

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
ESPECIALIZAÇÃO EM GEOTECNOLOGIAS**

**PROJETO PILOTO SIG WEB COM A  
UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES LIVRES  
PARA EMPRESA DE BASE FLORESTAL**

**CURITIBA  
2012**

**GABRIEL WILCZEK**

**PROJETO PILOTO SIG WEB COM A  
UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES LIVRES  
PARA EMPRESA DE BASE FLORESTAL**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização  
em Geotecnologias, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profª Drª Luciene Stamato Delazari

**CURITIBA  
2012**

## TERMO DE APROVAÇÃO

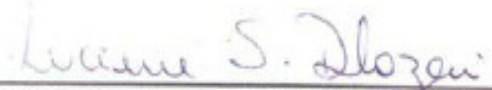
### PROJETO PILOTO SIG WEB COM A UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES LIVRES PARA EMPRESA DE BASE FLORESTAL

POR

**GABRIEL WILCZEK**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Geotecnologias,  
Universidade Federal de Paraná e aprovada pelos professores membros da banca:

Orientadora:

  
Profª Drª. Luciene Stamato Delazari

  
Prof. Dr. Henrique Firkowski

Curitiba/PR, 13 de Janeiro de 2012.

Agradeço à Professora Dr<sup>a</sup> Luciene Stamato Delazari pela orientação e acompanhamento deste trabalho e também a empresa Madem Florestamento Ltda.

Aos meus irmãos que tanto me apoiaram e em especial a minha mãe Dione e a minha esposa Verenice que estiveram ao meu lado nos momentos mais difíceis, e a todas as pessoas que participam de alguma forma na minha vida.

"Bom mesmo é ir à luta com determinação, abraçar a vida e viver com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve e a vida é MUITO para ser insignificante"

*(Charlie Chaplin)*

## SUMÁRIO

<b>1.....INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1..... OBJETIVO GERAL .....	2
1.2..... OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
<b>2.....REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3</b>
2.1..... COMPONENTES DO SIG .....	5
2.1.1.... Hardware.....	6
2.1.2.... Software.....	6
2.1.3.... Dados.....	7
2.1.4.... Pessoas.....	9
2.2..... COLETA DE INFORMAÇÕES .....	9
2.3..... SIG WEB .....	11
2.4..... SIG - EXPLORAÇÃO DE BASES FLORESTAIS .....	12
<b>3..... METODOLOGIA.....</b>	<b>16</b>
3.1..... ÁREA DE ESTUDO.....	16
3.2..... NECESSIDADES DA EMPRESA.....	16
3.3..... MATERIAIS .....	17
3.4..... COLETA DOS DADOS.....	18
3.5..... TRATAMENTO DOS DADOS.....	19
3.6..... MODELAGEM DO BANCO DE DADOS.....	20
3.7..... CRIAÇÃO DO BANCO DE DADOS .....	24
3.8..... IMPORTAÇÃO DOS DADOS VETORIAIS PARA O BANCO DE DADOS .....	25
3.9..... PUBLICAÇÃO DOS DADOS VETORIAIS .....	27
3.9.1.... Workspace.....	27
3.9.2.... Store.....	28
3.9.3.... Layers.....	30
3.9.4.... Styles.....	31
3.10... DESENVOLVIMENTO DA INTERFACE.....	35
<b>4.....RESULTADOS .....</b>	<b>37</b>
4.1..... MAPA GERAL.....	37

4.2.....	MAPAS TEMÁTICOS E CONSULTAS.....	38
4.3.....	RELATÓRIOS DE ÁREAS COM MAPAS TEMÁTICOS.....	39
4.3.1....	RELATÓRIO GERAL DE ÁREAS.....	40
4.3.2....	RELATÓRIO POR CAMADAS.....	41
4.3.3....	GERAR RELATÓRIO COM FILTRO DE CONSULTA.....	41
<b>5.....</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>46</b>
	<b>ANEXO I.....</b>	<b>50</b>
	<b>ANEXO II.....</b>	<b>52</b>
	<b>ANEXO III.....</b>	<b>54</b>
	<b>ANEXO IV. ....</b>	<b>56</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: CONTEXTO DE UTILIZAÇÃO .....	5
FIGURA 2: REPRESENTAÇÕES COMPUTACIONAIS .....	9
FIGURA 3: DADOS ESPACIAIS E DADOS TABULARES .....	10
FIGURA 4: COMUNICAÇÃO ENTRE CLIENTE HTTP E SERVIDOR DE MAPAS.....	12
FIGURA 5: DIAGRAMA DE CASOS DE USO.....	21
FIGURA 6: DIAGRAMA DE CLASSE.....	22
FIGURA 7: CRIAÇÃO DO BANCO DE DADOS FAXINAL .....	24
FIGURA 8: MODO GRÁFICO SHP2SQL .....	25
FIGURA 9: OPÇÕES PARA A IMPORTAÇÃO DOS DADOS VETORIAIS .....	26
FIGURA 10: VISÃO GERAL DO BANCO DE DADOS .....	26
FIGURA 11: CRIAÇÃO DO WORKSPACE NO SERVIDOR DE MAPAS.....	27
FIGURA 12: CRIAÇÃO DO STORE NO SERVIDOR DE MAPAS.....	28
FIGURA 13: CONEXÃO DO GEOSERVER COM O BANCO DE DADOS.....	29
FIGURA 14: PARÂMETROS PARA A CONEXÃO COM O BANCO DE DADOS.....	29
FIGURA 15: CAMADAS ADICIONADAS NO SERVIDOR.....	30
FIGURA 16: DEFININDO O SISTEMA DE REFERÊNCIA E PROJEÇÃO .....	31
FIGURA 17: CAMADAS IMPORTADAS PARA O GVSIG .....	32
FIGURA 18: CAMADAS COM A SIMBOLOGIA DEFINIDA NO GVSIG .....	33
FIGURA 19: CARREGANDO OS SLD NO SERVIDOR DE MAPAS.....	34
FIGURA 20: SLD CARREGADOS NO SERVIDOR DE MAPAS .....	34
FIGURA 21: INTERFACE DO SITE DESENVOLVIDO .....	36
FIGURA 22: INTERFACE DO MAPA GERAL .....	37
FIGURA 23: INTERFACE DO MENU MAPA TEMÁTICOS .....	38
FIGURA 24: CONSULTA COM O BOTÃO INFORMAÇÃO DA BARRA DE FERRAMENTAS .....	39
FIGURA 25: INTERFACE DO MENU RELATÓRIOS.....	40
FIGURA 26: INTERFACE DO RELATÓRIO GERAL DE ÁREAS COM MAPA .....	40
FIGURA 27: INTERFACE DO RELATÓRIO DE ÁREAS PLANTADAS .....	41
FIGURA 28: INTERFACE DO RELATÓRIO COM FILTRO DE ÁREAS PLANTADAS ..	42
FIGURA 29: TABELA DE CONSULTA DE ÁREAS PLANTADAS.....	43

FIGURA 30: CONSULTA COM LINGUAGEM SQL ÁREAS DE COLHEITA.....	43
FIGURA 31: TABELA DA CONSULTA ÁREAS DE COLHEITA.....	43

## LISTA DE SIGLAS

APP – Área Preservação Permanente

CAD – *Computer Aided Desing* (Desenho Auxiliado por Computador)

CRS - *Coordinate Reference Systems* (Sistema de Coordenadas de Referência)

FTP - *File Transfer Protocol* (Protocolo de Transferência de Arquivos)

GPS – *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global)

HTML – *Hyper Text Markup Language* (Linguagem de Marcação de Hipertexto)

HTTP – *Hyper Text Transfer Protocol* (Protocolo de Transferência de Hipertexto)

OGC – *Open Geospatial Consortium* (Consórcio Geoespacial Livre)

SAD69 – *South American Datum* (Sistema Geodésico para América do Sul)

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SHP2SQL – *Shape two Structured Query Language* (Shape para Linguagem de Consulta Estruturada)

SGBD – Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados

SGBDOR – Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Objeto Relacional

SRS - *Spatial Reference Systems* (Sistema de Referência Espacial)

SSL - *Secure Socket Layer* (Protocolo de Camada de Sockets Segura)

SLD – *Styled Layer Descriptor* (Estilo de Descrição da Camada)

SQL - *Structured Query Language* (Linguagem de Consulta Estruturada)

UTM - *Universal Transverse Mercator* (Projeção Universal Transversa de Mercator)

WEB – *World Wide Web* (Rede de Alcance Mundial)

WCS - *Web Coverage Service* (Serviço de Cobertura pela Internet)

WFS - *Web Feature Service* (Serviço de Feições na Internet)

WGS 84 - *World Geodetic System 1984* (Sistema Geodésico Global de 1984).

