

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Curso de Ciência da Computação**

**Sistema de Geo-localização das
Unidades Administrativas
da Universidade Federal de Santa Maria**

Trabalho de Graduação

Juliano da Costa

Santa Maria, RS, Brasil

2008

**Sistema de Geo-localização das
Unidades Administrativas
da Universidade Federal de Santa Maria**

por

Juliano da Costa

Trabalho de Graduação apresentado ao
Curso de Ciência da Computação
da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),
como requisito parcial para a obtenção do grau de
Bacharel em Ciência da Computação

Orientadora: Prof^a MsC^a Oni Reasilvia Sichonany

Co-orientador: Prof. Dr. Rudiney Soares Pereira

Trabalho de Graduação N° 277

Santa Maria, RS, Brasil

2008

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Curso de Ciência da Computação**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova o Trabalho de Graduação

**Sistema de Geo-localização das Unidades Administrativas
da Universidade Federal de Santa Maria**

elaborado por
Juliano da Costa

como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Ciência da Computação

COMISSÃO EXAMINADORA:

Oni Reasilvia Sichonany, Msc^a
(Presidente / Orientadora)

Roseclea Duarte Medina, Dr^a. (UFSM)

Enio Giotto, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 15 de Dezembro de 2008.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus pela minha vida, pelas oportunidades, conquistas e sonhos realizados.

À minha mãe Lídia Lisowski da Costa e aos meus irmãos e irmãs, por terem sempre me apoiado em todas as minhas decisões, mesmo que à distância.

À minha namorada Fabiana Andreia Fick, pelas palavras de incentivo nas horas difíceis e pelo seu amor e companheirismo durante estes anos de faculdade.

À Professora Oni Reasilvia Sichonany e ao Professor Rudiney Soares Pereira, por terem aceitado o desafio de serem meus orientadores neste trabalho.

À equipe do LAMIC e, em especial, ao Professor Carlos Augusto Mallmann por ter confiado a mim a tarefa de gerenciar a informática do laboratório e pela amizade e apoio nas intempéries do dia a dia.

Por fim, agradeço a todos os colegas e professores que me auxiliaram de uma forma ou outra para que eu chegasse até aqui.

RESUMO

Trabalho de Graduação
Curso de Ciência da Computação
Universidade Federal de Santa Maria

Sistema de Geo-localização das Unidades Administrativas da Universidade Federal de Santa Maria

Autor: Juliano da Costa

Orientadora: Prof^a. MsC^a Oni Reasilvia Sichonany

Co-orientador: Prof. Dr. Rudiney Soares Pereira

Local e Data da defesa: Santa Maria, 15 de Dezembro de 2008

O presente trabalho apresenta um sistema de geo-localização das unidades administrativas da Universidade Federal de Santa Maria, que disponibiliza aos usuários de forma rápida e visual as informações no espaço territorial da mesma. Para desenvolver este trabalho, baseado na web, foi utilizado tecnologias baseadas em software livre, como servidor web Apache, banco de dados PostgreSQL, CartoWeb, entre outras.

O sistema permite fazer consultas pelo nome da unidade, obtendo a visualização de sua localização sobre uma imagem de satélite em alta resolução do campus. Outra possibilidade de busca é através da imagem diretamente, obtendo a relação de unidades que se encontram na região de interesse. Desta forma, o usuário pode obter informações como endereço e telefone dos centros, departamentos e secretarias dos cursos da universidade de forma rápida e fácil.

Palavras chaves: Geoprocessamento; Georreferenciamento; Unidades Administrativas da UFSM.

ABSTRACT

Undergraduation Final Work
Computer Science
Federal University of Santa Maria

Geo-localization system of administrative units of the Federal University of Santa Maria

Author: Juliano da Costa

Advisor: Msc. Oni Reasilvia Sichonany

Co-Advisor: Dr. Rudiney Soares Pereira

This study introduces a system of geo-location for search by the administrative units from Federal University of Santa Maria, which availability to the users of fast and visual forms the information in its territory space. To develop this research, which was on the Web, technologies inspired on free software were used, like Apache web server, PostgreSQL data base, CartoWeb , and others.

The system allows to consult through the name of the unit, obtaining the visualization of the localization over a satellite image on the high resolution of the campus. Another possibility of search is through the image, directly getting the relation of units that meet on the region of interest. In this way the user can obtain information as address and telephone from the centers, departments and officies the courses from the University faster and easier.

Keywords: geo-location; Geographical Information System; Administrative Units of UFSM.

Índice de Figuras

Figura 1: Arquitetura de um SIG.....	12
Figura 2: Componentes de um WebGIS.....	13
Figura 3: Representação vetorial.....	15
Figura 4: Representação matricial de um mapa.....	16
Figura 5: Parte do Modelo ER do banco de dados da UFSM.....	23
Figura 6: Software Qgis.....	24
Figura 7: Tela inicial do CartoWeb.....	27
Figura 8: Menu Themes.....	28
Figura 9: Opção Todos os Centros.....	29
Figura 10: Exemplo de Centro com mais de um prédio.....	30
Figura 11: Ferramentas de Visualização e Edição.....	31
Figura 12: Visualização de informações sobre uma Unidade Administrativa.....	32
Figura 13: Exemplo de uso da ferramenta de edição.....	33

Sumário

1 - Introdução.....	9
2 – Conceitos Fundamentais.....	11
2.1 – Sistemas de Informação Geográfica.....	11
2.2 – WebGIS ou Web Mapping.....	12
2.3 – Geoprocessamento.....	14
2.4 - Imagens ou mapas digitais.....	14
2.5 – Estruturas de armazenamento de dados geográficos.....	15
2.5.1 – Representação vetorial.....	15
2.5.2 - Representação matricial ou raster.....	16
2.6 – Bancos de Dados Espaciais.....	16
2.7 – Softwares utilizados.....	17
2.7.1 - CartoWeb.....	17
2.7.2 – Apache Web Server.....	18
2.7.3 – UMN Mapserver – Servidor de mapas.....	18
2.7.5 - PostgreSQL e a extensão espacial PostGIS.....	19
2.7.6 – Quantum GIS (Qgis).....	20
3 – Material e Métodos.....	21
3.1 Material.....	21
3.2 Métodos.....	21
4 – Resultados e Discussão.....	27
4.1 – O Sistema de Geo-Localização das Unidades Administrativas da UFSM.....	27
4.2 – Dificuldades encontradas no desenvolvimento do sistema.....	34
5 – Conclusões.....	36
5.1 – Estudos futuros.....	36
6 - Referências Bibliográficas.....	38

1 - Introdução

Cada vez mais em nosso dia a dia, somos submetidos à uma enorme quantidade de informações. Mas o excesso de informação, às vezes nos toma um precioso tempo para tornarmos esta informação realmente utilizável.

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).

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).

Com o uso de um WebGIS, a informação fica explícita sobre uma imagem espacializada, fazendo com que ela seja facilmente assimilada pelo usuário.

Localizar uma unidade administrativa dentro da UFSM, tal como um departamento ou uma secretaria de curso de graduação ou pós-graduação, através de um simples endereço pode ser uma tarefa um tanto complicada para alguém que está tendo um primeiro contato com a instituição. Porém, se ao invés de se ter somente um endereço essa pessoa puder olhar o endereço georreferenciado sobre uma imagem de satélite que contemple a área territorial da instituição, esta informação se tornará bem mais útil.

