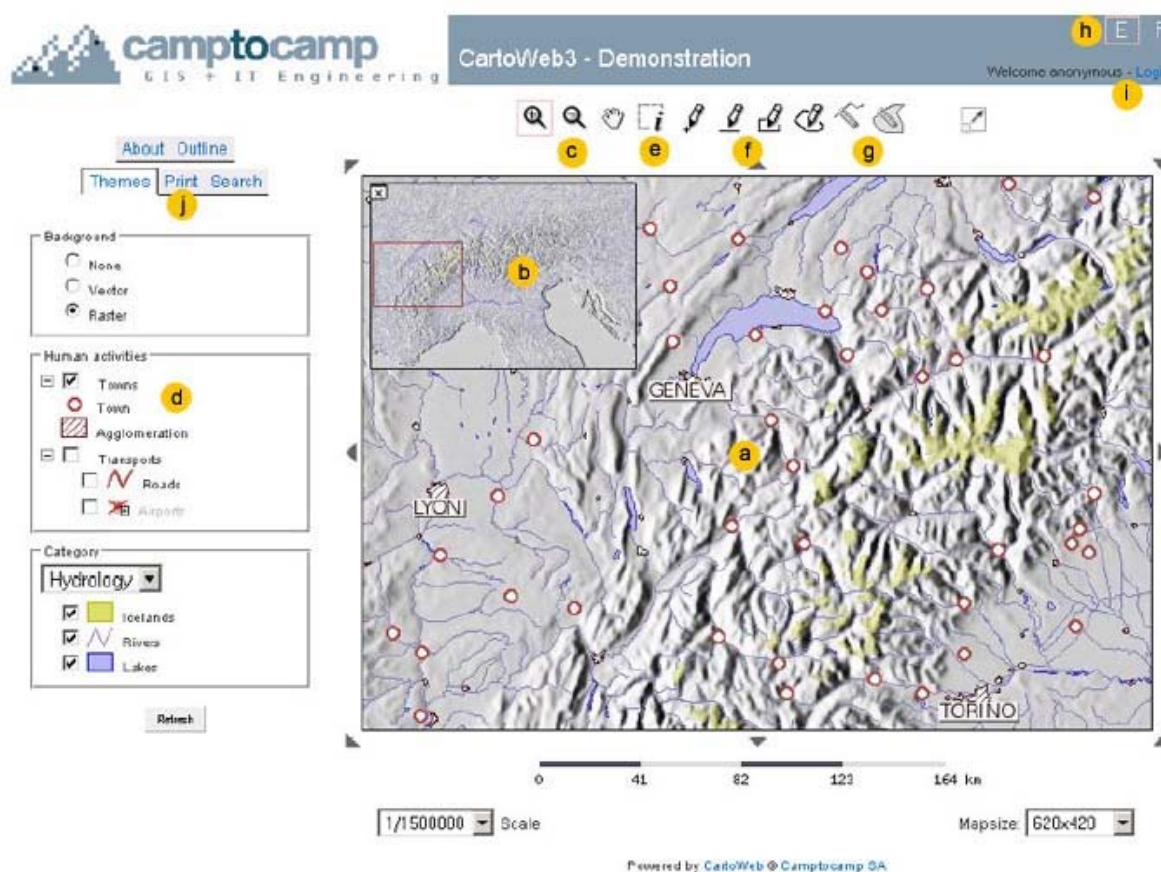
O PHP é um software *server-side* (que é executado no servidor), multi-plataforma e é uma linguagem de script com HTML embutido. Foi criado inicialmente por Rasmus Lerdorf em 1994 e conhecido a princípio pelo nome de *Personal Home Page Tools*. Deste então foi incorporando cada vez mais recursos, através de colaborações da comunidade de software livre, e, atualmente, possui milhões de usuários no mundo. Na sua sintaxe possui características da linguagem C, Java, e Perl somadas a algumas características próprias. O objetivo principal desta linguagem é permitir que os desenvolvedores possam escrever programas que gerem páginas dinâmicas para *Internet*. O suporte a acesso a banco de dados é, provavelmente, sua característica mais importante, dada sua habilidade de se conectar com bancos de dados comerciais e de software livre. Está gratuitamente disponível na *Web* sob licença GPL (*GNU public licence*) no site <http://www.php.net> (PADMANABHARAO, 1999).

2.5.11 CartoWeb

“O *CartoWeb* é uma ferramenta *WebGIS* abrangente e pronta para uso, que inclui recursos muito poderosos. É uma solução modular e extensível, e é também um *framework* prático para construir aplicações avançadas e personalizadas”. Tem como motor de funcionamento o *UMN MapServer* (CARTOWEB, 2006, p. 2).

A empresa Camptocamp SA (<http://www.campotocamp.com>) é responsável pelo seu desenvolvimento e o licenciamento do software está sob a licença GNU GPL (<http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>). Além disso, a ferramenta possui um suporte técnico

muito ativo, através de uma lista de discussão, controlada pelos seus próprios desenvolvedores. A Figura 6 mostra uma tela de um exemplo de aplicação usando o CartoWeb, os elementos descritos no texto a seguir, explicando as diversas funcionalidade cartográficas do *Cartoweb*, estão relacionados com letras na figura.



Fonte: Adaptada de CARTOWEB (2006).

Figura 6 - Exemplo de aplicação do *CartoWeb*

- a) Mapa principal
- b) Mapa de referência dinâmico: permite visualizar o contexto onde se encontra o mapa principal.
- c) Ferramentas de navegação: permitem aumentar o *zoom*, diminuir o *zoom* e movimentar o mapa principal.
- d) Gerenciador de camadas: serve para o usuário escolher quais camadas de informação deseja visualizar. A ferramenta permite que o desenvolvedor da aplicação possa criar blocos (ou grupos) de camadas. A Figura 7 possui três

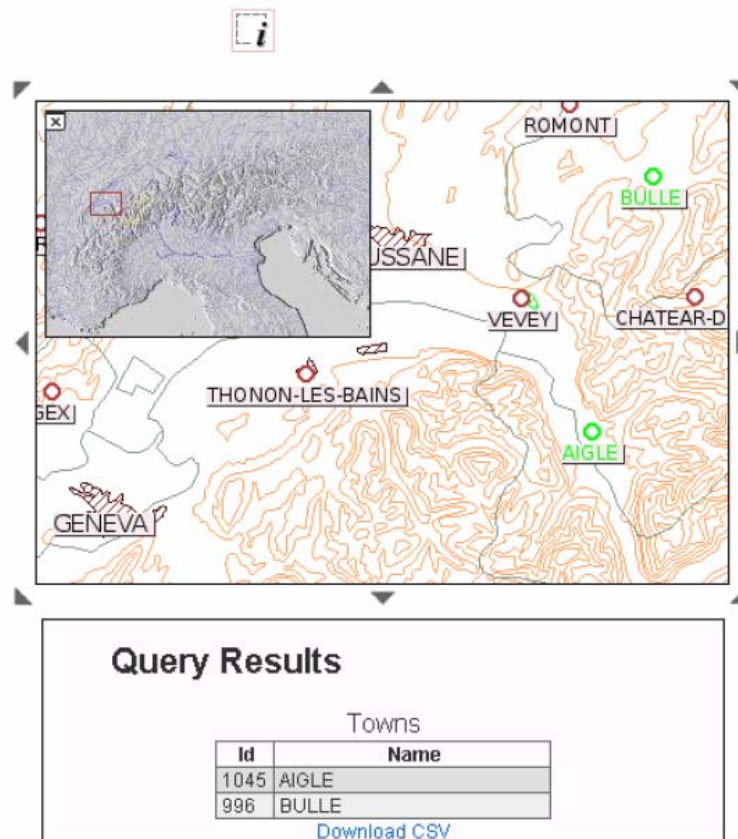
blocos de camadas: Plano de fundo (*background*), atividades humanas (*human activities*) e Categoria (*category*). Permite ainda a criação de caixas de checagem (como em *Towns* e *Transports*), botões de rádio (como nas opções *None*, *Vector* e *Raster*) e menu caixas de combinação (*drop-down*) para opções exclusivas (como em *Category*).



Fonte: CARTOWEB (2006).

Figura 7 - Exemplo do uso do gerenciador de camadas do CartoWeb

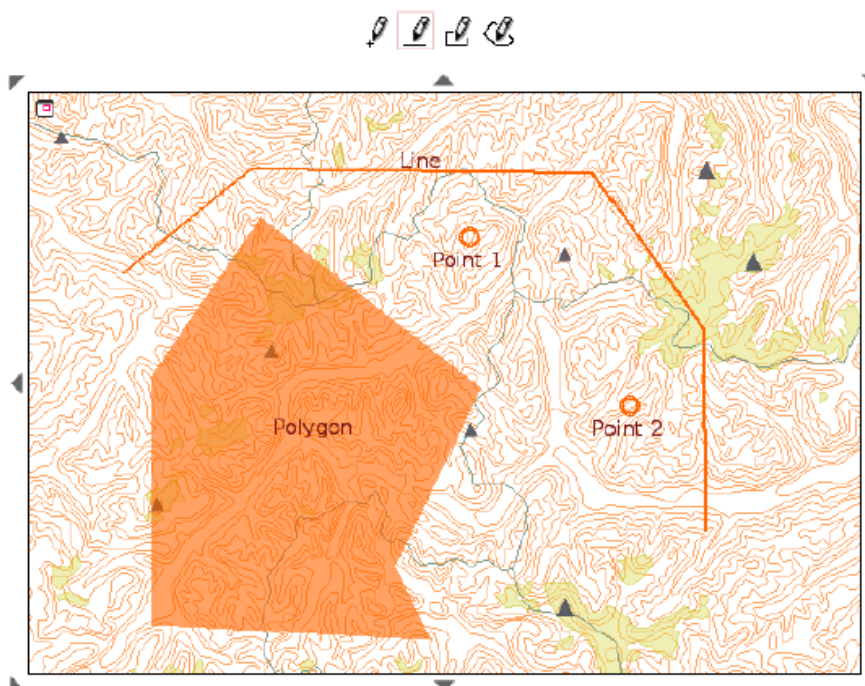
- e) Ferramenta de pergunta: serve para localizar objetos geograficamente. O *CartoWeb* destaca os objetos encontrados e seus atributos são exibidos. A Figura 8 mostra os resultados de uma pesquisa feita com esta ferramenta.



Fonte: CARTOWEB (2006).

Figura 8 - Exemplo de uso da ferramenta de pesquisa geográfica

- f) Ferramentas de esboço: possibilitam desenhar livremente pontos, linhas, retângulos e polígonos sobre o mapa e associar a eles um rótulo. Estes desenhos são persistentes, ou seja, eles sobrevivem a *zooms* e movimentações do mapa. Também possui o modo e máscara no qual tudo fica invisível, exceto o polígono desenhado. A Figura 9 mostra um exemplo de uso destas ferramentas.



Fonte: CARTOWEB (2006).

Figura 9 - Exemplo de uso das ferramentas de desenho

- g) Ferramentas de medição: servem para medir distâncias e superfícies no mapa principal.
- h) Suporte a mudança de língua (internacionalização): Possui *scripts* que pegam os textos a serem traduzidos nos modelos e nos arquivos de configuração facilitando o trabalho dos tradutores.
- i) Controle de acesso: permite que o acesso a diferentes elementos do *CartoWeb* sejam permitidos ou negados conforme quem esteja usando o sistema no momento. Tanto funcionalidades quanto dados podem ter restrições no acesso. Por exemplo: A impressão em formato PDF pode estar completamente indisponível para acesso de um usuário anônimo, limitado (baixa resolução) para um usuário normal e totalmente permitida (alta resolução) para um superusuário. Similarmente, visões aéreas com alta resolução podem somente estar disponíveis dentro de uma organizações, enquanto que usuários externos somente podem visualizar imagens de satélite.
- j) Saída em formato PDF e outros formatos de Exportação: permite a saída de um documento PDF completamente configurável. Algumas opções podem ser escolhidas pelo usuário final, enquanto que o administrador do sistema define que

elementos (mapas, legendas, tabelas) podem ser impressos. Outros formatos de saídas incluem jpeg, png, html simples e resultados de pesquisas em formato CSV (texto com valores separados por vírgula).

2.6 WebGIS ou Web Mapping

Uma forma muito efetiva de disponibilizar informação de mapas para um grupo de pessoas não técnicas e usuários finais é publicar estes mapas na *Internet*, e isto se chama *Web Mapping*. Porém, há duas formas de *Web Mapping*: estático e interativo. O estático é aquele que os mapas são publicados como uma imagem em uma página de *Internet* comum. Por exemplo: digitalizar um mapa no papel e colocá-lo na *Internet*, como um mapa estático. Já o interativo não é tão comumente visto, porque requer habilidades especializadas para manter tais *sites* no ar e a aplicação rodando (isto sem mencionar os custos potenciais em construir um *software* especial). O termo interativo significa que o visualizador do mapa pode, de alguma forma, interagir com ele, seja escolhendo as camadas de dados que deseja ver, seja dando *zoom* em uma parte específica do mapa. Tudo isto é feito através de uma página da *Internet* e a imagem do mapa é atualizada conforme as requisições do usuário (MITCHELL, 2005).