WMS – *Web Map Service* (Serviço de Mapas na Internet)

XML – *Extensible Markup Language* (Linguagem de Marcação Extensível)

## LISTA DE SIMBOLOS

$\geq$  Operador Maior ou Igual

$\leq$  Operador Menor ou Igual

$\neq$  Operador Diferente

## RESUMO

Neste trabalho trata-se de um Projeto Piloto de Sistema de Informação Geográfica para *Web* (SIG *Web*), com o uso de um servidor de mapas na *internet* e um repositório de dados geográficos de licença código-aberto, com base em técnicas de geoprocessamento como suporte ao planejamento de áreas florestais manejadas da empresa Madem Florestamento Ltda com matriz na cidade de Garibaldi/RS e filial em Rio Negro/PR. Baseado nas necessidades defrontadas atualmente pela empresa, com esta pesquisa buscou-se conceituar e contextualizar Sistema de Informação Geográfica através de uma pesquisa bibliográfica. Para o desenvolvimento da aplicação deste trabalho, utilizou *softwares* livres, como o *GvSIG*, para edição dos dados vetoriais, o *PostgreSQL/PostGIS* para a implantação de um banco de dados, o *GeoServer* servidor de mapas para a *internet*, a biblioteca *OpenLayers Editor* e as linguagens de programação *HTML* e *JavaScript* para o desenvolvimento da interface da aplicação. Utilizando os dados disponibilizados pela empresa, que foi a base cartográfica de uso e ocupação do solo da Fazenda Faxinal, no formato *CAD* representado no Sistema de Coordenadas *UTM (Universal Transversa de Mercator)*, e *Datum Horizontal SAD69*, e planilha eletrônica de controle de atividades de áreas de colheita e plantio e que possibilitou a criação de uma aplicação em sistemas de informação geográfica para ambiente *web*. Com a elaboração da aplicação, foi possível realizar consultas ao banco de dados a partir das tabelas de atributos, gerar relatórios e visualizar mapas temáticos do uso e ocupação de solo da Fazenda Faxinal, a etapa da manipulação do banco de dados via *web* encontra-se em fase de estruturação.

Palavras-chave: Sistema de Informação Geográfica, Geoprocessamento, Softwares Livres, Projeto Piloto.

## ABSTRACT

This work deals with a Pilot Project about a Geographic Information System for the *Web* (*SIG Web*), using an internet map server and a geographical data repository with an open-code license, based on geoprocessing techniques as a support to the planning of forested areas managed by the company Madem Florestamento Ltda with its headquarter in the city of Garibaldi/RS and a branch in Rio Negro/PR. Due to the present necessities faced by the company, this research targets to conceptualize and contextualize the Geographic Information System through a bibliographic research. In order to develop the application of this work, free software were used, such as the *GvSIG*, for the vectorial data edition, the *PostgreSQL/PostGIS* for the implementation of a data bank, the *GeoServer*, which is a map server for the internet, the computer program *OpenLayers Editor* and the computer languages *HTML* and *Java Script* for the development of the application interface. Using data made available by the company Madem, which was the cartographic base to the use and occupation of Fazenda Faxinal's soil in *CAD* version, represented in the Coordinate System *UTM (Universal Transversa de Mercator)*, *Datum Horizontal SAD69*, and a worksheet for the activity control of crop area and it enabled the creation of an application in geographic information systems for web environment. During the development of the application, it was possible to make surveys in the data bank from the attribute chart, create reports and visualize theme maps of the use and occupation of Fazenda Faxinal's soil. The stage of the data bank manipulation through the *web* is still being established, due to the complexity of its development in the application.

Key words: Geographic Information System, Geoprocessing, Free Software, Pilot Project.

## 1 INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) apresentaram grande evolução ao longo das últimas quatro décadas, desde o seu início de 1960, o que possibilita atualmente o uso das mais avançadas formas de tratamento e manipulação de dados geográficos através de programas computacionais. Isto torna crescente sua utilização como ferramenta de auxílio à análise espacial, gerenciamento de recursos e planejamento de desenvolvimento. Por exemplo, um SIG permite produzir representações, proporciona meios de realizar avaliações, consultas e, conseqüentemente, torna uma decisão mais ágil, tanto em nível governamental como no gerenciamento de uma empresa.

A literatura utilizada para este trabalho fornece uma visão geral da evolução do SIG e sua utilização em uma empresa no monitoramento de áreas florestais. Assim sendo, este trabalho parte do seguinte questionamento: como combinar as informações derivadas de um banco de dados de uma empresa florestal com o uso de um SIG, de modo a gerar uma ferramenta visual para planejar e monitorar estas áreas?

Apresentam-se ainda neste trabalho algumas características da associação de técnicas de relacionamento e integração de dados geográficos através de exemplos de aplicação, com vistas ao desenvolvimento de um projeto piloto de SIG para *internet* (SIG *WEB*), com o uso de *softwares*-livres, voltado ao gerenciamento e disponibilização de informações geográficas para o mapeamento e monitoramento contínuo de áreas florestais e auxílio à tomada de decisões de áreas manejadas. Este trabalho apresenta como proposta o uso de um SIG para representar e monitorar as áreas de reflorestamento de uma empresa florestal com sede na cidade de Garibaldi/RS e filial em Rio Negro/PR, de modo a permitir a tomada de decisão sobre o manejo de suas florestas. Trata-se de um Projeto Piloto para *Web*, com o uso de um servidor de mapas na *internet* e um repositório de dados geográficos de licença código-aberto.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um projeto piloto de Sistemas de Informações Geográficas para *internet* (SIG *WEB*), utilizando *softwares*-livres, para o gerenciamento e disponibilização de informações geográficas para o mapeamento e monitoramento contínuo de áreas florestais e para auxílio à tomada de decisões de áreas manejadas da empresa de base florestal.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conceituar e contextualizar Sistemas de Informações Geográficas a partir de uma pesquisa bibliográfica;
- Identificar, junto ao usuário, as necessidades que podem ser satisfeitas com o uso de um SIG na *Web*;
- Projetar um banco de dados geográfico, com base nas informações de uma empresa florestal;
- Construir uma interface gráfica que implemente as funções de gerar relatórios, visualizar mapas e realizar consultas em banco de dados geográficos;
- Produzir relatórios para atender às necessidades da empresa.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta os conceitos e contextos básicos sobre SIG que permitem a compreensão dos procedimentos abordados no capítulo da Metodologia deste trabalho.

Para Rosa (2004), um SIG pode ser definido como um sistema destinado à aquisição, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados referidos espacialmente na superfície terrestre, integrando diversas tecnologias. Essa tecnologia automatiza tarefa até então realizadas manualmente e facilita a realização de análises complexas, por meio da integração de dados de diversas fontes. Segundo Aronoff (1989, p.25) SIG é “Um conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georreferenciados”, e completa: [...] “é um sistema integrado de hardware de computador, software e pessoal treinado, que liga condições e informações topográficas, demográficas, utilitárias e com a facilidade de monitorar imagens e outros dados de recursos geograficamente referenciados”.