Neste contexto, a informação quanto mais visual, mais rapidamente ela poderá ser utilizada.

Com este intuito, pretende-se desenvolver uma solução web para a consulta e

cadastro das unidades administrativas da Universidade Federal de Santa Maria, visando disponibilizar aos usuários uma forma rápida e visual para encontrá-las no espaço territorial desta.

Uma outra possibilidade de busca pode ser feita diretamente sobre a imagem, onde o usuário, ao pressionar o botão do mouse sobre uma região, pode obter as informações que estiverem disponíveis para aquele ponto. Por exemplo, ao clicar sobre uma região de um prédio, poderá obter informações sobre quais unidades administrativas se localizam nele.

Para desenvolver este projeto, foram utilizadas tecnologias baseadas em software livre, tais como o servidor web Apache, banco de dados PostgreSQL com sua extensão espacial PostGIS, CartoWeb e outras, além de utilizar-se uma parte do modelo do banco de dados utilizado pelo SIE, o qual modela muito bem a realidade da nossa instituição.

No capítulo 2, serão apresentados alguns conceitos básicos necessários para o completo entendimento do trabalho. O capítulo 3, trará o processo do desenvolvimento e das ferramentas utilizadas. Já o capítulo 4 descreverá o funcionamento do sistema desenvolvido. Finalmente, no capítulo 5, serão abordados os resultados alcançado e as perspectivas de novas aplicabilidades do sistema apresentado.

2 – Conceitos Fundamentais

Neste capítulo, aborda-se alguns conceitos fundamentais para o entendimento do presente trabalho, já que foram utilizados termos e ferramentas pouco ou nada conhecidas ou exploradas no curso de Ciência da Computação.

2.1 – Sistemas de Informação Geográfica

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).

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).

Em linhas gerais, SIG são um conjunto de ferramentas que permitem processar dados espaciais transformando-os em informação que está vinculada explicitamente à alguma porção da Terra, e que auxiliam na tomada de decisões.

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 ilustração 1 (CÂMARA, 1996):

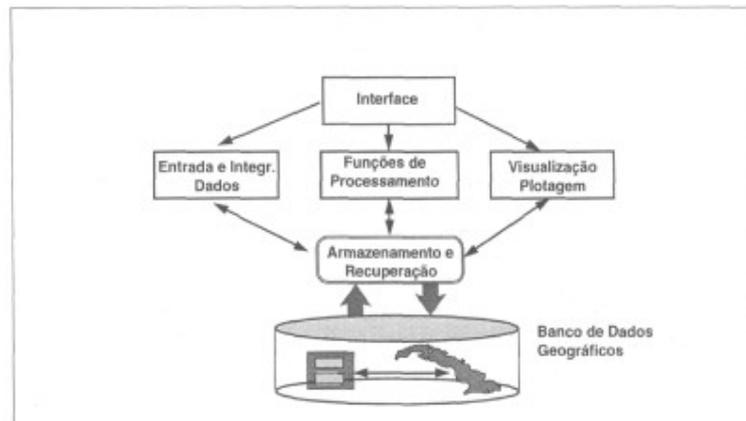


Figura 1: Arquitetura de um SIG

Fonte: Câmara, 1996

2.2 – 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).

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).

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.

No diagrama da ilustração 2 está descrito a interação entre os diversos componentes de um WebGIS:

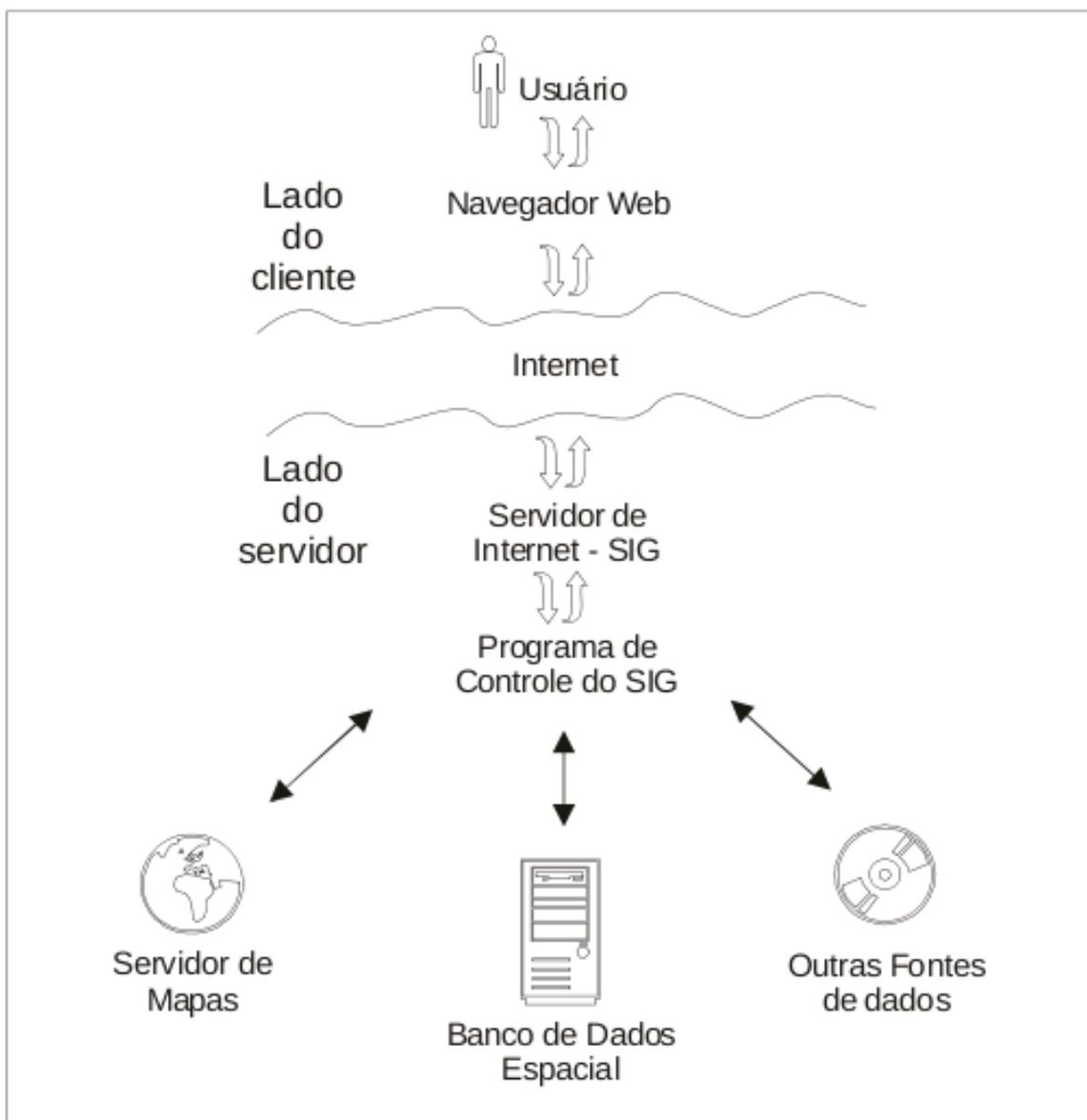


Figura 2: Componentes de um WebGIS

Fonte: VASCONCELLOS(2007)

2.3 – Geoprocessamento

A palavra geoprocessamento é definida por Vasconcellos(2007) como:

um “[...] a ciência que trata os dados da superfície da Terra, vinculados a sistema de referência, através de ferramentas computacionais (p. 16).”