Na literatura encontram-se diversas terminologias para tratar destes mapas interativos, como *Web Mapping*, mapas baseados em *Internet* (*web-based maps*) e *WebGIS* (Sistema de Informação Geográfica na *Internet*). Adotou-se a partir daqui o termo *WebGIS*.

Estes mapas interativos podem ser muito poderosos mas, como já mencionado, eles podem ser difíceis de configurar devido a habilidades técnicas exigidas para manter um servidor de *Internet*, um servidor de mapas e o gerenciamento dos dados. Estes tipos de mapas são fundamentalmente diferentes dos mapas estáticos, pois eles são, realmente, uma aplicação baseada em *Internet* (MITCHELL, 2005).

A *Internet* com todos seus recursos computacionais tem se tornado um meio com grande potencial para disseminação de dados geográficos. Com o desenvolvimento tecnológico, surgiu o *WebGIS*, que é um Sistema de Informações Geográficas para disponibilizar informações geográficas de uma forma dinâmica através da *internet*. Com o uso de *WebGIS* é possível a geração de mapas dinâmicos, com a interação do usuário, o qual pode escolher quais temas quer visualizar (MANGABEIRA, 2001).

[...]o ambiente da Internet, por sua natureza gráfica e bidimensional, oferece uma mídia adequada para difusão da geoinformação e a médio prazo, espera-se que a disponibilidade *on line* de grandes bases de dados espaciais e de ferramentas eficientes de navegação torne a geoinformação acessível de forma ampla, sem a necessidade de aquisição de software específico (OSSE, 2000, p.1).

WebGIS são as tecnologias, políticas e pessoas necessárias para promover a disponibilização de dados geoespaciais (conjunto de dados integrados) em todos os níveis do governo, setores privados e não privados, comunidade acadêmica (MATHIYALAGAN et al., 2005)

Um *WebGIS* facilita o compartilhamento global de dados, fornece aos usuários finais uma solução econômica para acessar dados espaciais personalizados para um fim específico. Não exigem conhecimentos específicos em SIG, pois geralmente possuem interface amigável e utilizam as ferramentas que os usuários da Internet já estão habituados. Outra vantagem é sua independência de plataformas e sistemas operacionais visto que, normalmente apenas um simples navegador da Internet é usado para estabelecer a conexão cliente/servidor (MATHIYALAGANA et al., 2005).

Os padrões abertos e os *softwares* de código fonte aberto estão prontos para a geração emergente de soluções para disponibilização de informações espaciais através da *Internet*. Todos os componentes de software necessários para construir e disponibilizar aplicações de geoprocessamento completas para *Internet/Intranet* estão disponíveis para qualquer pessoa com conexão à *Internet* e com inclinação para fazer um SIG real na *Web*. Dentre estes componentes estão inclusos um poderoso sistema operacional (o Linux), diversas tecnologias de servidores *Web*, banco de dados com extensões espaciais, servidores de mapa para *Web* capazes de gerar mapas a partir de uma crescente quantidade de fontes de dados, formatos de dados espaciais otimizados para transportar a informação espacial entre aplicações diferentes. Além disso, estão disponíveis ferramentas de geoprocessamento para realizar tarefas de análise espacial, tais como sobreposição de camadas de vetores e modelagem de dados *raster* (ANDERSON, 2003).

A construção de interfaces para *Web* para fontes de dados espaciais existentes é importante, porém sem a habilidade de resolver problemas espaciais ou permitir análise espacial baseada na *Web* em um ambiente computacional distribuído é simplesmente um exercício de colocar figuras cartográficas na *Internet* (ANDERSON, 2003, p. 45).

Os componentes básicos de uma arquitetura *WebGIS* são: usuário, um *software* navegador de *Internet*, um servidor de *Internet*, onde fica hospedado o programa de controle

do SIG, banco de dados espacial, o servidor de mapas e outras fontes de dados, que podem ser imagens de satélite (formato matricial), dados vetoriais ou outros dados que não estão armazenados dentro do banco de dados espacial.

A figura 11 mostra os componentes básicos de uma arquitetura para *WebGIS* e suas interações. No lado do cliente um programa navegador da *Web* faz a comunicação com o servidor, ou seja, envia requisições e recebe respostas do servidor. No lado do servidor são hospedados os programas do SIG, recebidas requisições e enviadas respostas à estas solicitações. As funções do banco de dados espacial são armazenamento, controle, recuperação, inserção, exclusão e atualização das informações espaciais e não-espaciais (atributos).

O acesso aos dados do *WebGIS* acontece, basicamente, da seguinte forma:

O usuário do sistema acessa a página na internet do *WebGIS*, utilizando o navegador da internet, que faz uma requisição para o servidor de internet no qual a página está armazenada. Esta solicitação é respondida enviando a página solicitada para o navegador. O usuário, ao selecionar as opções de dados que ele deseja (temas de interesse, área a ser visualizada) e confirmar esta solicitação, uma nova requisição é enviada ao programa de controle do SIG que acessa as informações necessárias no banco de dados espacial. Depois o programa de controle envia ao servidor de mapas os dados necessários para o desenho do mapa, e se houver necessidade, acessa outras fontes de dados. De posse de todas as informações necessárias, o servidor de mapas confecciona o mapa e o envia para o programa de controle do SIG, que reúne e organiza os dados necessários e envia a resposta ao navegador do cliente através do Servidor de Internet. Se todo o processo ocorreu sem problemas, o usuário final terá uma página de internet contendo o mapa e outras informações solicitadas, podendo novamente interagir e solicitar novas informações.

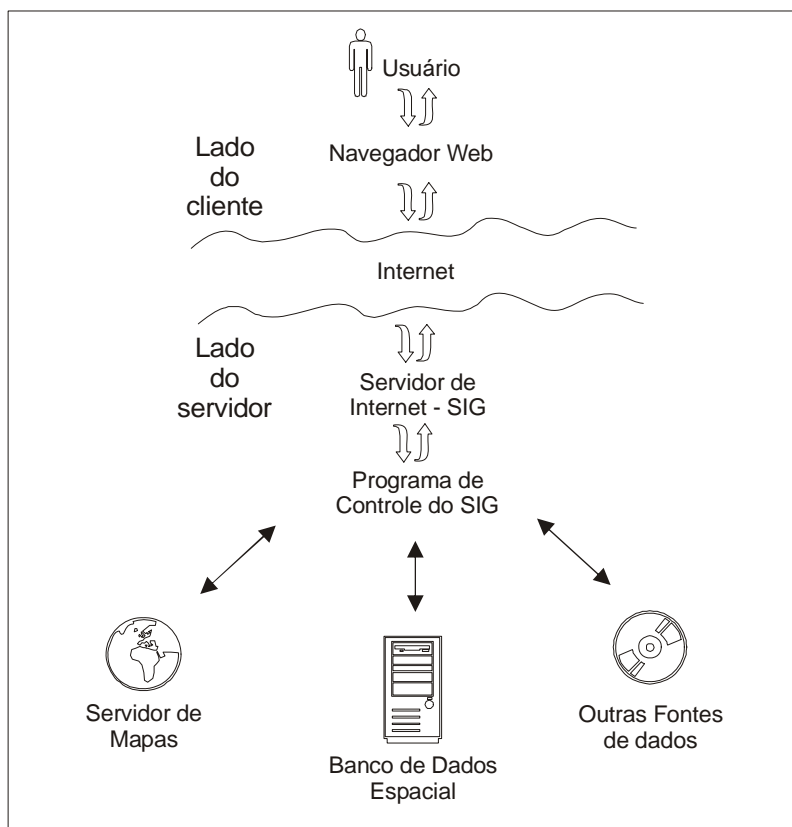


Figura 10 - Componentes de um WebGIS e suas interações

2.7 Padrões para SIG

“Em geral, padrões facilitam o compartilhamento, a integração e a transferência de dados” (CÂMARA et al, 1996, p. 57). No momento de desenvolver um SIG, deve-se levar fortemente em consideração qual a ferramenta computacional vai ser utilizada, pois vinculada a ela estão as regras conceituais e semânticas de seu funcionamento. Tendo em vista a diversidade de modelos conceituais dos SIG, existem muitos problemas de comunicação entre os diferentes produtores de informação georreferenciada. Conforme Osses (2000, p. 25), estes problemas são:

- a conversão de dados entre organizações que utilizam SIG distintos torna - se extremamente trabalhosa e;
- organizações receptoras de tecnologias ficam condicionadas ao uso de um único sistema e à adoção de uma terminologia que pode desrespeitar seus próprios aspectos culturais e técnicos.

Estes problemas acontecem devido a diversidade de padrões para SIG existentes, definidos em diversos níveis: internacional, nacional, federal e industrial. Porém, nos últimos

anos, existe mundialmente uma forte convergência para soluções abertas onde exista um consenso de especialistas de várias partes do mundo e de diversos setores da economia. Um indicador real do sucesso deste padrão é que as especificações por ele definidas têm sido implementadas em centenas de produtos de Geoprocessamento comerciais e de código aberto em comunidades e organizações em todo o mundo. Neste contexto, será abordado na próxima seção, esta tendência de padronização mundial dos SIG (OPEN GIS CONSORTIUM, 2005).

2.7.1 *Open Geospatial Consortium e o OpenGIS*

O *Open Geospatial Consortium Inc.* (OGC) é um consórcio internacional de indústrias composto por 279 companhias, agências governamentais e universidades, sem fins lucrativos, que está conduzindo o desenvolvimento de padrões geoespaciais e serviços baseados em georreferenciamento. Sua forma de trabalho é o estabelecimento padrões de consenso voluntário, ou seja, com a participação ativa de seus membros. A OGC tem como visão: “Um mundo o qual todos se beneficiam das informações e serviços geográficos disponibilizados através de qualquer rede, aplicação ou plataforma”. Sua missão é: “distribuir especificações de interfaces espaciais que são abertamente disponíveis para uso global” (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, 2005).

Algumas questões como:

- Nós não conseguimos compartilhar mapas na internet.
- Nós não conseguimos trocar dados espaciais entre diferentes sistemas facilmente.
- Nós não temos uma linguagem comum para falar sobre nossos dados espaciais ou nossos serviços.

Estes são alguns exemplos do motivo da criação do OGC e conseqüentemente das especificações para dados geográficos por ele desenvolvidos, chamada *Open Geodata Interoperability Specification - OpenGIS* (OGIS). Especificações são documentos de engenharia que descrevem qual foi o acordo em consenso dos membros do OGC para resolver um problema de interoperabilidade.

No final dos anos 90, o OGC disponibilizou a especificação *OpenGIS Simple Features Specifications for SQL* (especificações de feições simples para SQL) que é uma documentação criada pelo consórcio que especificava diversos modelos conceituais para estender a linguagem SQL para permitir que os bancos de dados relacionais manipulassem dados espaciais (SILVA, 2004).

O objetivo do OGIS é “permitir que o usuário tenha acesso a dados geográficos local ou remotamente, sem estar limitado por modelos de dados proprietários, formatos de arquivos ou SIG que gerenciam os dados, em uma dada localidade” (CÂMARA et al, 1996, p.63).

O OGIS é definido como um acesso transparente a dados geográficos e recursos de geoprocessamento heterogêneos em um ambiente de rede. O objetivo do projeto OGIS é fornecer um conjunto de especificações de interface compreensível que possibilita aos desenvolvedores a escrever componentes que apresentem esta capacidade (OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM, 2005).

“O OGIS é um padrão de interoperabilidade entre SIG, baseado em conceitos de orientação por objetos, que estabelece mecanismos padronizados para acesso a informações geográficas”. Porém, a implantação do padrão OGIS será gradual, pois atualmente existem enormes SIG armazenados em formatos proprietários (THOMÉ, 1998, p. 24).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Hardware

Para a realização deste trabalho, foi utilizado um microcomputador AMD *Sempron* 1.8 GHz, disco rígido de 40 GB contendo os periféricos básicos (unidade de CDROM, teclado, monitor, *mouse*). Foi necessário um número de IP válido para acesso do sistema via *Internet*.