Ferrari (1997) classifica as atividades de uma empresa ou organização em três níveis: operacional, gerencial e estratégico. O SIG pode ser usado nos três níveis, proporcionando benefícios distintos para cada um. No nível operacional, os benefícios são ganho de produtividade, redução ou eliminação de custos e riscos e qualidade na execução de tarefas. No nível gerencial o benefício imediato é a eficácia administrativa, melhor nível de informação, melhores decisões de caráter tático e melhor planejamento, gerenciamento e alocação de recursos. Finalmente, no nível estratégico, o benefício é o avanço proporcionado, que melhora a imagem da empresa junto aos clientes e parceiros, gerando dessa forma novas fontes de receita.

Os SIG são modelos do mundo real úteis a certo propósito que subsidiam o processo de observação (atividades de definição, mensuração e classificação), a atuação (atividades de operação, manutenção, gerenciamento, construção, etc.) e a análise do mundo real (RODRIGUES e QUINTANILHA, 1991, p. 32).

Conforme Assad (1998) os SIG são ferramentas que permitem trabalhar com informação espacial, por meio da integração e sobreposição de vários tipos de informação. A sobreposição dessas informações permite cruzar informação a respeito de uma determinada localização geográfica, como por exemplo, em um mapa sobrepõe-se informações sobre as ruas, edifícios, localização de moradias. Deste modo, pode-se obter um mapa com todas as informações úteis para analisar diversos fenômenos. Esse cruzamento de informações possibilita vários estudos de análise espacial com base em vários parâmetros.

Segundo Aronoff 1989 (*apud* Assad, 1998), devido a sua ampla gama de aplicações, que inclui temas como agricultura, estudo florestal, cartografia, cadastro urbano e redes de concessionárias (água, energia e telefonia), há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG:

- Como ferramenta para produção de mapas;
- Como suporte para análise espacial de fenômenos;
- Como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

Devido às suas potencialidades, os SIG são atualmente utilizados em qualquer atividade profissional, seja em planejamento, em investigação científica, em estudos de impacto ambiental ou outros com a capacidade de armazenar vários dados geográficos e de associar a eles atributos e geometria (ASSAD, 1998). Ainda de acordo com o autor, o SIG tem como objetivo principal “fornecer ferramentas computacionais para que os diferentes analistas determinem as evoluções espaciais e temporais de um fenômeno geográfico e as inter-relações entre diferentes fenômenos” (ASSAD, 1998, p.18). Para Casanova *et al.* (2005), as informações que eram geralmente de fácil acesso e manipulação, mas dificultavam uma análise que combinasse diversos mapas e dados passaram, com o desenvolvimento da tecnologia de computadores e de ferramentas matemáticas para análise espacial, a fornecer possibilidades diversas, entre elas a habilidade de armazenar, recuperar e combinar os dados disponíveis sobre um território.

## 2.1 COMPONENTES DO SIG

O próximo passo na compreensão do SIG são os seus componentes, que segundo Foresman (1997) são quatro:

- Hardware
- Software
- Dados
- Pessoas

Pinto (2009) acrescenta ainda um quinto elemento referenciado como Métodos e Procedimentos e conforme descreve Aronoff (1989): Um conjunto manual ou computacional para inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno, e oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados, conforme se observa na FIGURA 01, abaixo:

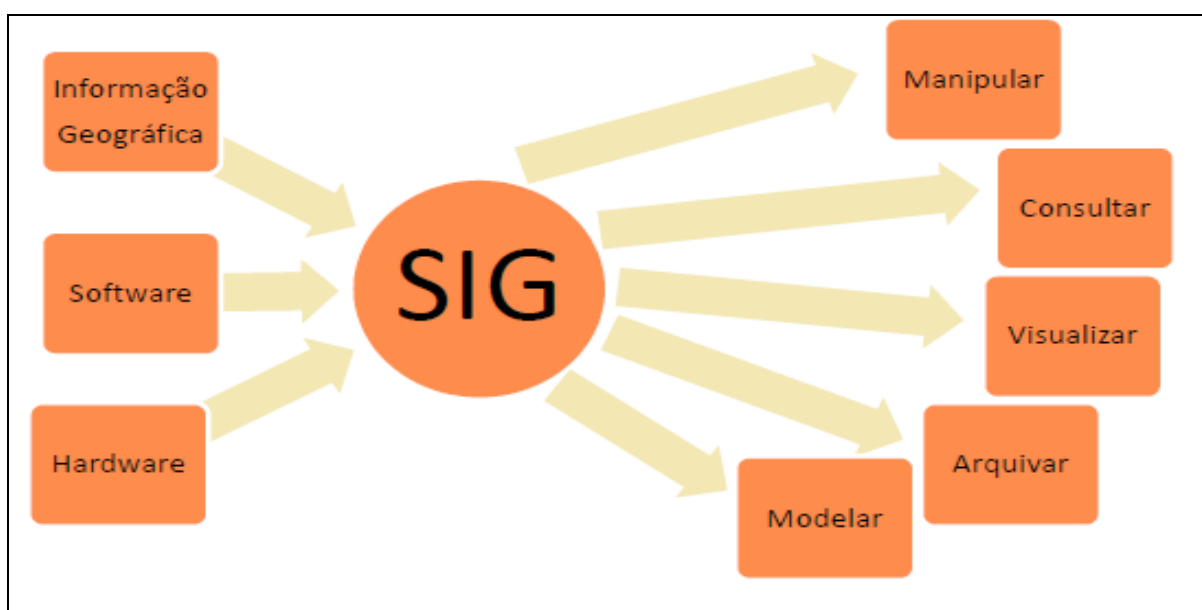


FIGURA 1: CONTEXTO DE UTILIZAÇÃO  
FONTE: PINTO (2009, P. 02).

### 2.1.1 Hardware

O *Hardware* compreende os equipamentos necessários para dar suporte às muitas atividades do SIG, desde a coleta até a análise de dados. A peça central do equipamento de *hardware* é a estação de trabalho, que executa o SIG e é o ponto de fixação para equipamentos auxiliares.

Conforme Pina (2000, p. 27) para cada situação é necessária a combinação de recursos de acordo com os objetivos e a abrangência do sistema a ser montado. É possível utilizar-se equipamentos como estação gráfica, PC Pentium, mesa digitalizadora. Os esforços de coleta de dados também podem exigir a utilização de um digitalizador para conversão de informações da cópia impressa para dados digitais e um GPS (*Global Positioning System*) para coleta de posicionamentos e informações em campo, através da definição das coordenadas geográficas do ponto onde se encontra, fornecidas por satélites. São necessários ainda periféricos de saída para apresentação de resultados como impressora, plotter e vídeo. Além dos equipamentos, é necessário um programa para manejo de informações que relacione as bases de dados e possibilite a criação, a manutenção e o acesso às informações.

O uso da tecnologia portátil de campo também está se tornando uma ferramenta de coleta importante para alimentação dos bancos de dados dos SIG e com a possibilidade de habilitar informações oriundas da *web* os servidores também se tornaram uma importante peça de *hardware*.

### 2.1.2 Software

É importante ter em mente que não existe um *software* de SIG pronto e completo. Os *softwares* não são sistemas prontos e sim um conjunto de funções que permitem a implementação dos sistemas de acordo com as necessidades de cada usuário, ou seja, ao se comprar um programa está se adquirindo um ambiente de desenvolvimento de SIG (Pina 2000, p. 29).

Existem diferentes tipos de *software* para o desenvolvimento de um SIG e que possuem as ferramentas para a criação, edição e análise espacial e dados de atributo. Também há o *software* de SIG *web* que serve para visualização e implementação de dados e mapas interativos através de navegadores de *Internet*.