Segundo Rocha (2000), geoprocessamento é definido como:

“[...] 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).”

Sempre que o “*onde*” da informação for importante para você, o geoprocessamento se fará presente, assim como o uso de um SIG para manipular estas (CAMARA, 1996).

Dentre as funções de um SIG está a de efetuar o georreferenciamento das informações em estudo, o que consiste em associar ao referido dado, uma informação geográfica, possibilitando que esta possa ser localizada espacialmente dentro da região de estudo.

2.4 - Imagens ou mapas digitais

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

Uma imagem digital é uma função $z = f(x,y)$ representada por duas coordenadas espaciais (x,y) e por um valor correspondente ao brilho(z). 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). As imagens vindas diretamente de sensores são brutas e não estão preparadas para serem utilizadas como mapas digitais. É necessária a aplicação de técnicas de processamento digital de imagens (ROCHA, 2000).

2.5 – Estruturas de armazenamento de dados geográficos

2.5.1 – 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 3 mostra a representação dos dados gráficos básicos de um vetor.

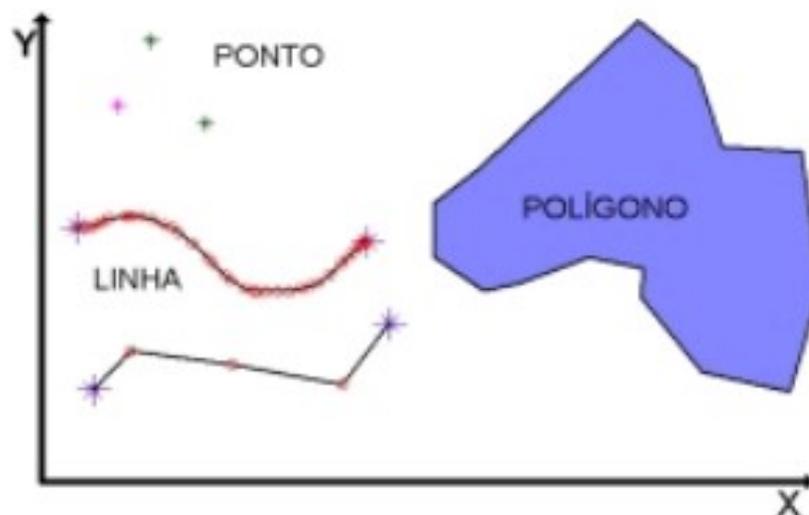


Figura 3: Representação vetorial
Fonte: CÂMARA, 2004

2.5.2 - Representação matricial ou *raster*

Na representação matricial, o espaço é representado como uma matriz $P(m, n)$ composto de m colunas e n linhas, onde cada célula possui um número de linha, um número de coluna e um valor correspondente ao atributo estudado e cada célula é individualmente acessada pelas suas coordenadas.

A representação matricial supõe que o espaço pode ser tratado como uma superfície plana, onde cada célula está associada a uma porção do terreno. A resolução do sistema é dada pela relação entre o tamanho da célula no mapa ou documento e a área por ela coberta no terreno (ASSAD, SANO, 1998).

Na ilustra 4 abaixo, tem-se que o mapa da esquerda tem uma resolução quatro vezes menor que o mapa da direita, e por isso, ao se efetuar medidas sobre esse mapa último, tem-se uma grande imprecisão sobre estas.

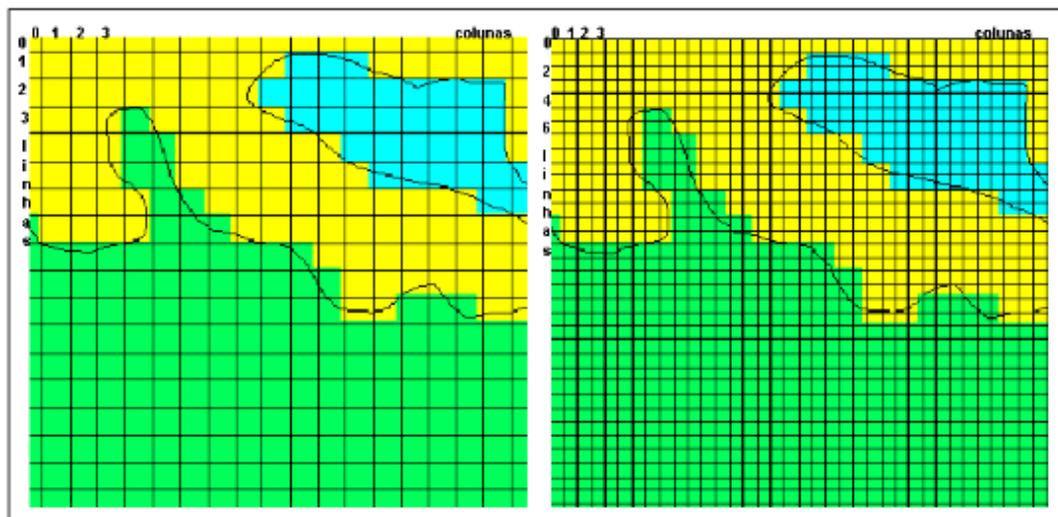


Figura 4: Representação matricial de um mapa
Fonte: CÂMARA, 2004

No quesito armazenamento, o espaço necessário para armazenar-se o mapa da direita é quatro vezes maior que o da esquerda (ASSAD, SANO, 1998).

2.6 – Bancos de Dados Espaciais

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 (VASCONCELLOS, 2007).

2.7 – Softwares utilizados

A seguir, é descrito sobre os aplicativos utilizados no desenvolvimento do sistema e as suas principais funcionalidades.

Todos os softwares utilizados são distribuídos gratuitamente na Internet, o que não onerará a instituição com custos de aquisição.

2.7.1 - CartoWeb

O CartoWeb3 é uma ferramenta WebGIS abrangente e pronta para o uso, incluindo muitos recursos . É uma solução modular e extensível, e é também um *framework* prático para construir aplicações avançadas e personalizáveis. Tem como motor de funcionamento o UMN Mapserver (CARTOWEB, 2007, p2).

O CartoWeb3 faz a integração entre os dados contidos no banco de dados e o servidor de mapas.

Maiores detalhes sobre o seu funcionamento e funcionalidades serão discutidos na seção de Material e Métodos, na seqüência.

Está disponível para download em <http://cartoweb.org> e o licenciamento é baseado na licença GNU GPL.

2.7.2 – 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).

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>.

2.7.3 – UMN Mapserver – Servidor de mapas

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).

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).

2.7.5 - PostgreSQL e a extensão espacial PostGIS

PostgreSQL é um sistema de banco de dados objeto-relacional que possui as funcionalidades dos sistemas comerciais tradicionais com características encontradas nos SGBD da próxima geração. PostgreSQL é livre e seu código fonte está disponível em <http://www.postgresql.org> (POSTGRESQL, 2008).

O PostgreSQL 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 (PADMANABHARAO, 1999).

O PostGIS adiciona o suporte a informações geográficas ao PostgreSQL. Em outras palavras, ele “espacializa” o banco de dados. O PostGIS foi desenvolvido pela Refrations Research como uma tecnologia de banco de dados espacial de código livre (POSTGIS).

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).