3.1.2 Software

Foram utilizadas as seguintes ferramentas de *software* livre:

- Sistema operacional *Linux núcleo* versão 2.5.999-test7, distribuição *Debian Sarge*;
- Servidor *web* Apache versão 1.3.33-6sarge1;
- Linguagem de programação PHP versão 5.0.5-2;
- Editor de código, PHP Editor versão 2.21 para Windows;
- Navegador *web* *Konqueror* versão 3.3.2-1sarge1;
- Navegador Mozilla Firefox para *Windows* versão 2.0.0.1;
- Sistema de Gerenciamento de Banco de dados *MySQL* versão 4.1.11a-4sarge para *Linux* (possui duas formas de licença);
- Sistema de Gerenciamento de Banco de dados *PostgreSQL* versão 8.0.3-16.
- Extensão espacial do *PostgreSQL*, *PostGIS* versão 1.0.4-1.
- Ferramenta para Administração de Banco de dados *MySQL*, *PHPMysqlAdmin* versão 2.6.2-3sarge1;
- Ferramenta para Administração de Banco de dados *PostgreSQL*, *PHPPgAdmin* versão 3.5.2-5;
- Servidor de mapas *UMN Mapserver* versão 4.4.1-2 para *Linux*;
- Ferramenta *CartoWeb* versão 3.1.

Foi utilizada a seguinte ferramenta proprietária:

- Microsoft Internet Explorer versão 6.0 para Windows;

3.2 Métodos

O foco inicial deste trabalho foi criar uma aplicação para gerenciar os dados cadastrais dos estabelecimentos, inspeções e *checklists*. No momento inicial, não houve preocupação a respeito da espacialização das informações dos estabelecimentos, embora já fosse sabido que isto, posteriormente, teria de ser implementado.

Rosado (2004) realizou uma análise em todos os procedimentos e normas ligadas ao CISPOA (Coordenadoria de Inspeção Sanitária dos Produtos de Origem Animal) para os estabelecimentos que trabalham com produtos de origem animal, criou uma base de dados e desenvolveu um sistema de registro e fiscalização das atividades dos estabelecimentos.

Este trabalho fez uso da pesquisa e da base de dados desenvolvida por Rosado (2004) em plataforma *Windows* e do Sistema de Inspeção Animal e Gerenciamento Sanitário Municipal desenvolvido com financiamento do projeto Prolivre da FAPERGS (SIAGSM, 2006) com o intuito de desenvolver um sistema multi-usuário, multi-plataforma, baseado em *Internet* para auxiliar o gerenciamento sanitário animal dos estabelecimentos do Estado do Rio Grande do Sul, com uma base de dados centralizada e utilizando ferramentas de *software* livre.

Seguindo a metodologia de projeto de banco de dados, realizou-se a análise da base de dados desenvolvida por Rosado (2004) que em seu trabalho utilizou o SGDB Microsoft Access 2002. As tabelas foram analisadas e procurou-se entender exatamente cada campo e suas formas de relacionamento. A partir desta análise, realizou-se a modelagem conceitual, elaborando o modelo entidade-relacionamento (Anexo A) para fins de entendimento das entidades envolvidas e seus relacionamento e para documentar o sistema. Constatou-se haver redundância de dados nas tabelas e foi necessária a reconstrução do projeto lógico, eliminando dados redundantes. Para isto, baseou-se nas regras de normalização de tabelas e foram aplicadas as formas normais. Assim, as tabelas foram remodeladas, quando necessário.

Posteriormente, foi realizado um estudo técnico sobre quais soluções em *software* livre poderiam ser utilizadas e optou-se pelas ferramentas anteriormente citadas por estarem já muito bem testadas, com um grande número de usuários satisfeitos e consolidadas na comunidade de *software* livre.

A seguir foram instalados e configurados os *softwares* acima citados no computador servidor.

Foi utilizado o sistema de gerenciamento de banco de dados *MySQL*, para a criação da estrutura do banco de dados. Esta estrutura foi testada utilizando a ferramenta *PHPMyAdmin*, que é utilizada para administração de banco de dados.

Na etapa seguinte foi projetada a interface do sistema, preocupando-se com sua usabilidade. Foi projetada a distribuição dos elementos na tela (menu, conteúdo, título, botões e mensagem), a resolução a ser utilizada para que o sistema se adapte a diferentes monitores e resoluções de vídeo.

O sistema foi estruturado essencialmente em sete partes:

- Estabelecimento: dados cadastrais básicos do estabelecimento.
- Inspeção: são cadastrados todos os dados sobre os abates dos estabelecimentos e condenações.
- *Checklist*: informações a serem conferidas nos estabelecimentos conforme as normas que definem as características de cada estabelecimento, de acordo com o tipo de produto que manipula.
- Consultas e Relatórios: visualização das informações armazenadas na tela ou para impressão, podendo fazer filtragem das informações desejadas.
- Cadastros básicos: cadastramento de informações básicas e essenciais para o funcionamento do sistema.
- Memoriais: informações complementares do estabelecimento, tais como infraestrutura, meio ambiente, máquinas e equipamentos disponíveis, etc.
- Georreferenciamento: visualização da distribuição espacial dos estabelecimentos com camadas de dados complementares.

A etapa de implementação da interface com o banco de dados envolveu uma intensiva atividade programação na linguagem PHP. Utilizou-se a ferramenta PHP Editor para criação do código fonte. Foram criados os formulários de cadastramento, inspeção, consultas, relatórios, *checklists*. Foram implementadas questões de segurança para o acesso ao sistema através da criação de usuários e senhas. Os diferentes tipos de usuários (Administrador ou Municipal) tem acesso diferenciado ao sistema. Os usuários Municipais somente possuem acesso às informações do seu respectivo município, por exemplo, o Fiscal Sanitário do Município de Alegrete, somente pode acessar, modificar e incluir informações relativas ao seu município. Os usuários Administradores poderão acessar as informações de todos os municípios, consultar e tirar relatórios; servindo como uma rica fonte de informação gerencial. Os testes do sistema foram constantes e as falhas corrigidas.

Nesta etapa foi concluída a primeira etapa do trabalho, com a manipulação de dados tabulares, ou seja, não espaciais.

A seguir foi feita a integração do Sistema com o MapServer e a ferramenta *CartoWeb*. A idéia foi permitir a visualização dos limites municipais do Estado do Rio Grande do Sul em formato vetorial, juntamente com a incorporação de outras camadas de informação. Estas camadas podem ser imagens de satélite de determinadas áreas e arquivos vetoriais. E sobre estas camadas ser possível visualizar os estabelecimentos, classificados por tipo.

Foi obtido a partir do *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (<http://www.ibge.gov.br>) os arquivos no formato vetorial (*shapefile*) contendo os limites municipais do Estado. Foram obtidas, no Núcleo de Desenvolvimento de Informações e Geotecnologias (NDIGe), duas composições de imagens do satélite Landsat (123 e 345), com resolução espacial de 30 metros (formato matricial) da Bacia Hidrográfica do Arroio Arenal.

Passou-se ao estudo e configuração da ferramenta *CartoWeb* e do MapServer para a disponibilização das informações espaciais no Sistema, chamado de WebGIS.

Como explicado anteriormente, o *Mapserver* se baseia em um arquivo chamado *map file* para a geração da imagem do mapa. Então, a tarefa foi a de criar este arquivo .map (Anexo B).

Foi obtido sucesso na geração da imagem dos limites municipais dentro da interface do *Cartoweb*. Logo, foi tentado exibir os estabelecimentos e não se obteve sucesso. Não se estava conseguindo a comunicação entre o *MySQL* e o *Mapserver*. Partiu-se para pesquisa bibliográfica e constatou-se que a versão do *Mapserver* instalada no *Debian Sarge* não possui suporte ao *MySQL*. Foram buscadas outras alternativas, sem êxito. Então surgiu a idéia de replicar as informações a serem disponibilizadas no mapa para o banco de dados *PostgreSQL*. Para isto, foi necessário implementar nos códigos fonte em PHP este mecanismo de replicação, ou seja, qualquer alteração realizada no banco de dados em *MySQL* é reproduzida no banco de dados *PostgreSQL*. Foram feitos testes e correções.

A seguir foram feitas as alterações no arquivo *map file* e foi obtido sucesso na visualização dos estabelecimentos sobre o mapa. Foram acrescentadas com sucesso as camadas com as composições de imagens de satélite.

A figura 12 mostra a arquitetura do sistema *WebGIS* desenvolvido e suas interações.

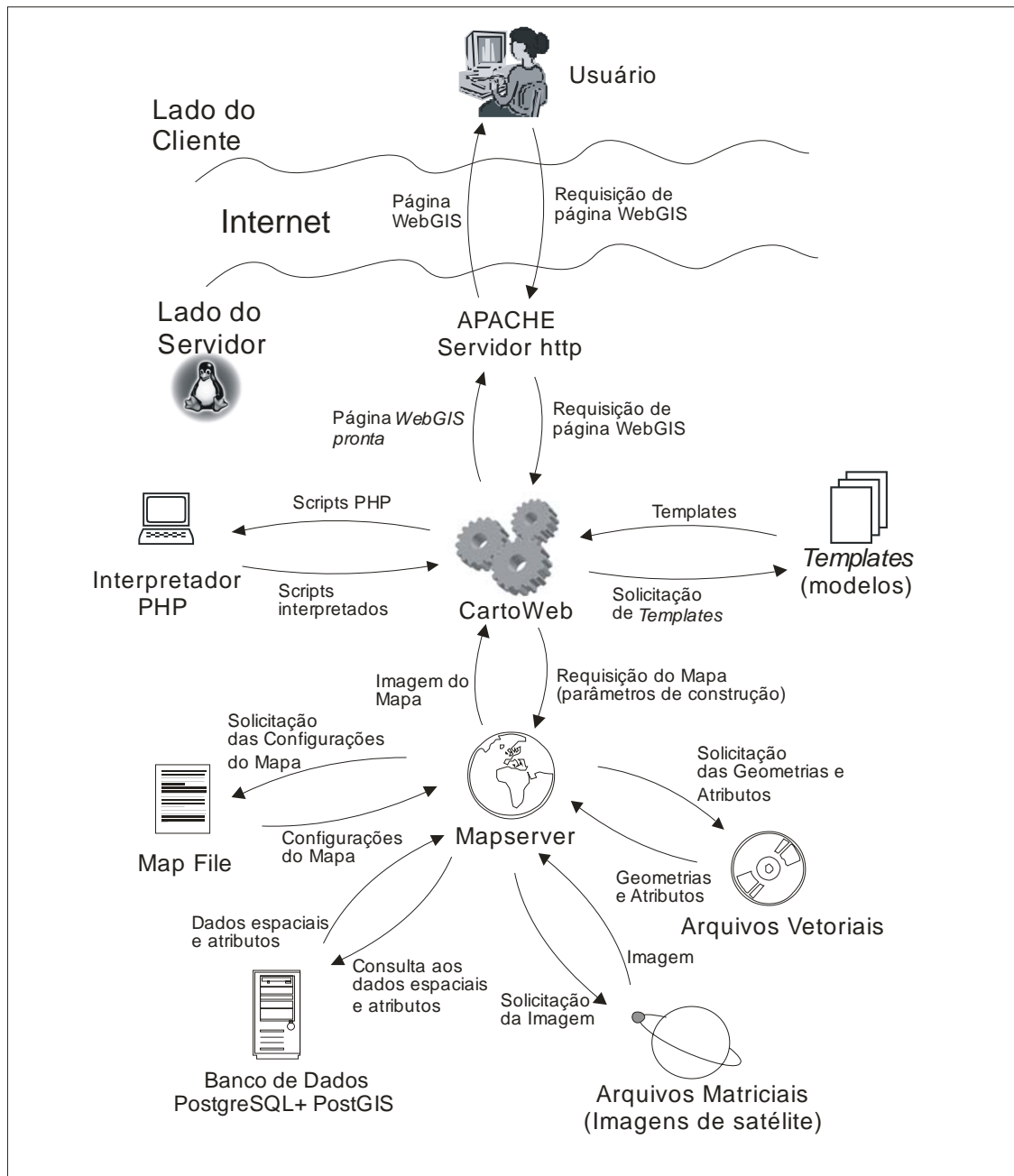


Figura 11 - Arquitetura do sistema WebGIS desenvolvido e suas interações

Segue abaixo a descrição da figura 12.