Determinados *softwares* são desenvolvidos para a análise e visualização de dados. É o caso de programas do tipo: *MapInfo*, *ARCVIEW*, *GEOMEDIA*. Se for necessária a construção das bases cartográficas, há *softwares* como *AUTOCAD* e *ARCINFO* que necessitam de uma estrutura computacional maior para sua execução, pois oferecem a possibilidade de importar e exportar dados em diversos formatos para que seja possível o intercâmbio de dados com outros projetos.

### 2.1.3 Dados

Conforme Silva *et. al.* (2006, p.180) é o material bruto que alimenta o sistema, permitindo gerar informação, que nada mais é do que o significado que é atribuído aos dados, do ponto de vista de um determinado usuário. Porém, o que tem revolucionado os processos tradicionais de utilização da informação é a maneira como ela pode ser rapidamente processada e utilizada para diferentes objetivos pelo modo de sua apresentação, ou seja, georreferenciada, ou mapeada.

Segundo Casanova *et al.* (2005, p. 14), “Do ponto de vista da aplicação, o uso de sistemas de informação geográfica implica em escolher as representações computacionais mais adequadas para capturar a semântica de seu domínio da aplicação”. Ou seja, as informações geográficas têm dois componentes distintos: um componente descritivo e um componente espacial. No exemplo da população de um município, segundo Assad (1998), o componente descritivo é a quantidade de pessoas que moram no município, enquanto o componente espacial é o mapa municipal, com suas fronteiras.

Câmara *et. al.* (2001), define que as possíveis representações geométricas que podem estar associadas às classes de universo conceitual, e inicialmente deve-se considerar as duas grandes classes de representações geométricas:

A representação vetorial, a representação de um elemento ou objeto é uma tentativa de reproduzi-lo o mais exatamente possível. Qualquer entidade ou elemento gráfico a três formas básicas: pontos, linhas, áreas ou polígonos.

A representação matricial consiste no uso de uma malha quadriculada regular sobre a qual se constrói, célula a célula, o elemento que está sendo representado. A cada célula, atribui-se um código referente ao atributo estudado, de tal forma que o computador saiba a que elemento ou objeto pertence determinada célula.

Ainda, Câmara *et. al.* (2001) ressalta que as representações estão associadas aos tipos de dados anteriormente discutidos, a saber:

- Dados Temáticos: admitem tanto representação matricial quanto vetorial;
- Dados Cadastrais: sua parte gráfica é armazenada em forma de coordenadas vetoriais e seus atributos não gráficos são guardados em um banco de dados;
- Redes: sua parte gráfica é armazenada em forma de coordenadas vetoriais, com a topologia arco-nó e seus atributos não gráficos são guardados em um banco de dados;
- Imagens de Sensoriamento Remoto: armazenadas em representação matricial;
- Modelos Numéricos de Terreno: podem ser armazenados em grades regulares (representação matricial), grades triangulares (representação vetorial com topologia arco-nó) ou isolinhas (representação vetorial sem topologia).

Para que estas informações possam ser utilizadas em um Sistema de Informação Geográfica, estes conceitos do mundo real são traduzidos em representações computacionais, conforme se observa na FIGURA 02:

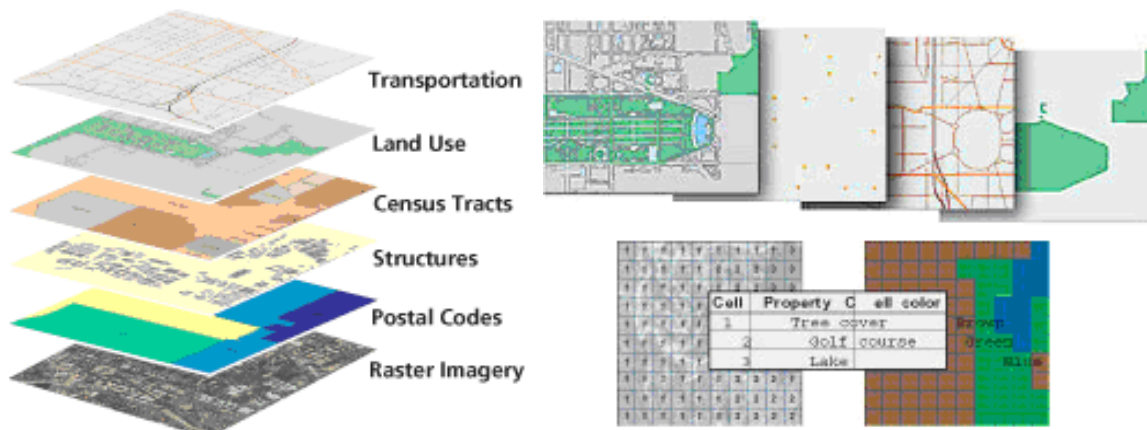


FIGURA 2: REPRESENTAÇÕES COMPUTACIONAIS  
 FONTE:GIS.COM (2010).

#### 2.1.4 Pessoas

Profissionais treinados na utilização do *software* e experientes em análise espacial são essenciais para o processo. Há três fatores para a composição da equipe, conforme sugere Assad (1998): conhecimento, plano de carreira e relacionamento. O conhecimento técnico e formação de uma equipe qualificada são a combinação correta para a utilização do sistema. Tratando-se de um sistema altamente pormenorizado e sistemático, não se sugere a utilização do *software* SIG por uma equipe de usuários sem o devido conhecimento básico em programação de sistemas. Finalmente, a contínua relação entre as equipes e com outros profissionais é essencial para a troca de idéias, bem como unidades de suporte.

## 2.2 COLETA DE INFORMAÇÕES

Segundo a UNERJ-LAB/GIS (2009), inserir as informações no sistema envolve a identificação de objetos no mapa, sua localização absoluta sobre a superfície da terra e suas relações espaciais com a utilização de ferramentas de *software* para coleta de informações de imagens de satélite ou de fotografias aéreas. A entrada de dados inclui os mecanismos de conversão de dados (HOHL, 1998 *apud* CASANOVA *et al.* 2005), os algoritmos de consulta e análise espacial incluem

as operações topológicas (EGENHOFER & FRANZOSA, 1991 *apud* CASANOVA *et al.* 2005), álgebra e mapas (TOMLIN, 1990 *apud* CASANOVA *et al.* 2005), estatística espacial (DRUCK *et al.*, 2004 *apud* CASANOVA *et al.* 2005), modelagem numérica do terreno (LI *et al.*, 2004 *apud* CASANOVA *et al.* 2005) e processamento de imagens (MATHER, 2004 *apud* CASANOVA *et al.* 2005).

A coleta de informações, segundo Casanova *et al.* (2005) é relacionada com o espaço geográfico, como por exemplo, a distribuição territorial de recursos minerais, propriedades, animais e vegetação, que sempre foi uma parte importante das atividades das sociedades organizadas e suas organizações científicas.

Para Antunes (2011) à medida que o volume e os tipos de dados armazenados aumentam, é necessário a utilização de softwares específicos para gerenciamento de dados. Os Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados, (SGBD), objetivam disponibilizar a diferentes usuários acesso ao banco de dados além de manter a integridade dos mesmos, conforme ilustra a FIGURA 03.