2.7.6 – Quantum GIS (Qgis)

O Quantum GIS (QGIS) é um Sistema de Informação Geográfica de Código Livre que roda em Linux, Unix, Mac OSX e Windows. O QGIS suporta formatos de vetores, matrizes e banco de dados. O QGIS é licenciado sob a GNU General Public License. Também permite que se navegue e que se crie mapas em seu computador. Ele suporta a maioria dos formatos de dados espaciais comuns (por exemplo. ESRI ShapeFile, geotiff). O QGIS é um software de Código Livre e é livre de custos de aquisição. Está disponível em <http://download.qgis.org> (QGIS, 2008).

Por se tratar de um Sistema de Informação Geográfica, ele trás todas as funcionalidades comuns de um SIG, conforme já descrito anteriormente.

3 – Material e Métodos

3.1 Material

- Hardware

Para a realização deste trabalho, foi utilizado um computador com processador Intel Core 2 Duo, de 1,6GHz, disco rígido de 80GB e demais componentes tradicionais.

- Softwares Utilizados

Os seguintes softwares foram utilizados:

- Sistema Operacional *Linux*, distribuição *Debian*, com kernel versão 2.6.26
- Servidor Web *Apache*, versão 2.2.9
- Sistema de Informação Geográfica *Quantum GIS (qgis)*, versão 0.9.1
- Banco de Dados *PostgreSQL*, versão 8.3.5
- Extensão espacial do banco de dados PostgreSQL, *PostGIS*, versão 1.3.3
- Ferramenta para Administração do Banco de Dados PostgreSQL, *phpPgAdmin*, versão 4.2.1
- Servidor de mapas *UMN Mapserver*, versão 5.0.3
- Framework *CartoWeb*, versão 3.4

3.2 Métodos

O foco principal deste trabalho foi criar um mecanismo de busca para os endereços das Unidades Administrativas da UFSM. Por ser uma ferramenta já conhecida, o CartoWeb foi logo eleito o framework a ser usado para alcançar o objetivo.

De todos os aplicativos que foram utilizados para o desenvolvimento do trabalho, o único que precisou de um pouco mais de cuidado foi o CartoWeb, já que este não é distribuído junto com a distribuição Linux utilizada. A instalação é bastante simples, bastando para isso seguir os passos contidos dentro do arquivo que foi baixado do site.

Os demais aplicativos, todos eles foram instalados utilizando-se versões ligeiramente diferentes, próprias para a distribuição Linux utilizada, de modo que não houveram configurações específicas para estes.

O CartoWeb já está “pronto para o uso”, em termos de funcionalidades para a sua utilização por usuários comuns. Porém, cabe ao desenvolvedor da solução, efetuar as configurações para o seu adequado funcionamento. Praticamente toda a configuração dele é baseado em dois arquivos principais: o arquivo de *layers* e o arquivo *mapfile*.

O arquivo de *layers* é um arquivo de texto estruturado de forma hierárquica, onde são especificados os planos de informação que estarão disponíveis na interface web para os usuários do sistema. Há uma relação direta entre os parâmetros deste arquivo com o conteúdo do arquivo *mapfile*, razão pela qual deve-se ter bastante cuidado na sua edição.

Além dos planos de informação, no arquivo de *layers* são definidas algumas opções de layout da interface web, como tipos de botões de seleção, “radio”, “checkbox” e outros.

O arquivo *mapfile* é o arquivo que está sob o controle do CartoWeb, que por sua vez, envia as informações deste para o servidor de mapas Mapserver, para que este gere um novo mapa sempre que o usuário interagir com o mapa que lhe é mostrado. É dentro do *mapfile* que ficam todas as informações sobre as camadas de informações que foram definidas no arquivo de *layers*.

O CartoWeb permite que sejam utilizados vários “projetos”, de modo que para iniciar-se o trabalho foi necessário criar um projeto chamado “ufsm”.

Após ser criado o projeto, é necessário configurar o arquivo *mapfile* com o plano básico, o qual servirá de base para todos os outros planos de informações. Neste ponto, foi utilizada uma imagem do satélite Ikonos, com resolução espacial de 1m, obtida no ano de 2004.

A inserção de uma camada do tipo “raster” foi bastante simples e não causou problemas, mesmo sendo a principal camada de informação para o desenvolvimento do trabalho. Esta camada raster já está georreferenciada, ou seja, há uma relação direta entre cada pixel da imagem e uma coordenada no plano real, de modo que todas as marcações e medidas feitas sobre esta podem ser reproduzidas no espaço

real delimitado por ela.

O passo seguinte no desenvolvimento do trabalho foi modelar o banco de dados para armazenar as informações sobre as unidades administrativas da instituição. Como no decorrer do trabalho optou-se por fazer com que este pudesse ser compatível com o Sistema Integrado de Ensino (SIE), desenvolvido pela própria instituição, o modelo de dados utilizado foi o mesmo, como pode ser visto na figura 5.

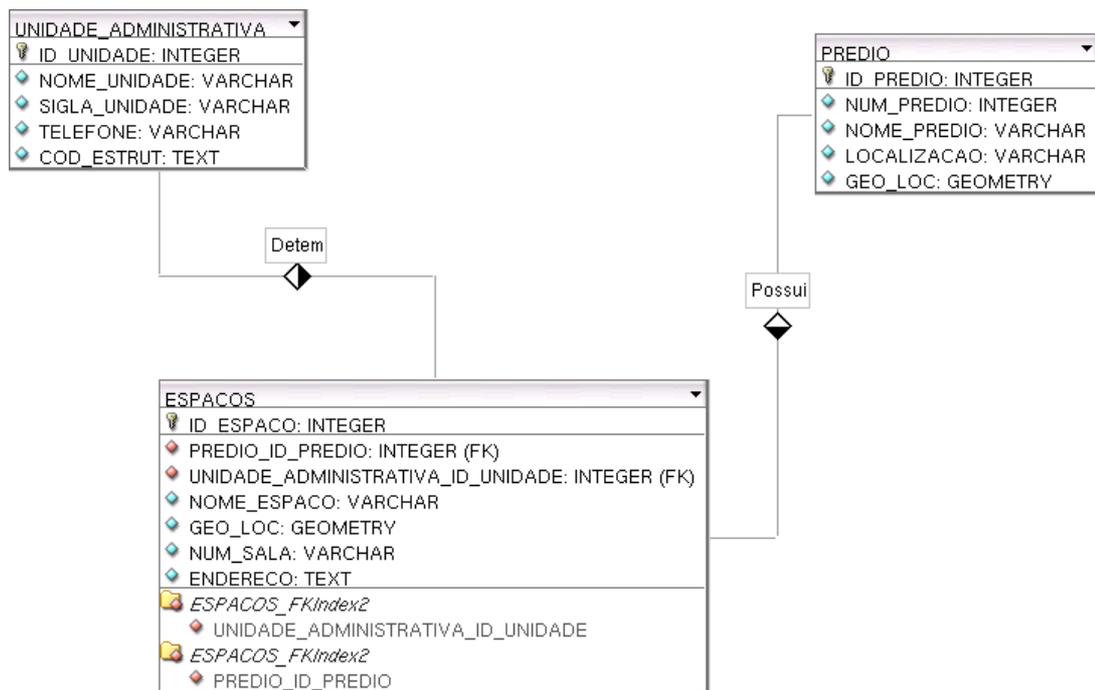


Figura 5: Parte do Modelo ER do banco de dados da UFSM

No modelo da figura 5, já estão incluídos os campos das informações geográficas nas tabelas “espacos” e “predios”, que servirão para georreferenciar um prédio como um todo e para que possamos georreferenciar seus espaços internos separadamente.