O usuário acessa a página do sistema, através do seu navegador de *Internet*, que encaminha uma requisição da página *WebGIS* ao computador servidor da aplicação. Quem recebe esta solicitação (dentro do computador servidor) é o *software* servidor http, chamado Apache. Ele processa esta requisição e a encaminha para o *CartoWeb* que envia ao *Mapserver* a requisição da imagem do mapa. Mas, para isso, são enviados ao *Mapserver* todos os parâmetros das escolhas feitas pelo usuário, tais como escala, área a ser visualizada, temas

desejados e assim por diante. O *Mapserver* fica com a tarefa de construir o mapa. Para isso ele tem que buscar no *Map file* as configurações do mapa a ser renderizado. Precisa, ainda buscar nos arquivos vetoriais as geometrias e os atributos destas geometrias. Busca também arquivos matriciais (*raster*), que contêm composições de imagens de satélite e, além disso, envia uma requisição ao banco de dados espacial PostgreSQL solicitando as coordenadas (localização geográfica) dos estabelecimentos e seu código (isto se o usuário solicitar através da seleção dos tipos de estabelecimento). De posse de todas as informações solicitadas para os diversos componentes, de acordo com as configurações do *map file* e, conforme os parâmetros vindos do usuário, o *Mapserver* renderiza a imagem do mapa e a envia ao *CartoWeb*. Cabe aqui dizer que o *CartoWeb* é composto por um conjunto de scripts escritos na linguagem PHP, altamente configuráveis. Então, o *CartoWeb* envia para o *software* interpretador de *scripts* PHP os *scripts* para serem interpretados e também acessa seus *Templates* ou modelos de página de Internet, que darão a forma final da interface, o seu *design*. Então, o *CartoWeb* recebe a resposta dos *scripts* PHP, incorpora o mapa recebido e monta a página final do *WebGIS* (basicamente em HTML e *Javascript*) que é enviada via servidor http (Apache) pela *Internet* de volta ao *software* navegador do usuário. Toda esta interação, descrita aqui, acontece sempre que o usuário fizer uma solicitação de atualização do mapa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Entrando no Sistema

O acesso ao Sistema de gerenciamento georreferenciado para controle sanitário animal pode ser feito via *software* navegador, a partir de qualquer computador que possua conexão à *internet*. O sistema pode ser acessado a partir de qualquer sistema operacional, sendo por esta razão denominado um sistema multi-plataforma. Além disso, diversos usuários podem acessar o sistema simultaneamente, sendo então chamado um sistema multi-usuário. O sistema está disponível na *Internet* no endereço <http://ndige01.ccr.ufsm.br/sanidade/>. Por questões de segurança o acesso ao Sistema só pode ser realizado por usuários cadastrados. A Figura 12 mostra a tela de entrada do sistema.

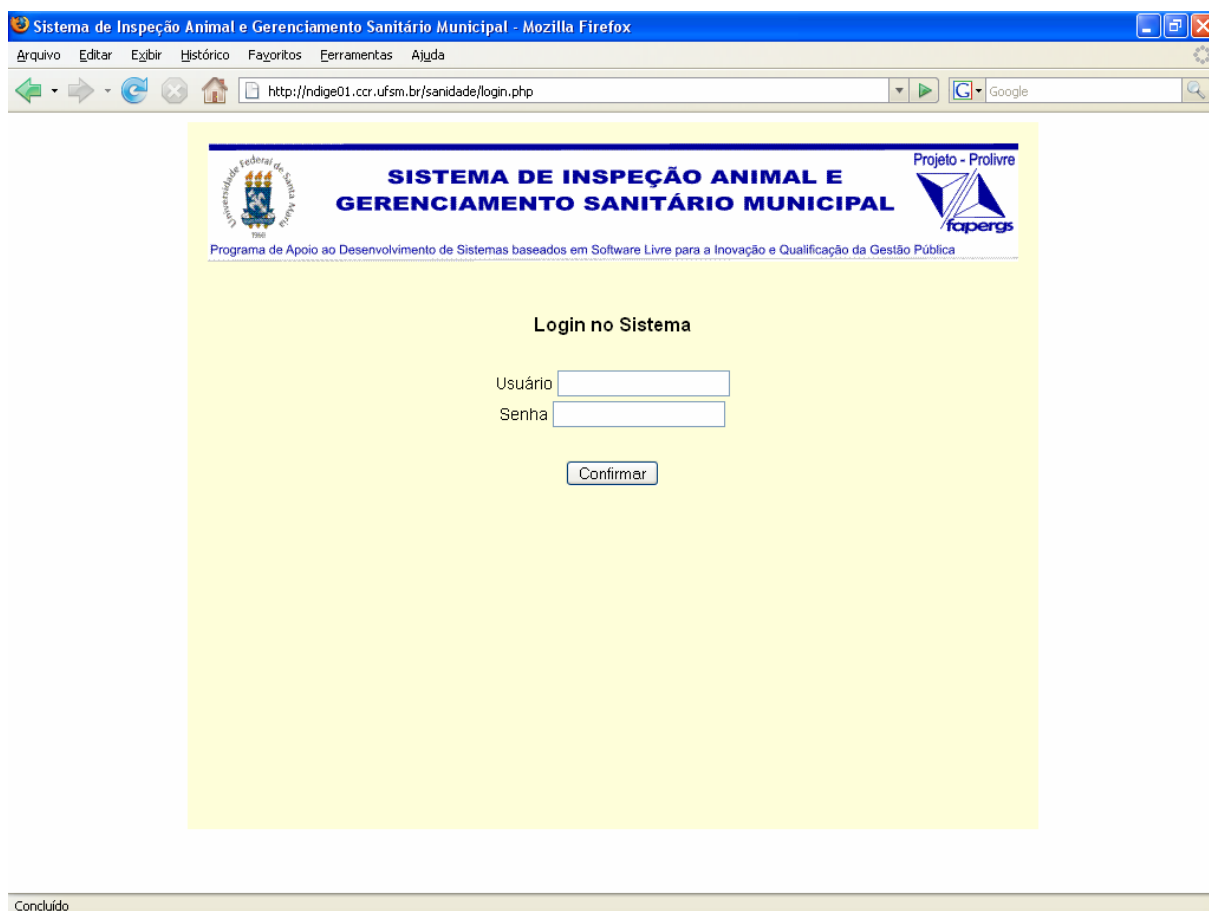


Figura 12 - Tela de entrada do Sistema

4.2 Navegação no Sistema

A Figura 13 mostra o formulário inicialmente carregado quando o usuário entra com um nome de usuário e senha válidos.

Figura 13 - Formulário de cadastro de estabelecimento

A estrutura de navegação do sistema apresenta sempre o menu de opções à esquerda (Lançamentos, Consultas e Relatórios, Cadastros Básicos, Memoriais e Georreferenciamento) e o conteúdo do formulário à direita. Na primeira linha da barra estão os botões de navegação de registros, sendo eles: ir para o primeiro, voltar um, avançar um e ir para o último (Figura 14).



Figura 14 - Botões de navegação entre registros

Na segunda linha da barra de navegação estão os botões:

- Novo: inicia a inserção de um novo estabelecimento.
- Salvar: grava os dados de um novo registro ou de um registro pré-existente.
- Pesquisar: procura um estabelecimento já cadastrado
- Excluir: apaga os dados de um estabelecimento cadastrado.

Cabe salientar que para facilitar a navegação no sistema, em formulários muito longos, esta barra de navegação aparece novamente no final do formulário, possuindo a mesma função.

Para acessar o menu de opções à esquerda do formulário é necessário clicar em um *hiperlink* (Estabelecimento, Inspeção ou *Checklist*) ou escolher uma sub-opção em uma caixa de combinação (Consultas e Relatórios, Cadastros Básicos ou Memoriais) e depois pressionar o botão OK abaixo da respectiva caixa.

4.3 Estabelecimento

O formulário de Estabelecimento serve para o registro de informações cadastrais do estabelecimento (Figura 13 - mostra sua parte superior) e sua estrutura contém os seguintes grupos e campos:

a) Identificação:

SIM: Código de registro do estabelecimento

Razão Social

C.G.C.

Denominação Comercial

Propriedade: Particular ou privada

b) Localização:

Endereço para correspondência

Município

Bairro ou localidade

CEP

Telefone

e-mail

c) Classificação/Categoria:

Denominação do tipo: lista com todos os tipos de estabelecimentos.

Operações: (Abate, Beneficamento ou Industrialização)

d) Mercado Consumidor: (Municipal, Estadual, Nacional ou Internacional)

e) Responsáveis:

Nome do gerente administrativo

CPF

Nome do responsável técnico

CPF

CRMV: Número do registro no Conselho Regional de Medicina Veterinária

f) Número de funcionários: (Masculino e Feminino)

g) Geoposicionamento: Coordenadas geodésicas (Latitude, Longitude e Altitude). A latitude e a longitude devem ser informadas, no formato decimal (Exemplo: 34.123290).

h) Observações: campo para registro de outras informações importantes

i) Datas:

Aprovação: quando o estabelecimento foi autorizado

Cadastro: quando o estabelecimento foi lançado no sistema

As datas devem ser informadas no formato ano-mês-dia (Exemplo: 2007-01-22. Dia vinte e dois de janeiro de dois mil e sete).

4.4 Inspeção

O Sistema oferece um formulário completo para inspeção de micro-matadouro de bovinos/suínos/ovinos (Figura 15). Para os demais tipos de estabelecimento o Sistema oferece um campo do tipo memorando para a digitação de informações de inspeção. A parte superior do formulário possui os seguintes campos:

- Estabelecimento
- Número do lote

- Data
- Produtor
- Espécie abatida
- Número de animais abatidos

Na seqüência do formulário existem mais 103 campos para registro de ocorrências durante o abate do lote. Os campos estão classificados em grupos e é possível registrar a quantidade de animais com determinado problema sanitário. Os grupos são: cabeças, línguas, corações, pulmões, fígados, baços, rins, intestinos, estômagos, liberadas, graxaria, conserva e outra causa não descrita.

Figura 15 - Formulário de inspeção de micro-matadouro de bovinos/suínos/ovinos

4.5 Checklists

A criação dos *checklists* baseou-se na pesquisa feita por ROSADO (2004) que pesquisou nas normas do CISPOA (Coordenadoria de Inspeção Sanitária de Produtos de

Origem Animal) as características de cada estabelecimento que abatem, produzem e comercializam produtos de origem animal e criou uma lista de campos de checagem para cada um dos dezessete tipos de estabelecimentos previstos. A Figura 16 mostra como exemplo o formulário de *checklists* para Matadouro de aves. A parte superior do formulário possui os seguintes campos:

- Nome do estabelecimento
- Data da vistoria
- Responsável pela vistoria
- CRMV: Número do registro no Conselho Regional de Medicina Veterinária

Na seqüência do formulário existem 82 campos de checagem contendo os critérios de inspeção. Com este recurso é possível registrar e organizar as fiscalizações feitas nos estabelecimentos e acompanhar suas evoluções. Para visualizar outras inspeções do mesmo estabelecimento basta usar os botões de navegação entre registros.

Cabe salientar que para cada tipo de estabelecimento foi criado um formulário contendo inúmeros critérios para fiscalização, controle e autorização de funcionamento dos estabelecimentos que trabalham com produtos de origem animal.

Figura 16 - Formulário de checklist para matadouro de aves

4.6 Consultas e Relatórios

Através dos relatórios e consultas é possível aos gestores visualizar informações gerenciais para apoiar suas decisões. O sistema gera arquivos no formato PDF (por ser um formato universal) para visualização na tela ou para impressão. O usuário pode definir diversos critérios para a criação da consulta ou do relatório. Os relatórios e consultas disponíveis no sistema são:

- Estabelecimento: permite o usuário visualizar e imprimir as informações cadastrais de um estabelecimento. É necessário selecionar o estabelecimento, marcar os campos de interesse e pressionar o botão “Gerar relatório”.
- Estabelecimento por tipo: permite o usuário visualizar e imprimir as informações cadastrais do(s) estabelecimento(s) que satisfaçam os critérios de pesquisa. É possível o usuário escolher um determinado tipo de estabelecimento (por exemplo: Casa do Mel ou Fábrica de Laticínios), o município e quais campos do estabelecimento deseja visualizar. Caso o tipo do estabelecimento não seja selecionado, o Sistema buscará todos os tipos de estabelecimento. Caso o município não for selecionado, o Sistema pesquisará todos os municípios cadastrados, isto se o tipo do usuário conectado ao Sistema for Administrador, caso contrário somente serão pesquisados os dados do município do usuário.
- Inspeção micro-matadouro: é um relatório gerencial, muito útil para acompanhamento das inspeções e tomadas de decisão. A Figura 17 mostra o formulário para preenchimento dos critérios de pesquisa. Nele é possível escolher o nome do estabelecimento, a espécie abatida, o número do lote, produtor e data inicial e final. Caso algum campo não seja selecionado, significa que o Sistema buscará por todos os possíveis registros. Por exemplo, se o usuário não escolher a data inicial e final, os registros de qualquer data serão pesquisados. Se o usuário não escolher o nome do estabelecimento, todos os estabelecimentos serão pesquisados. Neste relatório o Sistema soma todos os campos que satisfazem os critérios, sendo possível, por exemplo, saber quantos animais do Produtor “X” tiveram condenação do fígado por fasciolose ou quantos animais no Estado tiveram fasciolose no fígado no mês de julho de 2006.