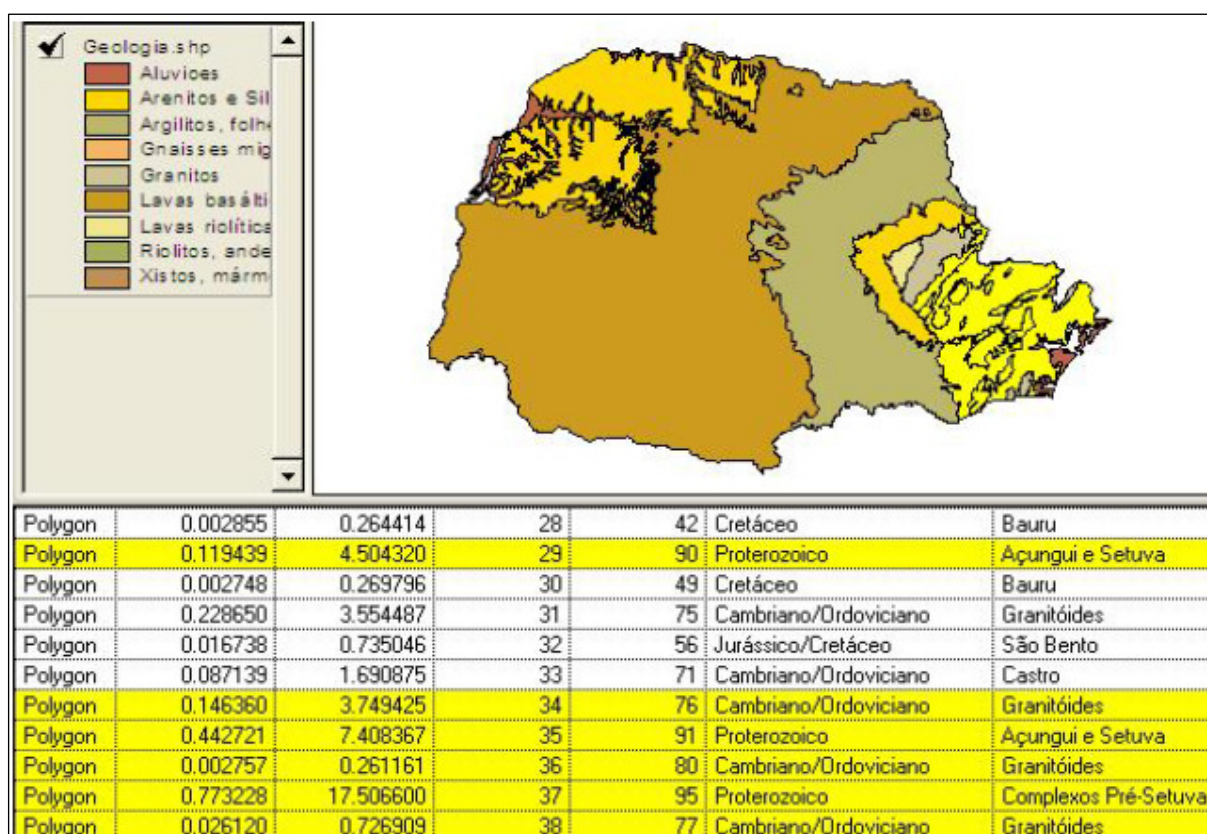


FIGURA 3: DADOS ESPACIAIS E DADOS TABULARES  
 FONTE: ANTUNES (2011).

## 2.3 SIG WEB

A partir da evolução dos SIG percebeu-se a necessidade de disponibilizar os dados espaciais via *Web*, e possibilitar o acesso a diversos usuários e proporcionar interatividade com os mapas.

A disseminação dos dados geográficos via *internet*, iniciou-se com a disponibilização de mapas estáticos desenvolvidos em *Hypertext Markup Language (HTML)* que nada mais eram que cópias digitalizadas de produtos cartográficos originais transformadas em mapas matriciais. Estes apresentavam limitada interação com o usuário e permitem poucas ações, tais como seleção de áreas e indexação de informações as mesmas através de *hyperlinks* (MIRANDA, 2003).

Em 1994, Taylor afirmava que os mapas tornaram-se os instrumentos para navegação interativa por computador, pois através deles o usuário pode selecionar o tipo e a quantidade de informação constante numa base de dados.

De acordo com Casanova *et al.* (2005), a *internet* rapidamente se tornou o meio preferencial para disseminação de dados. Sua (quase) universalidade, associada a custos de acesso cada vez mais baixos, motivou o desenvolvimento de toda uma nova classe de sistemas de informação, com uma arquitetura diferenciada em relação a seus predecessores.

Ribeiro e Câmara (2004) caracterizam um SIG para ambiente *web* como um SIG de 3<sup>a</sup> Geração, com o início do desenvolvimento de funcionalidades voltadas para o controle da produção cartográfica e do estoque em mapoteca de cartas topográficas impressas, caracterizado como um banco de dados geográfico compartilhado por um conjunto de instituições, acessível remotamente, por meio da *internet*, capaz de armazenar, além dos dados geo-espaciais, as descrições acerca dos dados (metadados) e documentos multimídia associados (texto, fotos, áudio e vídeo).

Considerando assim os avanços tecnológicos, com o aumento das taxas de transferência de arquivos e a navegação on-line com respostas cada vez mais rápidas e eficientes, é fácil imaginar que os sistemas de SIG voltados para as estações isoladas de trabalho tendem a ficar limitados a casos mais específicos e que não envolvam grupos maiores de usuários. Estes, por sua vez, passarão a se utilizar cada vez mais da tecnologia *Web* para a implementação de sistemas amplos e de grande abrangência (FURQUIM e FURQUIM, 2008, p 02).

Para Tsou *et al.* (2003), levar a informação espacial para *Web* é uma das tendências alcançadas no contexto da democratização cartográfica, neste sentido, a disponibilização de dados espaciais na *Web*, possibilita uma nova realidade através de aplicações *SIG-WEB*, representando uma evolução do *SIG desktop* para o *SIG* distribuídos na rede mundial de computadores.

A FIGURA 04 ilustra a comunicação entre um computador remoto (cliente *HTTP*) e um servidor de mapas de *SIG-WEB*.

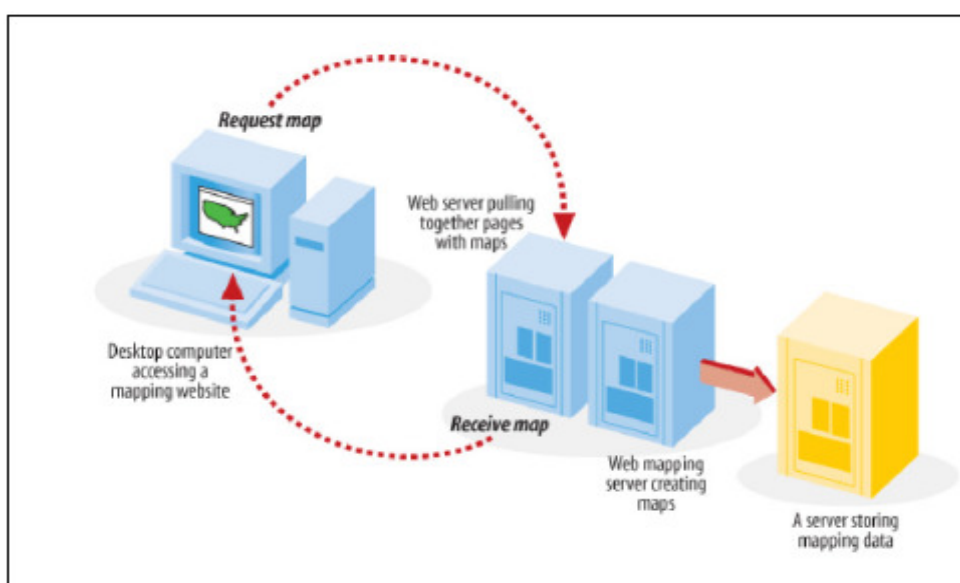


FIGURA 4: COMUNICAÇÃO ENTRE CLIENTE HTTP E SERVIDOR DE MAPAS  
 FONTE: MITCHELL (2005).

Na FIGURA 04, podemos observar que o cliente *HTTP* mais a esquerda, faz uma requisição de dados espaciais a um servidor de mapas remoto, este servidor é responsável por fazer a identificação dos dados espaciais e realizar a operação solicitada pelo cliente *HTTP* e retornar a resposta da operação ao cliente.