Foi obtido junto à instituição as informações necessárias para popular as tabelas “unidade_administrativa” e “predios”, esta última sem a informação geográfica.

De posse das informações sobre os prédios, chegou-se ao momento de espacializar estas informações. Para isso utilizou-se o software Qgis.

O Qgis é um SIG completo que possui um dispositivo interno que permite que

este se conecte diretamente ao PostgreSQL, para que seja gerado um Layer PostGIS.

Na figura 6, um exemplo do Qgis em ação.

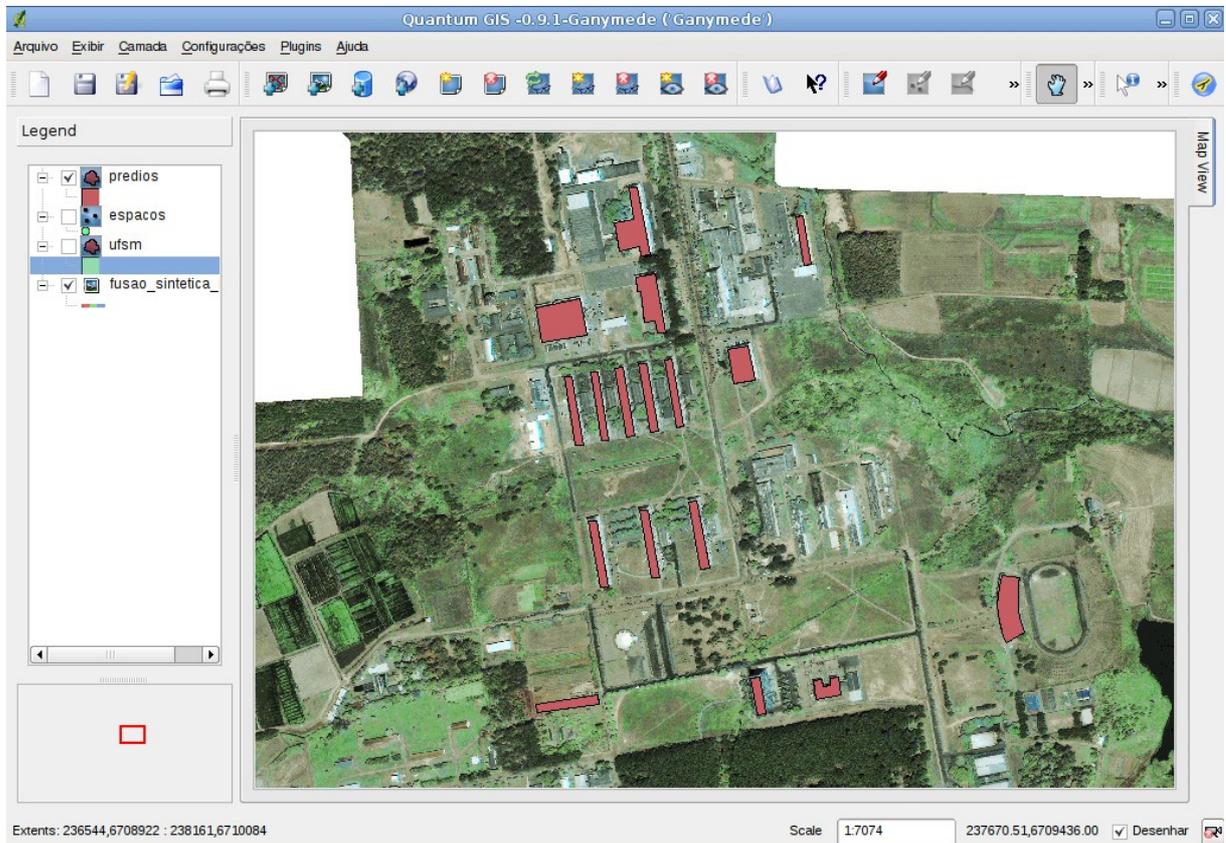


Figura 6: Software Qgis

Na figura 6, estão em destaque alguns prédios do campus da instituição. As informações geométricas, com base nas coordenadas da imagem, são gravadas diretamente no banco de dados PostgreSQL.

Voltando ao modelo ER, a tabela “espacos” deveria conter as informações sobre todos os espaços físicos utilizados pelas Unidades Administrativas da instituição. Infelizmente o conteúdo da tabela está bastante incompleto, de modo que este foi desprezado e a tabela populada com informações reais colhidas à campo.

Tendo em vista que o número de Unidades Administrativas da UFSM é bastante elevado, este trabalho ficará delimitado apenas aos centros e suas secretarias, cursos e suas secretarias e aos departamentos e suas secretarias.

Outro fato delimitante do trabalho é a área de estudo, que restringe-se ao campus universitário de Camobi, de modo que as Unidades Administrativas que estão fora do campus não estarão disponíveis nas pesquisas.

Após delimitada a abrangência do trabalho, chegou a hora de definir quais as consultas seriam disponibilizadas para os usuários.

Optou-se por disponibilizar dois tipos básicos de consulta: uma consulta feita com base na Unidade Administrativa, para ser visualizada a resposta sobre a imagem. A outra consulta é feita sobre a imagem, clicando-se sobre o alvo previamente localizado, sendo que esta segunda consulta obterá informações mais detalhadas sobre a referida unidade.

Para tornar possível a recuperação de informações a partir da imagem, é necessário que esta informação seja passada para o MapServer, e isso se dá através do arquivo mapfile, conforme o fragmento abaixo:

```
LAYER
  NAME "CCSH"
  TYPE POLYGON
  TRANSPARENCY 150
  CONNECTIONTYPE postgis
  CONNECTION "user=nerso password=nerso host=localhost dbname=ufsm"
  DATA "geo_loc from predios"
  FILTER "numero=100"
  METADATA
    "exported_values" "recenter_name_string,id_attribute_string"
    "recenter_name_string" "nome"
    "id_attribute_string" "nome|string"
    "query_returned_attributes" ""
  END
  TEMPLATE "t"
  CLASS
  NAME "0"
  STYLE
  SYMBOL "triangle"
  SIZE 1
  COLOR 90 27 191
  END
  END
  TEMPLATE "ttt"
END
```

A diretiva CONNECTIONTYPE diz ao MapServer que a informação sobre este layer deve ser buscada através do PostGIS. Em seguida, estão os parâmetros CONNECTION, DATA E FILTER, que são utilizados pelo MapServer para efetuar a conexão e recuperação das informações dentro do banco de dados PostgreSQL;

A diretiva METADATA, estabelece uma série de parâmetros que são devolvidos pelo MapServer para o CartoWeb. O parâmetro “query_returned_attributes” é o principal deles, onde pode-se escolher quais campos selecionados serão devolvidos ao CartoWeb.

Para este fragmento do arquivo mapfile acima, os parâmetros DATA e FILTER são traduzidos para o PostgreSQL como “SELECT * FROM predios WHERE numero=100”.

4 – Resultados e Discussão

4.1 – O Sistema de Geo-Localização das Unidades Administrativas da UFSM

A figura 7 mostra a tela principal do sistema de geo-localização das Unidades Administrativas da Universidade Federal de Santa Maria.