- Inspeção geral: permite visualizar e imprimir dados de inspeção de estabelecimentos que não são micro-matadouros de bovinos/suínos/ovinos. Permite acessar os dados digitados no campo memorando disponível nas inspeções destes estabelecimentos.
- Básicos: permite visualizar e imprimir informações dos elementos essenciais para o funcionamento do sistema como: bairro, espécie, máquinas e equipamentos, município, produto, produtor, propriedade, tipo de estabelecimento, unidade e usuários. Estas informações serão restringidas ao tipo de usuário conectado.

Concluído

Figura 17 - Formulário de seleção de critérios para relatório de inspeção de micro-matadouro

4.7 Cadastros básicos

Nesta parte do Sistema são cadastrados elementos essenciais para o seu funcionamento como: bairro, espécie, máquinas e equipamentos, município, produto, produtor, propriedade,

tipo de estabelecimento, unidade e usuários. O acesso ou não a estes cadastros, depende das permissões do usuário.

4.8 Memoriais

Neste item do sistema são cadastrados dados complementares dos estabelecimentos como: origem e destino das águas, informações do ambiente do estabelecimento, currais e anexos, espécies sacrificadas, infra-estrutura, instalações industriais, máquinas e equipamentos, descrição do processo de matança, produtos que são beneficiados e transporte da matéria-prima. É necessário acessar o estabelecimento desejado antes de entrar nos memoriais.

4.9 Georreferenciamento

Nesta parte do sistema foram integradas diversas soluções em *software* livre: a ferramenta *CartoWeb*, o *UMN Mapserver* e o banco de dados *PostgreSQL* e sua extensão espacial *PostGIS*. Como resultado, foi obtida a interface do *WebGIS* que permite a visualização georreferenciada dos estabelecimentos, incluindo diversas camadas de informação complementares, como limites municipais e composições de imagem de satélite. A Figura 18 apresenta a interface do sistema *WebGIS*.

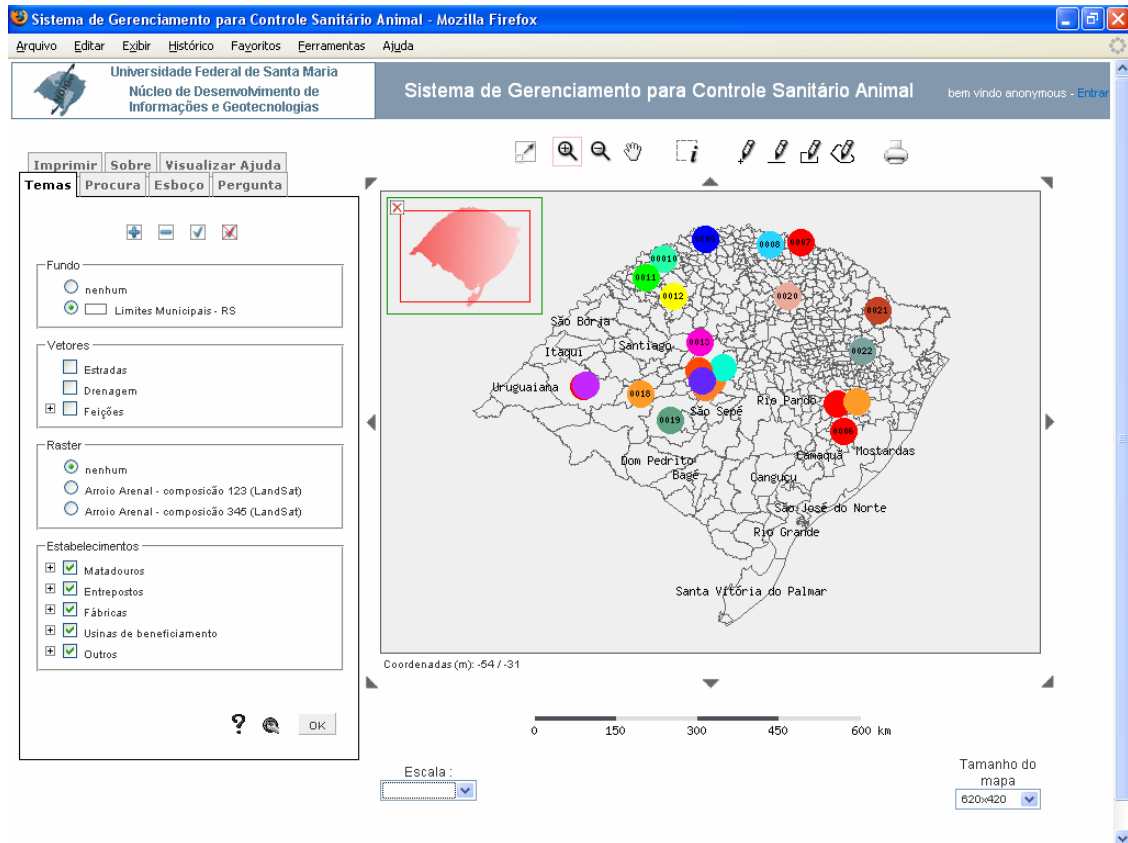


Figura 18 - Interface do Sistema WebGIS

Os círculos coloridos sobre o mapa do Rio Grande do Sul representam os estabelecimentos. Sobre cada círculo é desenhado o número do estabelecimento. Quando há vários estabelecimentos na mesma região e os círculos se sobrepõem o número do estabelecimento não é desenhado. Para visualizar o número destes estabelecimentos, é necessário usar a ferramenta *zoom in*, causando o aumento da escala.

No lado esquerdo da interface temos as seguintes guias:

a) Guia “Temas”

Ela permite a escolha dos temas a serem visualizados. Os temas são apresentados em forma de blocos identificados por um rótulo. Cada bloco pode conter botões de rádio ou caixas de checagem apresentadas em forma de árvore hierárquica. A Figura 19 apresenta a guia “temas”.

A guia “temas” contém na parte superior quatro botões. Os dois primeiros servem para expandir ou contrair a árvore hierárquica e os outros dois botões servem para marcar ou desmarcar todas as caixas de checagem dos temas.

Na parte inferior ela possui três botões, sendo o primeiro para obter ajuda, o segundo para reiniciar a aplicação com as configurações iniciais e o último para enviar para o servidor uma requisição de atualização do mapa.

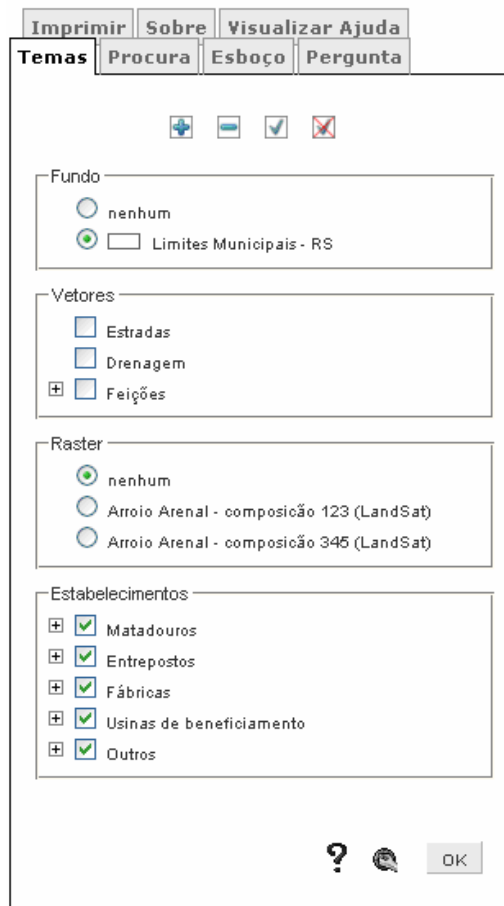


Figura 19 - Guia Temas

Os temas foram divididos em quatro blocos (Figura 19) descritos a seguir:

- Fundo: é uma camada básica e permite visualizar ou não os limites dos municípios do Rio Grande do Sul.

- Vetores: foram criadas opções adicionais para visualização de elementos no formato vetorial (*shapefile*) tais como estradas, drenagem e feições, sendo esta última subdividida em Igrejas, Escolas e Postos de gasolina. Estes temas ainda não foram inseridos no sistema.

- Raster: permite a visualização de imagens de satélite no formato matricial. Foram colocadas no sistema duas composições (123 e 345) de imagens do satélite LandSat 7 com resolução espacial de 30 metros da bacia hidrográfica do Arroio Arenal.

- Estabelecimentos: permite visualizar a localização geográfica dos diferentes tipos de estabelecimento. Eles foram subdivididos em cinco categorias: Matadouros, Entrepósitos, Fábricas, Usinas de Beneficiamento e Outros. A Figura 20 mostra a árvore hierárquica dos estabelecimentos classificados em categorias com suas respectivas legendas.



Figura 20 - Árvore hierárquica contendo os estabelecimentos classificados em categorias

b) Guia “Procura”

Permite centralizar a visualização de uma área em determinado ponto geográfico bastando digitar as coordenadas geodésicas, longitude no campo X e a latitude no campo Y e pressionar a tecla *Enter*.

Também é possível centralizar a visualização do mapa em um determinado município, digitando o nome do município no campo Id’s separado por vírgula e pressionando a tecla *Enter*. Cabe observar que este mecanismo é sensível ao contexto. A Figura 21 ilustra esta guia.

Figura 21 - Guia Procura

c) Guia “Esboço”

Permite obter informações a respeito dos objetos desenhados com as ferramentas de esboço. A Figura 22 ilustra esta guia. Nela é possível:

- visualizar o tamanho de áreas, necessitando o usuário fazer um retângulo ou polígono, usando as ferramentas de esboço, e o tamanho da área será mostrado na respectiva guia.

- apagar todos os desenhos feitos no mapa, ao clicar no botão “eliminar esboço”.

- alternar entre o modo de desenho ou máscara (*mask*). O modo desenho é a forma normal de visualização de todo o mapa. O modo de máscara é utilizado para visualizar

somente a área envolvida por um retângulo ou um polígono desenhado com a ferramenta esboço.



Figura 22 - Guia Esboço

d) Guia “Pergunta”

Esta guia serve para escolher os parâmetros utilizados na procura. É possível selecionar que informações serão visualizadas quando a ferramenta “Procura” for utilizada. Os objetos encontrados serão destacados e seus atributos mostrados na parte inferior ao mapa principal conforme Figura 23. As pesquisas são persistentes, ou seja, é possível adicionar mais objetos a atual pesquisa.

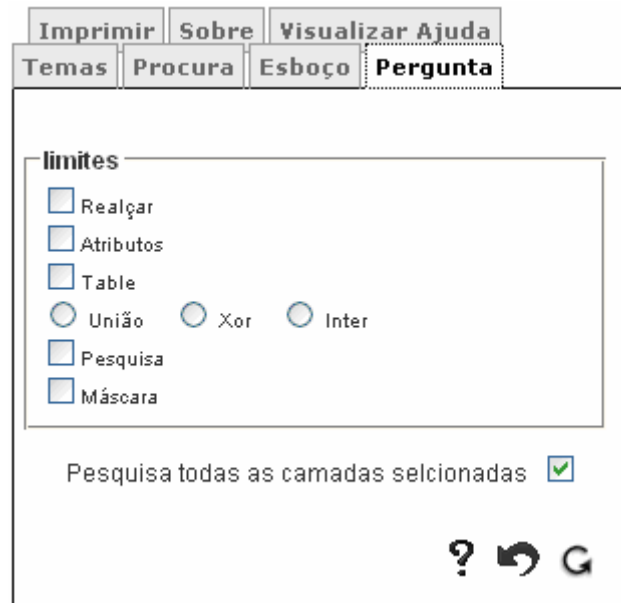


Figura 23 - Guia Pergunta

A Figura 24 ilustra os resultados de uma pergunta feita na região do município de Santa Maria. A área escolhida com a ferramenta de procura ficou destacada de amarelo transparente. Abaixo do mapa foi gerada uma tabela contendo dados tabulares da região selecionada, que foram buscados no arquivo vetorial Limites Municipais - RS. Também é possível fazer o *download* dos resultados da pergunta, que serão gerados no formato CVS (arquivo texto com os elementos separados por vírgula).