## 2.4 SIG - EXPLORAÇÃO DE BASES FLORESTAIS

Oliveira Filho (2001), afirma que os *SIG* são ferramentas eficientes para integrar diferentes formatos e tipos de informação, proporcionando ao tempo um conjunto de procedimentos de análise bastante poderosos. Ainda o autor destaca que as empresas florestais têm feito uso cotidiano das chamadas geotecnologias,

que auxiliam as atividades de manejo florestal e que exigem informações como a quantificação de áreas e mapas de localização e apoio.

A quantidade de área manejada pelas empresas florestais, e o crescente desenvolvimento tecnológico da silvicultura, fazem com que seja impossível gerir a atividade florestal sem apoio da tecnologia de informações. A manipulação das informações orienta os gestores florestais no seu compromisso de abastecer a indústria com regularidade e sustentabilidade nos três níveis de planejamento da produção florestal: estratégico, tático e operacional (NOBRE et al., 2004).

As abordagens baseadas em SIG para análise de adequação do uso da terra têm suas raízes em aplicativos de desenho à mão livre de sobreposição de técnicas usadas por arquitetos de paisagens americanas em o século XIX e início século XX (STEINITZ *et al.*, 1976; COLLINS *et al.*, 2001). Segundo Mcharg (1969) as avançadas técnicas de sobreposição partiram de um processo que envolveu o mapeamento de dados com atributos naturais produzidos pelo homem no ambiente de estudo e, em seguida, representam-se essas informações em mapas individuais, transparentes, usando luz para um sombreado escuro (alta aptidão para baixa adequação) e sobrepondo diversos mapas transparentes uns sobre os outros para construir mapas de adequação global para cada terreno.

Segundo Meirelles (1997), o desenvolvimento das aplicações dos SIG pode ser representado em três fases de evolução. Cada uma das fases define uma forma genérica de utilização com base na complexidade das operações realizadas:

A primeira fase de evolução é designada por "aplicações de inventário" e consiste na junção e organização dos dados, de forma a poderem ser utilizados em futuras consultas ou noutra tipo de aplicações. Esta é a forma de utilização mais simples e que permite um maior número de aplicações; A fase de desenvolvimento seguinte consiste nas "aplicações de análise". Este tipo de aplicações já requer um maior cruzamento de informações e exige o uso de métodos estatísticos e análise espacial; A terceira e última fase é designada por "aplicações de gestão" e representa o aproveitamento das maiores potencialidades dos SIG. Este nível de aplicação requer um maior número de conhecimentos e possui um número de aplicações mais restrito. Esta forma de utilização possibilita um forte apoio à decisão e à resolução de problemas do presente e do futuro (MEIRELLES, 1997, p. 117).

Tal como acontece em diversos setores, no setor florestal são possíveis aplicações dos SIG a todos os níveis. Foi principalmente a partir dos anos noventa

que os SIG têm vindo a ter um número cada vez maior de utilizações dentro das atividades florestais nacionais.

Um SIG representa uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento de uma empresa de base florestal uma vez que pode nortear o planeamento de ações e dar suporte para tomada de decisão neste setor. A quantidade de área manejada pelas empresas florestais, e o crescente desenvolvimento tecnológico da silvicultura, fazem com que seja impossível gerir a atividade florestal sem apoio da tecnologia de informações. A manipulação das informações orienta os gestores florestais no seu compromisso de abastecer a indústria com regularidade e sustentabilidade nos três níveis de planeamento da produção florestal: estratégico, tático e operacional (NOBRE *et al.*, 2004).

Para Meirelles (1997), a seleção das espécies florestais mais adequadas para os reflorestamentos sempre constituiu um dos maiores esforços empreendidos pelas empresas florestais. Na verdade, muitas vezes trata-se de um problema bastante complexo, visto que é preciso considerar as diversas condições da área a reflorestar, tais como precipitação, temperatura, altitude, exposição, declive e tipo de solo, entre muitas outras.

Com base nestas características é possível a criação de cartografia de aptidão para a cultura de espécies florestais, assim como a realização de variadas análises. Ainda com base em registros anuais de ocorrências e nas características do coberto é possível estudar o comportamento de pragas e analisar a susceptibilidade dos povoamentos. A gestão de grandes áreas de floresta produtiva e o planeamento da respectiva exploração poderão ainda ser realizada através da utilização do SIG. Com base nas condições e características da área estudada é possível a localização de melhores áreas para determinados tipos de exploração e a criação de mapas destas áreas para exploração e manutenção. “Com base na rede de caminhos e condições do terreno é possível selecionar os tipos de equipamento a utilizar e planejar as operações de aproximação e de transporte do modo mais eficaz e económico” (MEIRELLES, 1997, p. 121).

Com avanço tecnológico e as atuais tendências de gerenciar áreas reflorestadas, as empresas de base florestal estão se empenhando em adquirir novas tecnologias. Neste âmbito o SIG vem trazer um novo panorama para as aplicações ligadas ao processo de gestão, pois tem a capacidade, por exemplo, de

visualizar talhões de interesse, de estimar quantidade a ser colhida, estimar a distância a ser percorrida ou informar a área plantada. Ainda, é possível indicar sentido do arraste para retirada do produto, elaborar mapa de declividade do terreno e efetuar a caracterização física das estradas para escoamento da produção.

Para efetiva realização do planejamento florestal é necessário manter um cadastro florestal contendo no mínimo o histórico dos plantios florestais, as áreas de plantio e material genético, além de um sistema de cálculo de inventário florestal com informações acuradas das produções passada, atual e futura de cada talhão florestal. Para que isso seja possível, a tecnologia utilizada para a geração do plano de manejo deve permitir a inclusão de restrições ambientais, sociais e orçamentárias (NOBRE *et al.*, 2004).

Também as atividades de uma empresa de base florestal não se restringem apenas em plantar, colher ou comercializar seus produtos, mas também em atividades como a produção de mudas, manejo, inventário, transporte florestal e ainda avaliar os métodos de planejamento de uso e ocupação de solo, gestão ambiental. Uma forma de cumprir tais tarefas é o uso de sobreposição de dados temáticos (solo, categorias de declividade, entre outros.) de uma determinada área.

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo apresenta-se a metodologia da pesquisa utilizada para desenvolver um Projeto Piloto de SIG para *Web*, baseado num servidor de mapas na *internet* e um repositório de dados geográfico de licença código-aberto. O objetivo é proporcionar a tomada de decisão com maior agilidade segurança, bem como o compartilhamento de informações entre departamentos da empresa Madem Florestamento Ltda, com sede na cidade de Garibaldi/RS e filial em Rio Negro/PR.

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

Foi definida como área de estudo a Fazenda Faxinal, situada próximo ao perímetro urbano da cidade de Rio Negro/PR, com uma área superficial de 649,6000 hectares. Sua composição florestal é formada por floresta nativa, classificada nos estágios médio e avançado, com áreas de preservação permanentes nas cabeceiras e ao longo dos córregos; apresenta estradas e aceiros para o escoamento da produção e ainda um reflorestamento de floresta de exótica (*pinus taeda*) plantada nos anos de 1.986, 1.987, 1988 e 2.010 com espaçamentos de 3,00m por 3,00m e 3,00m por 2,50m respectivamente. Na fazenda também são realizadas as atividades de plantio, condução de plantio, desbaste, colheita e manutenção de estradas.

#### 3.2 NECESSIDADES DA EMPRESA

Para que seja possível ao Setor de Planejamento e Mapeamento Florestal da empresa Madem Florestamento Ltda ter maior controle das atividades de suas áreas reflorestadas e com isso vir a garantir o abastecimento do seu parque fabril tem as seguintes necessidades:

- Deter um banco de dados geográfico para a formação de um cadastro florestal e assim manter um histórico das atividades de uma determinada área;
- Integrar a base cartográfica que se encontra no formato *CAD* com o banco de dados geográfico;
- Visualizar as camadas de uso e ocupação de solo de uma determinada área;
- Gerar relatórios e construir consultas das camadas de uso e ocupação de solo;
- Fornecer informações atualizadas para outros setores da empresa com agilidade.