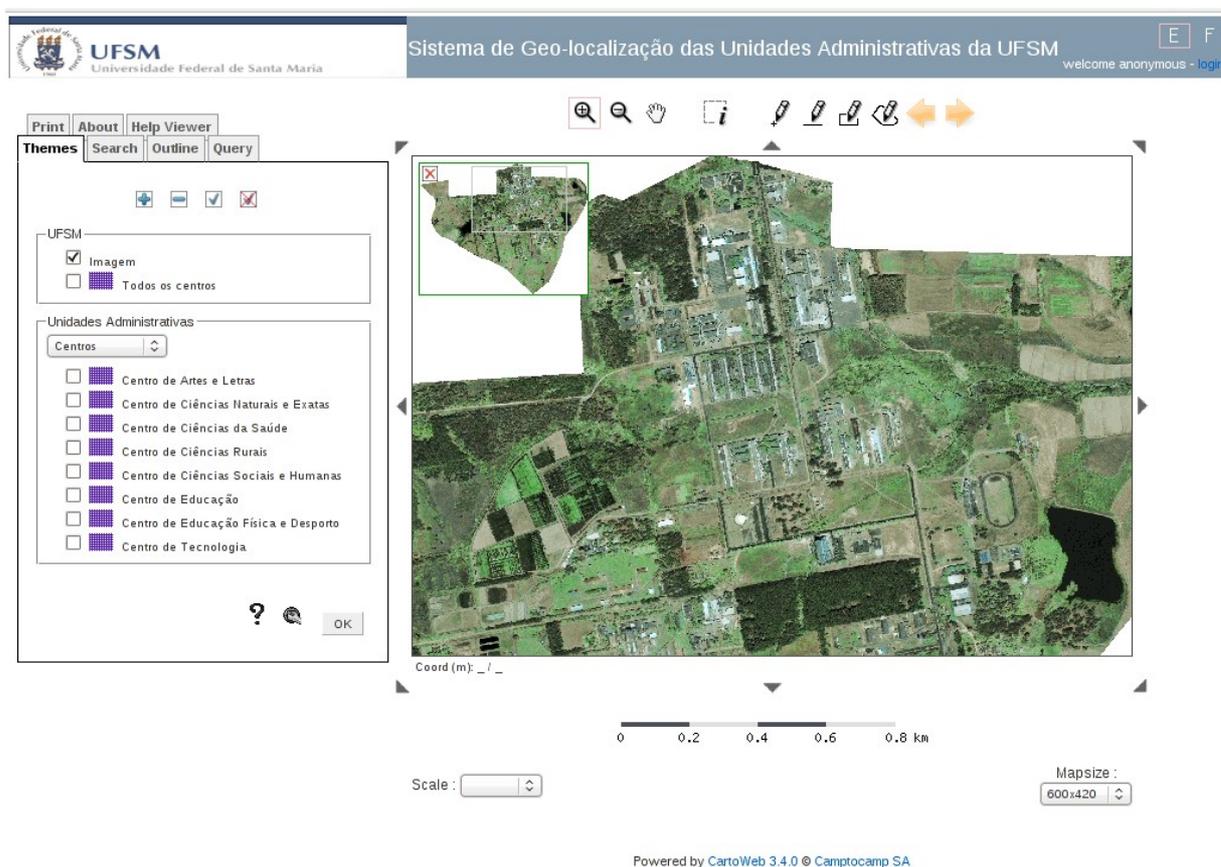


Figura 7: Tela inicial do CartoWeb

Esta é a tela principal do WebGIS desenvolvido neste trabalho. Nela há um menu de opções na esquerda, a partir de onde serão feitas as operações de busca sobre as Unidades Administrativas da UFSM.

À direita, tem-se a imagem da área do campus, onde serão mostrados os resultados das buscas feita a partir do menu da esquerda.

Abaixo da imagem principal, há uma escala representando a relação existente entre as dimensões da imagem sobre as dimensões reais do terreno. No canto inferior esquerdo, há menu *dropdown*, a partir do qual é possível escolher a escala para visualizar a imagem. No canto inferior direito, outro menu *dropdown*, onde é possível escolher o tamanho do quadro da imagem, o que permite que o usuário dimensione a imagem conforme as suas necessidades de visualização.

Na figura 8, é mostrado o menu de opções em detalhes:

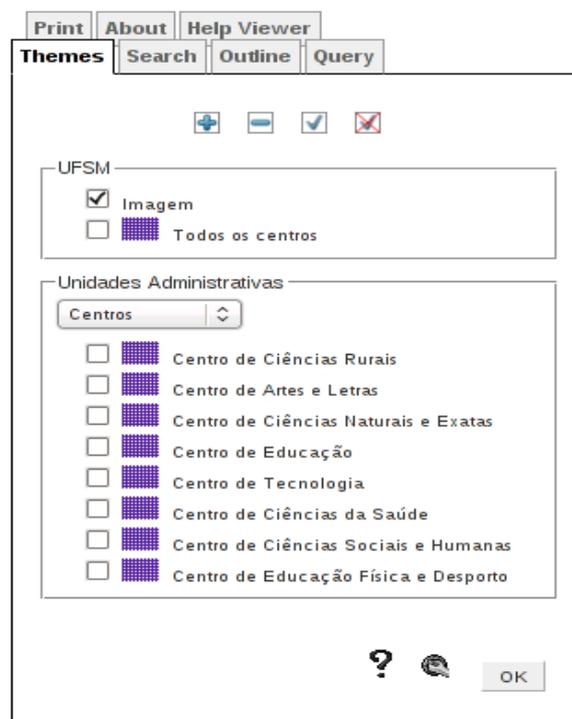


Figura 8: Menu Themes

Para melhor organizar a navegação sobre os planos de informação disponíveis ao usuário, optou-se por criar-se dois grandes grupos de informações: um que contemplasse uma base para todo o sistema e um outro grupo onde ficariam os planos de informação mais específicos.

No menu da figura 8, tem-se dois grupos principais de seleção: UFSM e Unidades Administrativas.

Dentro do grupo UFSM, tem-se duas opções selecionáveis: Imagem e Todos os Centros.

A opção “Imagem” faz com que a imagem do satélite seja mostrada na tela, motivo pelo qual ela está habilitada por padrão, para que a pesquisa fique mais intuitiva aos usuários.

A opção “Todos os Centros”, faz com que sejam mostrados todos os centros de ensino da instituição. Ao marcar esta opção, as informações são buscadas diretamente no banco PostgreSQL, de modo que é uma informação dinâmica. Para que este plano de informação seja atualizado com a adição de algum prédio, só é necessário que as novas informações seja adicionadas ao banco de dados, não sendo preciso alterar nada nos arquivos de configuração do CartoWeb.

Na figura 9, um exemplo do resultado da consulta por “Todos os Centros”.



Figura 9: Opção Todos os Centros

Agora, o grupo das Unidades Administrativas. No grupo das Unidades Administrativas há um menu do tipo *dropdown*, onde é possível selecionar o tipo da Unidade Administrativa sobre a qual se deseja pesquisar a localização.

Ao selecionar a opção “Centros”, abrem-se a lista de todos os centros de ensino disponíveis para a pesquisa, conforme pode ser visto na figura acima.

Selecionando-se um centro, tem-se a visualização da localização do mesmo sobre a imagem. Para os casos onde um centro é responsável por mais de um prédio, todos os prédios pertencentes ao centro são mostrados em destaque na imagem, conforme pode ser visto na figura 10.