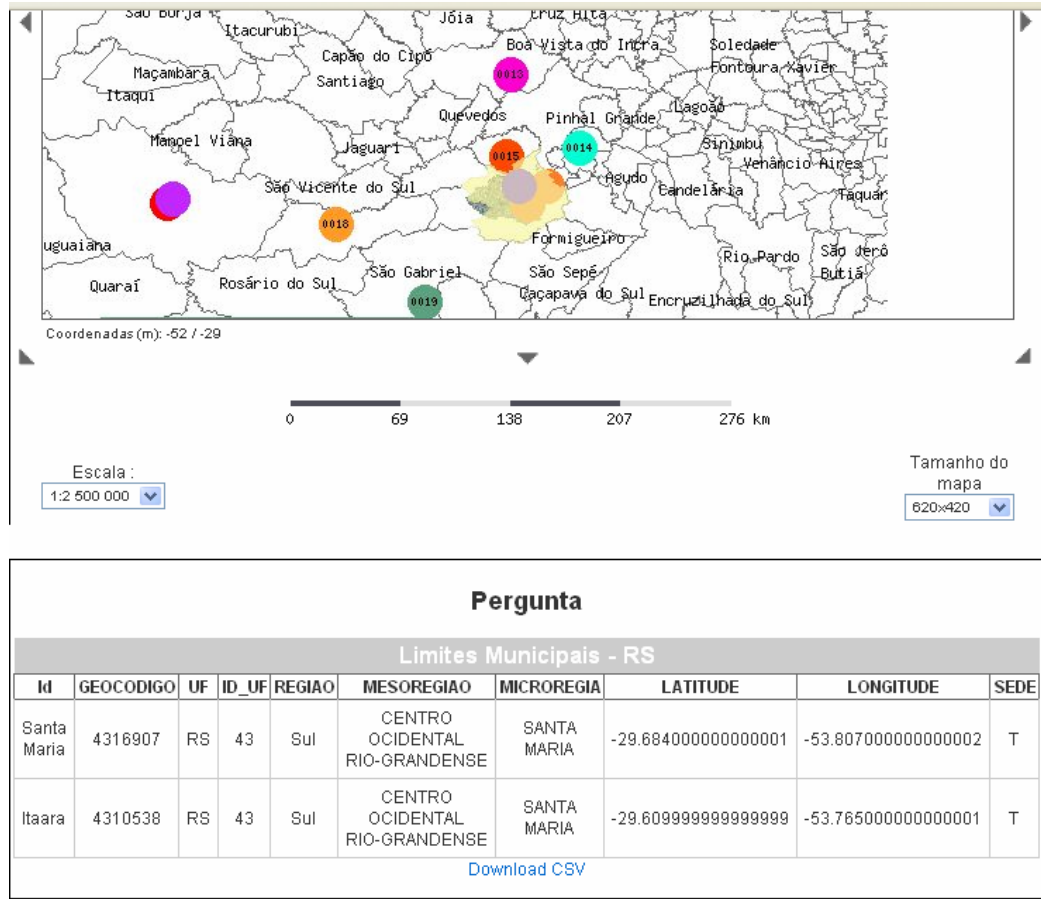


Figura 24 - Resultados de uma pergunta

e) Guia “Imprimir”

Serve para imprimir os mapas selecionados em formato PDF. É necessário fazer o *login* no sistema antes de imprimir. É possível formatar diversas características antes de imprimir, tais como: tamanho do papel, resolução, colocar um título e uma observação, posicionamento da legenda, se terá barra de escala ou não, se aparecerá os resultados de uma pesquisa. A Figura 25 ilustra esta guia.

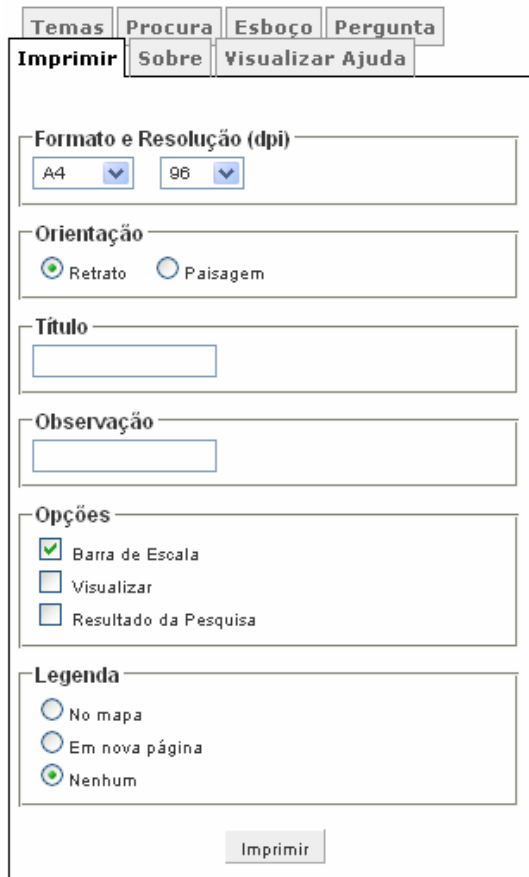


Figura 25 - Guia Imprimir

f) Guia “Visualizar ajuda”

Esta guia apresenta informações para ajudar os usuários a utilizarem as ferramentas do sistema. A Figura 26 ilustra esta guia.

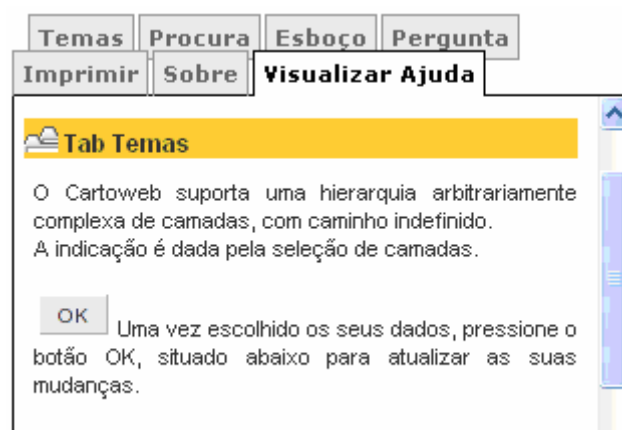


Figura 26 - Guia Ajuda

O sistema disponibiliza também diversas ferramentas para navegação no mapa: *zoom in*, *zoom out*, vôo, procura, esboçar ponto, esboçar linha, esboçar retângulo, esboçar polígono e imprimir, respectivamente, da esquerda para direita, conforme Figura 27.

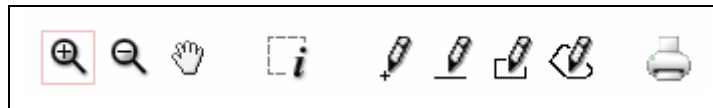


Figura 27 - Ferramentas de navegação

A ferramenta de *zoom in* permite dar o foco em uma região específica. Para isto, é necessário clicar sobre a ferramenta e depois clicar na região que se deseja focar no mapa ou, ainda, pode-se clicar e arrastar em uma determinada área. A Figura 28 mostra o resultado do uso sucessivo da ferramenta *zoom in* na Região do Município de Santa Maria.

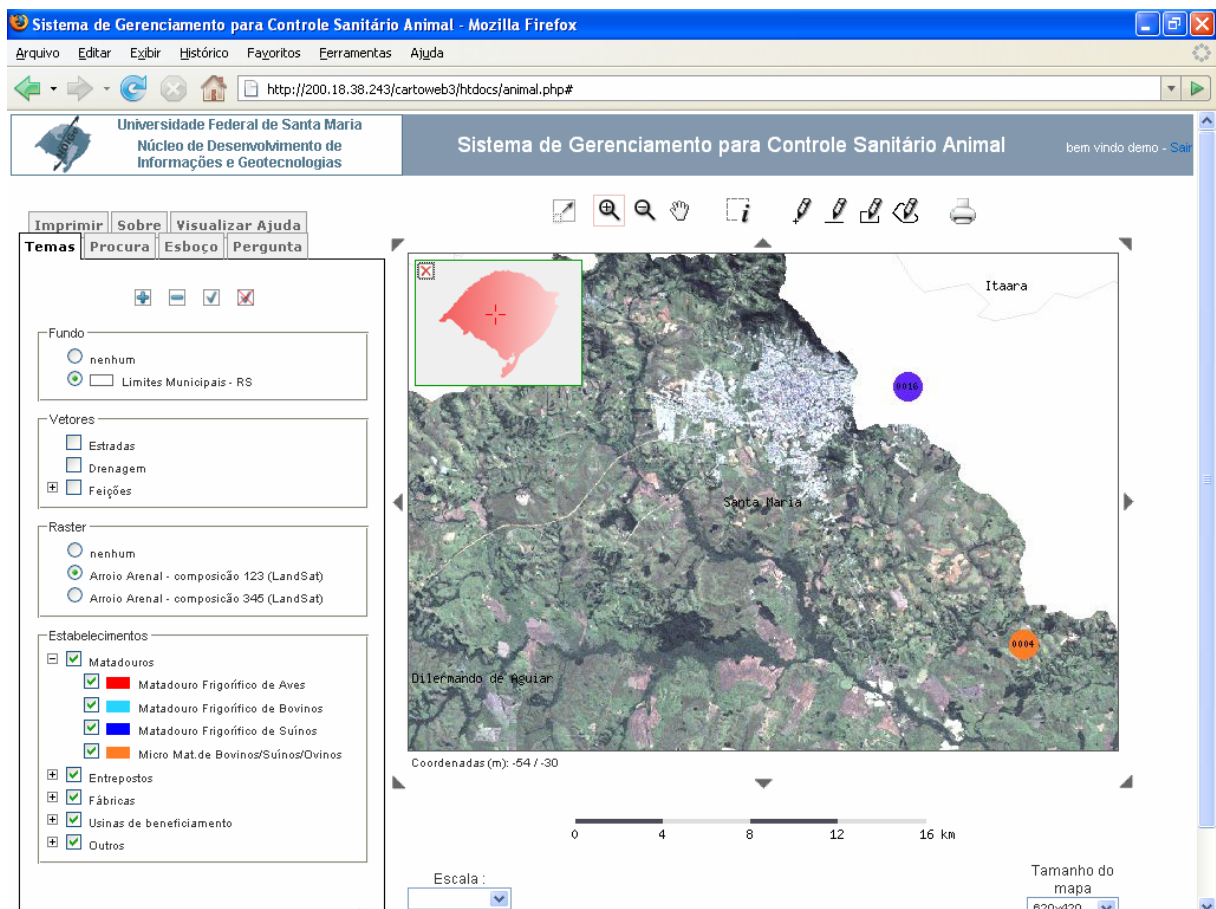


Figura 28 – Exemplo de uso da ferramenta *zoom in* na Região do Município de Santa Maria

A ferramenta de *zoom out* diminui a escala de visualização do mapa, permitindo focar uma extensão de área maior do mapa do que a que está atualmente sendo exibida. É necessário clicar sobre ela e depois clicar sobre um ponto no mapa.

A ferramenta de vôo serve para movimentar o mapa em qualquer direção. Para isto, é necessário clicar sobre a ferramenta, depois ir até o mapa e clicar e arrastar o mapa conforme desejado.

As ferramentas de esboço servem para fazer desenhos para demarcar determinadas regiões do mapa com pontos, linhas, retângulo e polígonos que recebem um rótulo.

Para desenhar um ponto é necessário primeiro selecionar a ferramenta de “ponto_esboçado” e clicar no local do mapa desejado. Em seguida, é necessário informar um rótulo para o ponto e pressionar o botão “OK”.

Para desenhar uma linha é necessário selecionar a ferramenta “linha_esboçada” e clicar nos pontos desejados no mapa. No momento de marcar o último ponto é preciso dar duplo clique para a linha ser encerrada. A seguir, é necessário informar um rótulo para a linha e pressionar o botão “OK”.

Para desenhar um retângulo é necessário selecionar a ferramenta “retângulo_esboçado”, clicar no ponto que demarcará o canto superior esquerdo do retângulo e arrastar até o canto inferior direito do retângulo e liberar o botão do *mouse*. Em seguida, é necessário informar um rótulo para o ponto e pressionar o botão “OK”.

Para desenhar um polígono é necessário selecionar a ferramenta “polígono_esboçado”, e ir clicando nos pontos desejados da mesma forma como se usa a ferramenta “linha_esboçada”. A única diferença é que para fechar o polígono é necessário clicar novamente no primeiro ponto demarcado. A seguir, é necessário informar um rótulo para a linha e pressionar o botão “OK”.

5 CONCLUSÕES

O trabalho realizado confirma o grande potencial que as ferramentas de *software* livre possuem, tanto para o gerenciamento de informações tabulares, quanto para espaciais. Conseguiu-se desenvolver o sistema sem nenhum gasto em licenciamento de *software* e sem violar nenhum direito de propriedade intelectual.

O sistema de gerenciamento georreferenciado para controle sanitário animal é capaz de armazenar e recuperar dados, e gerar e disponibilizar informações espaciais e não espaciais, referentes à inspeção sanitária animal do Estado do Rio Grande do Sul na *Internet*, em uma base de dados única. O acesso às informações é feito de uma forma segura conforme as políticas de segurança implementadas.

Certamente, o sistema *WebGIS* desenvolvido é de grande valor para os gestores do controle sanitário animal que, atualmente, carecem de ferramentas computacionais apropriadas, e onde a espacialização das informações é fundamental para as tomadas de decisão.