### 3.3 MATERIAIS

Nas atividades realizadas para o desenvolvimento do SIG *Web* da área de estudo, objeto deste trabalho cita-se a instalação dos seguintes *softwares* no servidor foram utilizados os materiais:

- *PostgreSQL 9.0/PostGIS 1.5*: O *PostgreSQL* é um SGBD (Sistema Gerenciador de Bancos de Dados) de código fonte aberto que apresenta recursos como: consultas complexas; chaves estrangeiras; integridade transacional; controle de concorrência multi-versão; suporte ao modelo híbrido objeto-relacional; gatilhos; visões; linguagem procedural (*PL/pgSQL*, *PL/Python*, *PL/Java*, *PL/Perl*) para procedimentos armazenados; indexação por texto; estrutura para guardar dados georeferenciados *PostGIS*. O *PostGIS* é uma extensão espacial gratuita e de código fonte livre. Sua construção é feita sobre o sistema de gerenciamento de banco de dados objeto relacional (SGBDOR) *PostgreSQL*, que permite o uso de objetos (GEO.NET, 2011).
- *Apache 2.2*: Trata-se de um servidor *Web* que processa solicitações *HTTP* (*Hyper-Text Transfer Protocol*), o protocolo padrão da *Web* quando usado um navegador de *internet* para acessar um *site*. O *Apache* realiza as

solicitações devidas ao servidor *Web* do site através de *HTTP* e então recebe o conteúdo correspondente. No caso do *Apache*, ele não só executa o *HTTP*, como outros protocolos, tais como o *HTTPS* (O *HTTP* combinado com a camada de segurança *SSL - Secure Socket Layer*), o *FTP* (*File Transfer Protocol*), entre outros.

- *Tomcat 7.0.22*: O *Tomcat* é o Servidor *Web* que pode ser usado também para tecnologia *Java*;
- *GeoServer 2.1.1*: O *GeoServer* é um *software* livre, mantido pelo *Open Planning Project* (mantenedor principal), que permite o desenvolvimento de soluções de *Webmapping*. Integrando diversos repositórios de dados geográficos com simplicidade e alta performance. O *GeoServer* é um servidor de *Web Map Service (WMS)*, *Web Coverage Service (WCS)* e de *Web Feature Service-Transaction (WFS-T)* que segue as especificações da *Open Geospatial Consortium (OGC)*. O foco do *GeoServer* é permitir o uso e dar suporte para os padrões abertos, a fim de permitir qualquer um de compartilhar rapidamente suas informações geo-espaciais de uma maneira interoperável;
- *Openlayers 2.11*: O *OpenLayers Editor* é uma biblioteca *JavaScript* que traz funções de visualização de dados espaciais.
- *GVSig*: O *GVSig* é uma ferramenta orientada à utilização de informações geográficas. Integra em uma vista dados tanto locais como remotos, através de uma origem *WMS*, *WCS* ou *WFS*.

### 3.4 COLETA DOS DADOS

O Setor de Planejamento e Mapeamento Florestal da empresa Madem Florestamento Ltda disponibilizou para uso deste trabalho os seguintes dados:

- Base Cartográfica de uso e ocupação do solo da Fazenda Faxinal no formato *CAD*, com as primitivas gráficas de áreas e linhas, a qual foi elaborada através de levantamento em campo com o equipamento Estação Total executado por técnicos da empresa e representado no

Sistema de Coordenadas *UTM (Universal Transversa de Mercator)*, e *Datum* Horizontal *SAD69* e Fuso 22S.

- Planilha eletrônica de controle de atividades de áreas de colheita e plantio.
- A Prefeitura Municipal de Rio Negro/PR disponibilizou os arquivos no formato *shapfile* do perímetro urbano da cidade e também o arquivo de limites de municípios.

### 3.5 TRATAMENTO DOS DADOS

Para o tratamento dos dados espaciais utilizou-se o *software GVSig* para as seguintes etapas:

- Exportar arquivo *CAD* para *shapfile* originando sete camadas: Área de Colheita, Área Plantada, Área de Preservação Permanente, Limites, Floresta Nativa, Eixo de Estradas e Hidrografia;
- Edição dos arquivos *shapfile*, que após a exportação observou-se que os limites de algumas camadas estavam sobrepostas;
- Edição de tabelas arquivo *shapfile* com informações da planilha eletrônica fornecida;
- Conversão do sistema de coordenadas 29192 (*UTM SAD69-22S*) para 900913 (*WGS84 Webmercator*) que é um sistema de coordenadas composto por uma projeção de *mercator* configurada para o mundo inteiro utilizando-se de um *datum WGS84* simplificado. Pois o seu *elipsoide* que originalmente compõe este *datum* é simplificado para uma esfera, esta conversão foi necessária para possibilitar a visualização das camadas no sistema do *Google Earth*, para esta operação foi utilizado a função *PROJECT* do *GVSig*.

### 3.6 MODELAGEM DO BANCO DE DADOS

Para um melhor entendimento sobre a análise do sistema foram desenvolvidos os diagramas de Atividades, Seqüência, Classe e Casos de Uso, nos quais são apresentados os atores, assim como as classes para o desenvolvimento do banco de dados do sistema. Em seguida são apresentados os diagramas de Casos de Uso (FIGURA 05) e Classe (FIGURA 06) respectivamente: já os diagramas de Atividades e de Seqüência serão apresentados nos Anexos.

Nesta etapa de modelagem do banco de dados do sistema foi utilizado o *software Rational Rose* que é uma solução para modelagem visual de *software* que permite a criação, análise, projeto (*design*), visualização, modificação e manipulação de componentes. Com ele é possível fazer uma descrição geral do comportamento do sistema com os diagramas de casos de uso (*use-cases*). Ele também provê os diagramas de colaboração como uma alternativa aos *use-cases*. Tal diagrama mostra a interação entre os objetos e os *links* que eles têm entre si. Ainda existe o diagrama de estados que uma técnica de análise adicional para as classes com comportamento dinâmico significativa. O diagrama de estados mostra a tempo de vida de uma determinada classe, os eventos que causam a transição de um estado para outro e as ações que resultam de uma determinada mudança de estado. Os diagramas de atividade provêm uma maneira de modelar uma operação de classe ou o fluxo de trabalho de um determinado processo do domínio (DSC, 2011).