Esta consulta é bastante dinâmica, pois sempre que o banco de dados de informações sobre os espaços físicos for atualizado, essas alterações serão refletidas nas consultas.



Figura 10: Exemplo de Centro com mais de um prédio

Voltando ao menu *dropdown*, tem-se a opção “Departamentos”.

Ao selecionarmos a opção “Departamentos”, é mostrada ao usuário a lista com todos os departamentos didáticos situados na área abrangida pela imagem do satélite.

Quando o usuário seleciona um departamento no menu, este é mostrado em destaque sobre a imagem, possibilitando ao usuário a rápida identificação de qual prédio hospeda o referido departamento.

O mesmo procedimento acima se aplica para a busca pelos cursos oferecidos pela Instituição, lembrando que somente os cursos do campus de Camobi estão listados.

O CartoWeb trás uma série de ferramentas prontas para serem usadas pelo usuário, como zoom, navegação, pesquisa, impressão e outras mais.

Através da barra de ferramentas vistas em detalhes na figura abaixo, é possível utilizar os recursos de zoom e de movimentar livremente a imagem para reposicioná-la conforme as necessidades do usuário.

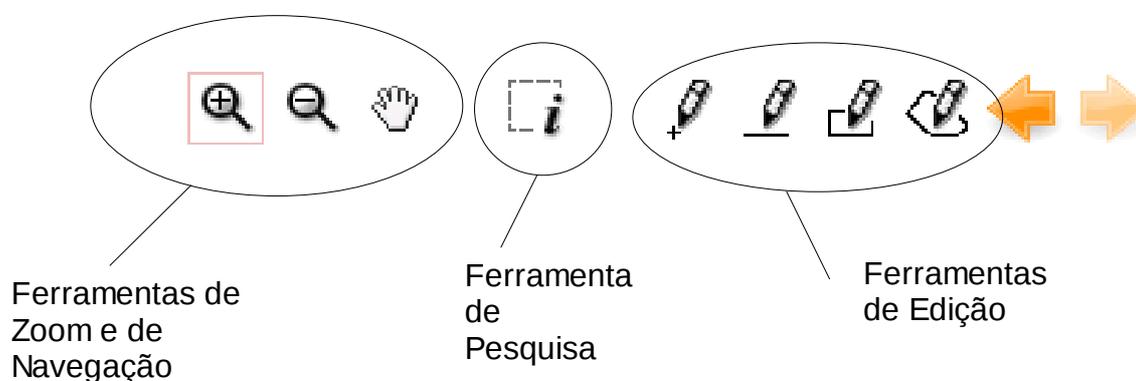


Figura 11: Ferramentas de Visualização e Edição

A ferramenta de pesquisa identificada na figura acima, possibilita que se faça uma pesquisa diretamente sobre uma região já selecionada da imagem. É através dessa ferramenta que a pesquisa por informações das Unidades Administrativas será realizada.

Ao ser feita uma busca por uma Unidade Administrativa através do menu principal, este é visualizado sobre a imagem. Utilizando-se a ferramenta de pesquisa, é possível clicar sobre o alvo localizado na imagem e receber informações sobre a referida unidade. Por exemplo, para um dado curso, saber o endereço e o

telefone da secretaria deste.

Na figura 12, pode-se visualizar o resultado de uma busca pelo curso de Ciência da Computação:

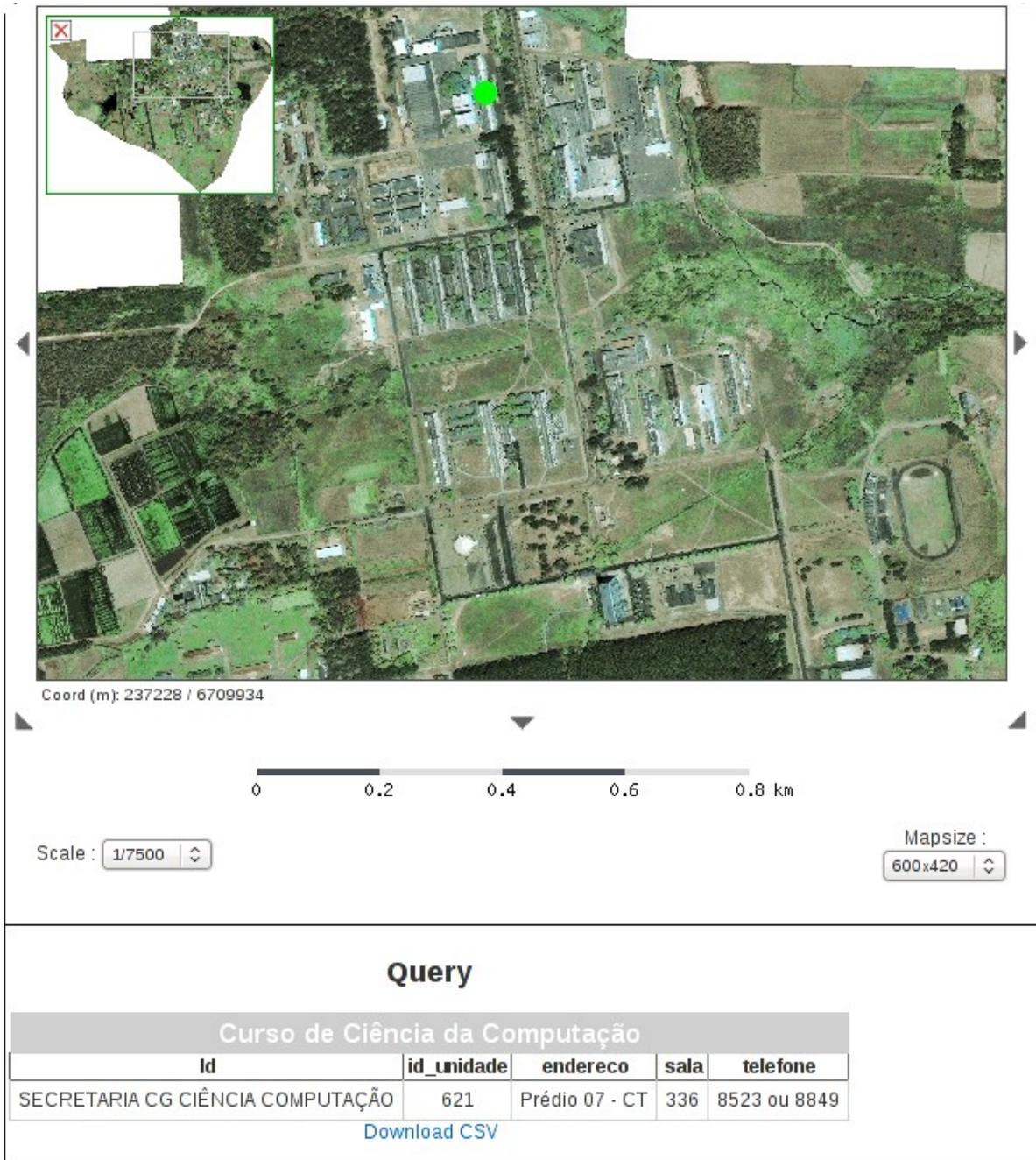


Figura 12: Visualização de informações sobre uma Unidade Administrativa

A ferramenta de pesquisa ainda permite que sejam feitas várias pesquisas sobrepostas, de modo que o usuário possa ter ao seu dispor várias informações

todas visualizadas sobre a mesma imagem.