Foi possível estruturar um sistema informatizado a partir das normas adotadas pelo CISPOA-RS (Coordenadoria de Inspeção Sanitária de Produtos de Origem Animal) e as normas do SIF (Sistema de Inspeção Federal) que foram tratadas no trabalho de ROSADO (2004) e no SIAGSM (2006) que teve o financiamento pelo projeto Prolivre da FAPERGS.

Recomenda-se a implantação deste sistema em todos os Estados do país para que possam executar de uma forma mais eficiente o controle e fiscalização das atividades dos estabelecimentos que trabalham com produtos de origem animal.

É interessante que, em futuras versões deste sistema, fossem acrescentadas novas ferramentas de SIG e, elas poderiam fazer uso dos recursos disponíveis no *PostGIS*. Assim, aumentaria o poder de análise e de extração de dados espaciais do sistema.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, G. **The door opens for open-source gis.** [S.l]: GeoWorld, jun. p. 42-45, 2003.

ARONOFF, S. **Geographic information systems: a management perspective.** Ontário, Canadá: WDL Publications, 1993. 294p.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Org.). **Sistemas de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura.** 2.ed. Brasília, DF: EMBRAPA – SPI/CPAC, 1998. 434p.

BURROUGH, P. A. **Natural Objects with Indeterminate Boundaries.** In: Geographic Objects with Indeterminate Boundaries. Great Britain: Taylor & Francis Ltd, 1996. cap. 1, p. 3-28.

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. A. **Principles of Geographical Information Systems.** 2 ed. New York: Oxford University Press, 1998. 333p.

CÂMARA et al. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica.** Campinas: Instituto de Computação, UNICAMP, 1996. 193p.

CÂMARA et al. **Banco de dados geográficos.** Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livros.html>>. DPI/INPE, 1998.. Acesso em 11 de abr. 2005.

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>>. Acesso em 11 de abr. 2005.

CARTOWEB. camptocamp.com. **CartoWeb Documentation.** 3.1.0 Edition. 2006. Disponível em: <<http://www.camptocamp.com>>. Acesso em 01/03/2006.

DAHDOUH-GUEBAS, F. **The use of remote sensing and GIS in the sustainable management of tropical coastal ecosystems.** In: Environment, Development and Sustainability. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2002.v. 4, n. 2, p. 93-112.

DALI, TANG; JIXIAN, HUANG. **Structure and technology on Application – WebGIS.** IEEE International Conferences 2001. v. 1, p. 254-260.

DATE, C. J. **Introdução a sistemas de bancos de dados.** 4 ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora Campus, 1991. 674p.

DEMERS, M. N. **Fundamentals of Geographic Information Systems.** 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 1999. 498p.

FANDERUFF, D. **Oracle 8i: Utilizando SQL Plus e PL/SQL.** São Paulo: 2000. 217p.

FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário Aurélio da Língua Portuguesa.** Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1986. 1838p.

HEUSER, C. **Projeto de Banco de Dados**. 3 ed. Porto Alegre: Editora Sagra Luzzato, 2000. 202p.

KROPLA, B. **Beginning MapServer: Open Source GIS Development**. Berkeley, CA: Apress, 2005. 418p.

LYRA, T. M. P.; SILVA, J. A. **Saúde animal: O componente social e sua importância na planificação em Saúde Animal**. In: Revista CFMV. Brasília, DF: v.26, 2002. Disponível em <<http://www.abordo.com.br/cfmv/rev26/rev26.htm>>. Acesso em out. de 2005.

MADRUGA, C. R. **Embrapa prioriza ações em saúde animal**. Informativo da Embrapa gado de corte. v. 15, n. 3, set./out./nov. 2002. Disponível em <<http://www.cnpqg.embrapa.br/informa/novembro2001/artigo.html>>. Acesso em out. de 2005.

MANGABEIRA, J. A. C.; CARVALHO, C. A. de.; OSHIRO, O. T. **Disponibilização de informações do uso das terras em Holambra com WebGIS**. Campinas: EMBRAPA, CNPM, 2001.

MAPSERVER. **UMN Mapserver**. Disponível em <<http://mapserver.gis.umn.edu>>. Acesso em out. de 2005.

MATHIYALAGAN, V. et al. **A WebGIS and geodatabase for Florida's wetlands**. In: Computers and Electronics in Agriculture. [S.l.]: Elsevier B.V. 2005. v. 47. p. 69-75.

MITCHELL, T. **Web Mapping Illustrated**. [S.l.]: O'Reilly, 2005, 349p..

MYSQL. **Manual de Referência do MYSQL 4.1**. Disponível em <<http://www.MySQL.com/documentation>>. Acesso em dez. de 2006.

NORTON, P. **Introdução à Informática**. São Paulo: Makron Books, 1996. 619p.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM. 2005. Disponível em <<http://www.opengeospatial.org>>. Acesso em 21 abr. de 2005.

OSSES, J. R. **Arquiteturas cliente-servidor para disseminação de dados geográficos**. 2000. 89f. Dissertação. (Mestrado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2000.

PADMANABHARAO, S. **Linux and the Web**. Data base Management. [S.l.]: Auerbach Publications, ago 1999.

PITUCO, E. M. **A importância da Febre Aftosa em Saúde Pública**. Disponível em <http://www.fundepec.org.br/saudeanimal/artigos_c.asp> . Acesso em out. de 2005.

POSTGIS. **Manual do PostGIS**. 2005. Disponível em <<http://webgis.com.br/postgis/>>. Acesso em out. de 2005.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar**. Juiz de Fora, MG: [s.n.], 2000. 220p.

ROSADO, R. C. **Sistema de inspeção animal e gerenciamento sanitário georreferenciado integrado a gestão rural municipal**. 2004. 115f. Dissertação (Mestrado em Geomática) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

SIAGSM. **Sistema de Inspeção Animal e Gerenciamento Sanitário Municipal**. Projeto Prolivre - FAPERGS. 2006. Disponível em: <<http://repositorio.agrolivre.gov.br/projects/siagsm/>>. Acesso em jan. 2007.

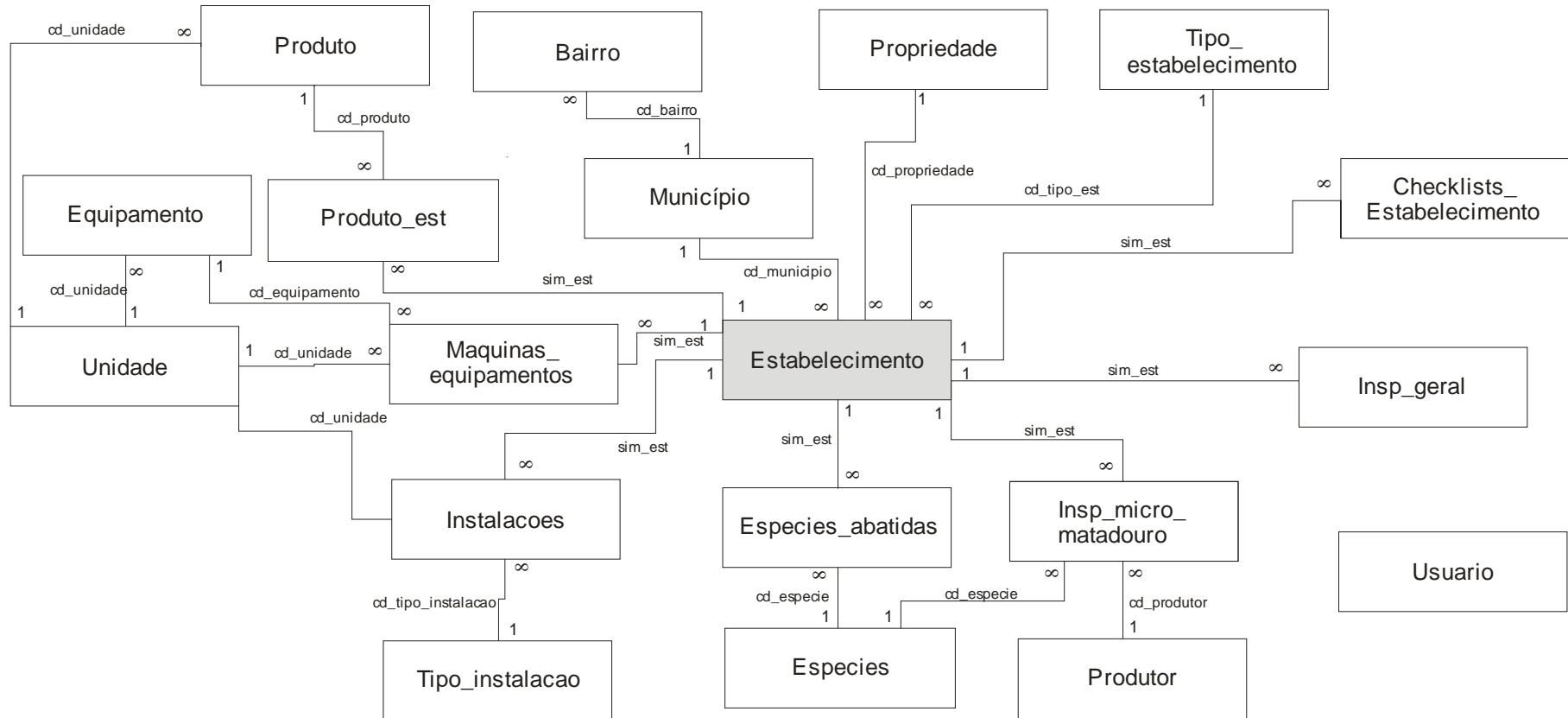
SILBERSCHATZ, A; KORTH, H. F.; SUDARSHAN, S. **Database system concepts**. 3 ed. New York: WCT/McGraw-Hill, 1998. 821p.

SILVA, E. O. **Extensões Espaciais em MySQL**. SQL Magazine, Rio de Janeiro, ano 2, n. 14, p. 8-15. 2004.

THOMÉ, R. **Interoperabilidade em geoprocessamento: conversão entre modelos conceituais de sistemas de informação geográfica e comparação com o padrão Open GIS**. 1998. 200f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1998.

ANEXOS

ANEXO A – Diagrama Entidade-Relacionamento do Sistema



ANEXO B – *Map File* do sistema desenvolvido

MAP

```
NAME "ufsm"  
EXTENT -59.1433 -35.2516 -48.1911 -25.5080  
SIZE 640 480  
IMAGETYPE PNG  
IMAGECOLOR 255 255 255  
STATUS ON  
UNITS dd          #modificado era kilometers  
FONTSET "fonts.txt"  
SYMBOLSET "symbols.txt"  
SHAPEPATH "/home/shapes_sanidade/"
```

PROJECTION

```
"proj=latlong"  
END  
OUTPUTFORMAT  
  NAME png  
  DRIVER "GD/PNG"  
  MIMETYPE "image/png"  
  IMAGEMODE PC256  
  EXTENSION "png"  
  FORMATOPTION "INTERLACE=OFF"  
  TRANSPARENT ON #ESTAVA ON 01012007  
END
```

OUTPUTFORMAT

```
  NAME jpeg  
  DRIVER "GD/JPEG"  
  MIMETYPE "image/jpeg"  
  IMAGEMODE RGB  
  EXTENSION "jpg"  
  FORMATOPTION "INTERLACE=OFF"  
  FORMATOPTION "QUALITY=80"
```

END

REFERENCE

```
IMAGE images/img_referencia7.png  
EXTENT -59.1433 -35.2516 -48.1911 -25.5080  
STATUS ON  
COLOR -1 -1 -1  
OUTLINECOLOR 255 0 0 #200 200 200  
SIZE 140 105
```

END

SCALEBAR

```
POSTLABELCACHE TRUE  
STYLE 0  
UNITS kilometers  
SIZE 350 3
```

```

TRANSPARENT TRUE
COLOR 77 77 88
IMAGECOLOR 242 255 195
BACKGROUNDCOLOR 222 222 222
LABEL
  TYPE BITMAP
  SIZE SMALL
  COLOR 0 0 0
  POSITION UR
  BUFFER 10
END
END

LAYER
  NAME "municipios"
  DATA "43mu2500gc"
  STATUS on
  TYPE polygon
  LABELCACHE on
  LABELITEM "NOME"
  CLASSITEM "NOME"
  MAXFEATURES 2000
METADATA
  "exported_values" "recenter_name_string,id_attribute_string"
  "recenter_name_string" "NOME"
  "id_attribute_string" "NOME|string"
  "query_returned_attributes" ""
  "highlight_createlayer" "true"
  "highlight_color" "249 248 165"
  "highlight_transparency" "70"
  "mask_transparency" "70"
  "mask_color" "193 249 165"
  END
TEMPLATE "tnt"
CLASS
  NAME "municipios"
  STYLE
    SIZE 1
    COLOR 255 255 255
    OUTLINECOLOR 100 100 100
  END
  LABEL
    MINFEATURESIZE 30
    COLOR 0 0 0
    SIZE small
  END
END
END

LAYER