As ferramentas de edição permitem que o usuário faça alterações sobre a imagem, possibilitando que este crie seus próprios planos de informação que posteriormente poderão ser impressos através do menu *print*.

Na figura 13, pode-se ver um exemplo do uso das ferramentas de edição.



Figura 13: Exemplo de uso da ferramenta de edição

No menu da esquerda são mostradas as informações sobre a alteração efetuada pelo usuário, no exemplo acima, é calculada a área do polígono desenhado pelo usuário.

Dentre as outras opções disponíveis, a ferramenta linha é a mais interessante ao usuário, pois permite que este trace trajetos através do campus. Esta opção é bastante útil para a confecção de um mapa, que o usuário poderá imprimir através da guia *print* e utilizar este para se guiar através do campus.

Para poder utilizar o recurso de impressão o usuário deverá estar cadastrado no sistema. Por padrão, o CartoWeb possui o par usuário/senha “demo” para poder acessar esta funcionalidade. Por julgarmos que o presente trabalho não trata de informações sigilosas, todos os usuários podem imprimir suas consultas, bastando

para isso utilizar o usuário e senha padrão do sistema, que será solicitado na primeira tentativa de impressão.

4.2 – Dificuldades encontradas no desenvolvimento do sistema

Como já mencionado anteriormente, o CartoWeb possui um tutorial de instalação e configuração que está disponível no endereço <http://www.cartoweb.org/doc/cw3.4/xhtml/> (específico para a versão 3.4) .

Porém, durante do desenvolvimento do presente trabalho, senti a falta de um detalhamento maior sobre as etapas de configuração do CartoWeb.

A instalação pode ser feita sem maiores dificuldades seguindo-se o que consta no tutorial mencionado acima, porém como já foi mencionado, o CartoWeb é um WebGIS bastante completo, de modo que a sua configuração baseada somente no tutorial disponível, faz-se bastante complicada para quem nunca trabalhou com este.

Desta forma, a melhor maneira de configurar o WebGIS tratado neste trabalho, foi utilizar um projeto já existente no CartoWeb, chamado de *demoCW3*, atitude recomendada no tutorial, inclusive.

Após instalado o CartoWeb e ter-se criado o projeto baseado no projeto *demoCW3*, iniciou-se a configuração do projeto aqui tratado.

Neste ponto, a partir dos arquivos existentes no projeto criado e utilizando-se o tutorial fornecido, torna-se melhor o entendimento dos parâmetros de configuração que deve-se alterar para que o projeto cumpra com seu objetivo.

Como dito anteriormente, basicamente são dois os arquivos principais de configuração do CartoWeb: *layers.ini* e *<projeto>.map*, “<projeto>” neste caso é o nome do projeto criado. No caso do presente trabalho, *ufsm.map*.

Há ainda um terceiro arquivo, onde são definidos alguns parâmetros sobre a apresentação do mapa principal, tais como as escalas mínima e máxima de visualização e quais as escalas disponíveis.

Um quarto arquivo, chamado *<projeto>.ini*, onde “<projeto>” é o nome do

projeto, armazena os parâmetros referentes ao estado inicial do mapa principal do WebGIS tais como a posição inicial do mapa em questão, quais os layers que devem aparecer selecionados e quais os plugins que devem ser carregados na inicialização.

Tendo-se estes arquivos principais já fornecidos e o tutorial em mãos, a configuração do CartoWeb torna-se um pouco menos complexa para as aplicações que se encaixam nos moldes dos projetos-exemplo fornecidos com ele.

Durante a fase de testes do sistema, houve um problema de cache do CartoWeb, de modo que as alterações feitas nos arquivos de configuração demoravam para se refletir na página web deste.

Através de métodos quase que empíricos, chegou-se ao fato de que há 3 diretórios onde o CartoWeb guarda informações em cache, de modo que após alguma modificação nas suas configurações, o conteúdo destes diretórios devem ser excluídos. O diretórios são os seguintes: *“templates_c”*, *“www-data/mapinfo-cache”* e *“www-data/mapresult-cache”*. Todos estes diretórios encontram-se abaixo do diretório principal de instalação do CartoWeb (por exemplo: */var/www/cartoweb3/*).

Por fim, para se obter sucesso na instalação e configuração do WebGIS é necessário que se utilize o tutorial disponível no site e que o novo projeto seja feito a partir de um dos projetos-exemplo fornecidos junto com o código fonte do CartoWeb.

5 – Conclusões

O presente trabalho de graduação teve como objetivo principal apresentar uma aplicação baseada na web para auxiliar os usuários a localizarem facilmente os endereços das principais Unidades Administrativas da UFSM, que são Centros, Cursos e Departamentos, através da visualização da localização geográfica da referida Unidade sobre uma imagem de satélite de alta resolução da área do campus de Camobi. A aplicação ainda permite que, após localizada a Unidade Administrativa, seja feita uma consulta através de um simples clique do *mouse*, e obter-se as principais informações sobre esta, tais como o endereço e o telefone de contato.

O framework CartoWeb mostrou ser uma ferramenta muito eficaz para a publicação de informações geográficas na Internet, tendo uma ampla gama de utilizações possíveis e sendo um grande aliado no gerenciamento e disponibilização destas na *web*.

Por fim, deseja-se que este trabalho seja utilizado por toda a comunidade acadêmica e mesmo pela comunidade em geral que deseja encontrar as informações por ele mantidas.

5.1 – Estudos futuros

Ao término deste trabalho, foi constatado que a aplicação pode ser bastante útil para a gestão dos espaços da Instituição. Através dela é possível ter uma localização espacial da utilização dos espaços alocados às Unidades Administrativas da Instituição, visto que as informações de alocações de espaços físicos estão previstos no Sistema Integrado de Ensino.

Outro uso bastante interessante seria no controle das alocações de salas de aulas aos cursos e/ou departamentos, de modo que as coordenações dos cursos pudessem, em acordo com os departamentos, organizar as salas de aulas de modo

que se reduzisse o caminho que os alunos precisam percorrer entre uma aula e outra.

Enfim, são muitas as possibilidades de aplicação que um sistema de informação geográfica baseado na web nos proporciona.

6 - Referências Bibliográficas

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

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

BURROUGH, P. A.; MCDONNEL, 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, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação.** DPI/INPE, 1998. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livros.html>>. DPI/INPE, 1998. Acesso em Agosto de 2008.

CÂMARA, et al. **Banco de dados geográficos.** Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livros.html>>. DPI/INPE, 1998. Acesso em Agosto de 2008.

CARTOWEB. cartoweb.org. **CartoWeb Documentation.** 3.4.0 Edition. 2007. Disponível em <<http://cartoweb.org/documentation.html>>. Acesso em Agosto de 2008.

GONZALEZ, R.C.; WOODS, R.E. **Digital image processing.** Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company. 1992. 716 p.

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 2008.

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.

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

POSTGIS. **Manual do PostGIS.** Disponível em <http://webgis.com.br/postgis>. Acesso em Agosto de 2008.

POSTGRESQL. **PostgreSQL.** Disponível em <http://www.postgresql.org>. Acesso em Novembro de 2008.

QGIS. **Qgis.** Disponível em <http://qgis.org>. Acesso em Novembro de 2008.

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

VASCONCELLOS, C. B. **Sistema de gerenciamento georreferenciado para controle sanitário animal, baseado em internet com uso de software livre.** UFSM, 2007. 93p.