```

```

NAME "arroio_arenal"
DATA "sint_123.png"
TRANSPARENCY 85
METADATA
  "force_imagetype" "jpeg"
END
TYPE RASTER
STATUS ON
END

```

```

LAYER
  NAME "arroio_arenal_345"
  DATA "sint_345.png"
  TRANSPARENCY 85
  METADATA
    "force_imagetype" "jpeg"
  END
  TYPE RASTER
  STATUS ON
END

```

```

#####
# LAYERS DE ACESSO AO POSTGRESQL #
#####

```

```

LAYER
  NAME "est1"
  STATUS default
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  CONNECTION "dbname= nome_banco_dados user=system password=minha_senha
host=localhost port=5432"
  DATA "the_geom from estabelecimento"
  FILTER "cd_tipo_est = 1"
  TYPE point
  LABELCACHE on
  LABELITEM 'sim_est'
  TEMPLATE "tnt"
  CLASS
    NAME "Matadouro Frig. de Aves"
    STYLE
      SYMBOL "Circle"
      SIZE 25
      COLOR 255 0 0
    END #style
    LABEL
      COLOR 0 0 0
      SIZE tiny
    END #label

```

END
END

```
LAYER
  NAME "est2"
  STATUS default
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  CONNECTION "dbname= nome_banco_dados user=system password=minha_senha
host=localhost port=5432"
  DATA "the_geom from estabelecimento"
  FILTER "cd_tipo_est = 2"
  TYPE point
  LABELCACHE on
  LABELITEM 'sim_est'
  TEMPLATE "ttd"
  CLASS
    NAME "Matadouro Frig. Bovinos"
    STYLE
      SYMBOL "Circle"
      SIZE 25
      COLOR 38 212 255 # azul claro
    END #style
    LABEL
      COLOR 0 0 0
      SIZE tiny
    END #label
  END # class
END # layer
```

```
LAYER
  NAME "est3"
  STATUS default
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  CONNECTION "dbname= nome_banco_dados user=system password=minha_senha
host=localhost port=5432"
  DATA "the_geom from estabelecimento"
  FILTER "cd_tipo_est = 3"
  TYPE point
  LABELCACHE on
  LABELITEM 'sim_est'
  CLASS
    NAME "Matadouro Frig. Suínos"
    STYLE
      SYMBOL "Circle"
      SIZE 25
      COLOR 0 0 255 # azul
    END #style
    LABEL
      COLOR 0 0 0
      SIZE tiny
```

```

    END #label
  END # class
END # layer

```

```

LAYER
  NAME "est4"
  STATUS default
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  CONNECTION "dbname= nome_banco_dados user=system password=minha_senha
host=localhost port=5432"
  DATA "the_geom from estabelecimento"
  FILTER "cd_tipo_est = 4"
  TYPE point
  LABELCACHE on
  LABELITEM 'sim_est'
  CLASS
    NAME "Micro Mat. Bov/Suí/Ovi"
    STYLE
      SYMBOL "Circle"
      SIZE 25
      COLOR 255 125 38 # laranja
    END #style
    LABEL
      COLOR 0 0 0
      SIZE tiny
    END #label
  END # class
END # layer

```

```

LAYER
  NAME "est5"
  STATUS default
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  CONNECTION "dbname= nome_banco_dados user=system password=minha_senha
host=localhost port=5432"
  DATA "the_geom from estabelecimento"
  FILTER "cd_tipo_est = 5"
  TYPE point
  LABELCACHE on
  LABELITEM 'sim_est'
  CLASS
    NAME "Entrep. carnes e deriv."
    STYLE
      SYMBOL "Circle"
      SIZE 25
      COLOR 38 255 166 # verde claro
    END #style
    LABEL
      COLOR 0 0 0

```

```

        SIZE tiny
    END #label
END # class
END # layer

```

```

LAYER
  NAME "est6"
  STATUS default
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  CONNECTION "dbname= nome_banco_dados user=system password=minha_senha
host=localhost port=5432"
  DATA "the_geom from estabelecimento"
  FILTER "cd_tipo_est = 6"
  TYPE point
  LABELCACHE on
  LABELITEM 'sim_est'
  CLASS
    NAME "Entrep. de laticínios"
    STYLE
      SYMBOL "Circle"
      SIZE 25
      COLOR 0 255 0 # verde escuro
    END #style
    LABEL
      COLOR 0 0 0
      SIZE tiny
    END #label
  END # class
END # layer

```

```

LAYER
  NAME "est7"
  STATUS default
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  CONNECTION "dbname= nome_banco_dados user=system password=minha_senha
host=localhost port=5432"
  DATA "the_geom from estabelecimento"
  FILTER "cd_tipo_est = 7"
  TYPE point
  LABELCACHE on
  LABELITEM 'sim_est'
  CLASS
    NAME "Entrep. de Mel e Cera "
    STYLE
      SYMBOL "Circle"
      SIZE 25
      COLOR 255 255 0 # amarelo
    END #style
    LABEL
      COLOR 0 0 0

```

```

        SIZE tiny
    END #label
END # class
END # layer

```

```

LAYER
  NAME "est8"
  STATUS default
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  CONNECTION "dbname= nome_banco_dados user=system password=minha_senha
host=localhost port=5432"
  DATA "the_geom from estabelecimento"
  FILTER "cd_tipo_est = 8"
  TYPE point
  LABELCACHE on
  LABELITEM 'sim_est'
  CLASS
    NAME "Entrep. de ovos"
    STYLE
      SYMBOL "Circle"
      SIZE 25
      COLOR 255 0 210 # rosa
    END #style
  LABEL
    SIZE tiny
    END #label
  END # class
END # layer

```

```

LAYER
  NAME "est9"
  STATUS default
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  CONNECTION "dbname= nome_banco_dados user=system password=minha_senha
host=localhost port=5432"
  DATA "the_geom from estabelecimento"
  FILTER "cd_tipo_est = 9"
  TYPE point
  LABELCACHE on
  LABELITEM 'sim_est'
  CLASS
    NAME "Entrep. de pescados"
    STYLE
      SYMBOL "Circle"
      SIZE 25
      COLOR 0 255 210 # ciano
    END #style
  LABEL
    COLOR 0 0 0
    SIZE tiny

```



```

    END #label
  END # class
END # layer

```

```

LAYER
  NAME "est10"
  STATUS default
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  CONNECTION "dbname= nome_banco_dados user=system password=minha_senha
host=localhost port=5432"
  DATA "the_geom from estabelecimento"
  FILTER "cd_tipo_est = 10"
  TYPE point
  LABELCACHE on
  LABELITEM 'sim_est'
  CLASS
    NAME "Fábr. de conserva de ovos"
    STYLE
      SYMBOL "Circle"
      SIZE 25
      COLOR 255 72 0 # laranja forte
    END #style
    LABEL
      COLOR 0 0 0
      SIZE tiny
    END #label
  END # class
END # layer

```

```

LAYER
  NAME "est11"
  STATUS default
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  CONNECTION "dbname= nome_banco_dados user=system password=minha_senha
host=localhost port=5432"
  DATA "the_geom from estabelecimento"
  FILTER "cd_tipo_est = 11"
  TYPE point
  LABELCACHE on
  LABELITEM 'sim_est'
  CLASS
    NAME "Fábr. de conserva de carnes"
    STYLE
      SYMBOL "Circle"
      SIZE 25
      COLOR 99 38 255 # azulão
    END #style
    LABEL
      COLOR 0 0 0

```

```

        SIZE tiny
    END #label
END # class
END # layer

```

```

LAYER
  NAME "est12"
  STATUS default
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  CONNECTION "dbname= nome_banco_dados user=system password=minha_senha
host=localhost port=5432"
  DATA "the_geom from estabelecimento"
  FILTER "cd_tipo_est = 12"
  TYPE point
  LABELCACHE on
  LABELITEM 'sim_est'
  CLASS
    NAME "Fábr. de laticínios"
    STYLE
      SYMBOL "Circle"
      SIZE 25
      COLOR 196 38 255 #violeta
    END #style
    LABEL
      COLOR 0 0 0
      SIZE tiny
    END #label
  END # class
END # layer

```

```

LAYER
  NAME "est13"
  STATUS default
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  CONNECTION "dbname= nome_banco_dados user=system password=minha_senha
host=localhost port=5432"
  DATA "the_geom from estabelecimento"
  FILTER "cd_tipo_est = 13"
  TYPE point
  LABELCACHE on
  LABELITEM 'sim_est'
  CLASS
    NAME "Casa do mel"
    STYLE
      SYMBOL "Circle"
      SIZE 25
      COLOR 255 155 38 #ocre
    END #style
    LABEL
      COLOR 0 0 0

```

```

        SIZE tiny
    END #label
END # class
END # layer

```

```

LAYER
  NAME "est14"
  STATUS default
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  CONNECTION "dbname= nome_banco_dados user=system password=minha_senha
host=localhost port=5432"
  DATA "the_geom from estabelecimento"
  FILTER "cd_tipo_est = 14"
  TYPE point
  LABELCACHE on
  LABELITEM 'sim_est'
  CLASS
  NAME "Granja avícola"
  STYLE
    SYMBOL "Circle"
    SIZE 25
    COLOR 92 162 128 # verde musgo
  END #style
  LABEL
    COLOR 0 0 0
    SIZE tiny
  END #label
  END # class
END # layer

```

```

LAYER
  NAME "est15"
  STATUS default
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  CONNECTION "dbname= nome_banco_dados user=system password=minha_senha
host=localhost port=5432"
  DATA "the_geom from estabelecimento"
  FILTER "cd_tipo_est = 15"
  TYPE point
  LABELCACHE on
  LABELITEM 'sim_est'
  CLASS
  NAME "Micro usina de benef. leite"
  STYLE
    SYMBOL "Circle"
    SIZE 25
    COLOR 233 170 155 # rosinha
  END #style
  LABEL
    COLOR 0 0 0

```

```

        SIZE tiny
    END #label
END # class
END # layer

```

```

LAYER
  NAME "est16"
  STATUS default
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  CONNECTION "dbname= nome_banco_dados user=system password=minha_senha
host=localhost port=5432"
  DATA "the_geom from estabelecimento"
  FILTER "cd_tipo_est = 16"
  TYPE point
  LABELCACHE on
  LABELITEM 'sim_est'
  CLASS
    NAME "Posto de refrig. de leite"
    STYLE
      SYMBOL "Circle"
      SIZE 25
      COLOR 194 65 35 # marrom
    END #style
    LABEL
      COLOR 0 0 0
      SIZE tiny
    END #label
  END # class
END # layer

```

```

LAYER
  NAME "est17"
  STATUS default
  CONNECTIONTYPE POSTGIS
  CONNECTION "dbname= nome_banco_dados user=system password=minha_senha
host=localhost port=5432"
  DATA "the_geom from estabelecimento"
  FILTER "cd_tipo_est = 17"
  TYPE point
  LABELCACHE on
  LABELITEM 'sim_est'
  CLASS
    NAME "Usina de benef. de leite"
    STYLE
      SYMBOL "Circle"
      SIZE 25
      COLOR 122 161 158# cinza
    END #style
    LABEL
      COLOR 0 0 0

```

```

        SIZE tiny
    END #label
END # class
END # layer

```

```

LAYER
  NAME "cartoweb_point_outline"
  TYPE POINT
  CLASS
    STYLE
      SYMBOL "triangle"
      COLOR 0 0 0
      SIZE 12
    END
    STYLE
      SYMBOL "triangle"
      COLOR 205 0 0
      SIZE 10
    END
  LABEL
    TYPE TRUETYPE
    FONT "Vera"
    SIZE 7
    COLOR 0 0 0
    OUTLINECOLOR 255 255 255
    POSITION lc
  END
END
END

```

```

LAYER
  NAME "cartoweb_line_outline"
  TYPE LINE
  CLASS
    STYLE
      COLOR 0 0 0
      SYMBOL "line-dashed"
      SIZE 2
    END
  LABEL
    TYPE TRUETYPE
    FONT "Vera"
    SIZE 7
    COLOR 0 0 0
    OUTLINECOLOR 255 255 255
    ANGLE auto
    POSITION uc
  END
END

```

```
END

LAYER
  NAME "cartoweb_polygon_outline"
  TYPE POLYGON
  TRANSPARENCY 60
  CLASS
    STYLE
      COLOR 255 153 0
      OUTLINECOLOR 0 0 0
    END
  LABEL
    TYPE TRUETYPE
    FONT "Vera"
    SIZE 7
    OUTLINECOLOR 255 255 255
    COLOR 0 0 0
    POSITION cc
  END
END
END
END
```