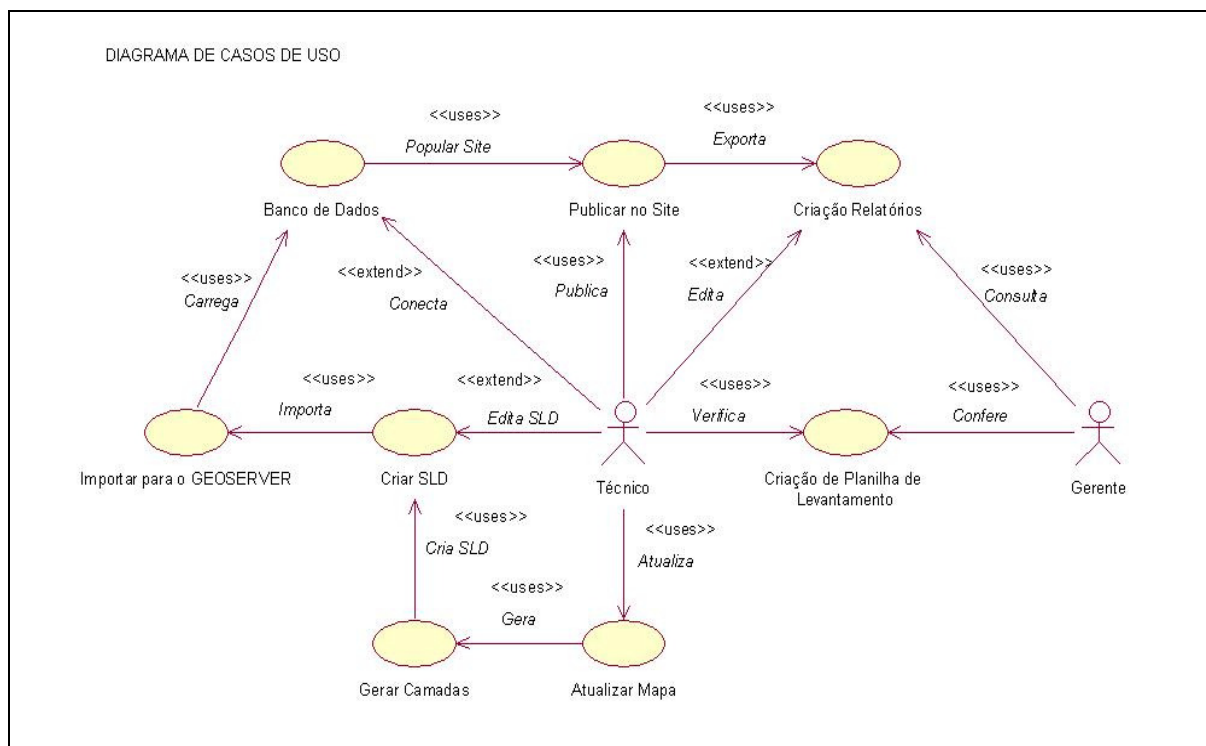
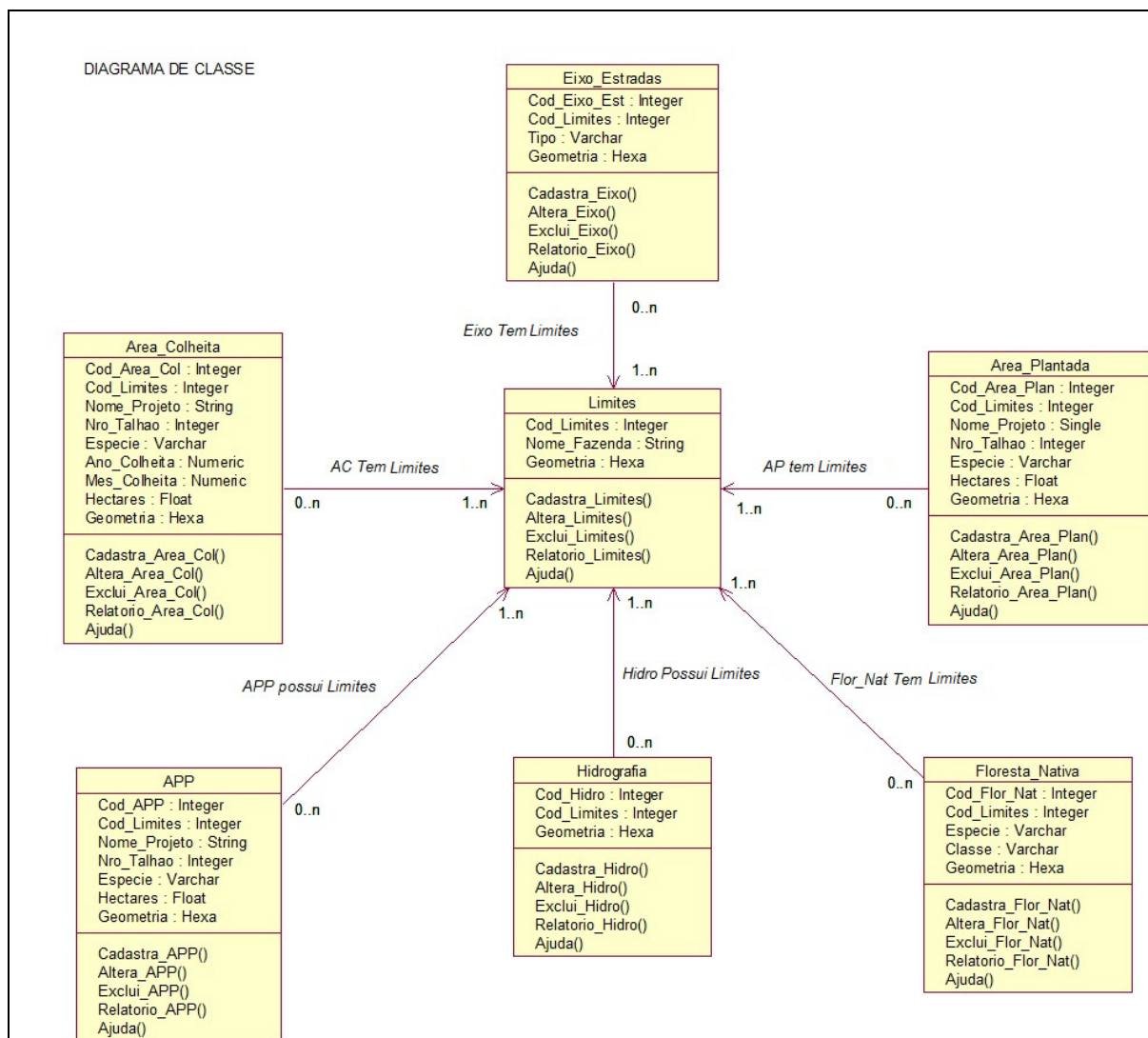


FIGURA 5: DIAGRAMA DE CASOS DE USO  
 FONTE: O autor (2011).

A FIGURA 05 apresenta o diagrama de casos de uso que tem o objetivo de auxiliar a comunicação entre o analista e o cliente e ainda descrever um cenário que mostra as funcionalidades do sistema do ponto de vista do usuário, segue a descrição e eventos dos atores Técnico e Gerente no diagrama.

- Ator Técnico: Verificar a planilha de levantamento, na seqüência irá atualizar o mapa, o próximo passo será gerar as camadas de edição do arquivo, em seguida cria o arquivo *SLD* necessário para a importação ao servidor de mapas GeoServer, Importar para o *GeoServer*, após a importação para o *GeoServer* o dado é carregado para o banco de dados *PostgreSQL*, no banco de dados o dado já esta disponível no site, e para finalizar irá realizar as consultas e relatórios. Ainda o ator Técnico pode executar esporadicamente os eventos de editar diretamente um arquivo *SLD* gerado, conectar ao banco de dados para realizar consultas e criar relatórios no site com arquivos já publicados.
- Ator Gerente: Conferir a planilha de levantamento que serve como base para o técnico atualizar as informações ao site e também poderá consultar relatórios.



Na FIGURA 06 pode-se observar o diagrama de classe o qual tem o objetivo de apresentar as classes do sistema e também o relacionamento entre as mesmas. Uma classe é composta em três partes. A primeira contém o nome da classe, a segunda os atributos da classe e a última os métodos. O diagrama de classes é composto por sete classes sendo denominadas: classe de perímetro, classe de hidrografia, classe de eixo de estradas, classe de área de colheita, classe de app, classe de floresta nativa e classe de área plantada, segue a descrição.

- Classe Limites: Principal classe associativa de entidade relacionamento do sistema, com os atributos de: Cod\_Limites (chave de associatividade primaria), Nome\_Fazenda, Geometria e possui os

seguintes métodos: Cadastra\_Limites, Altera\_Limites, Exclui\_Talhao, Relatorio\_Talhao e Ajuda;

- Classe Hidrografia: Discrimina a hidrografia dentro da área de estudo, com os atributos de: Cod\_Hidro (chave de associatividade primaria), Cod\_Limites (chave de associatividade secundária), Geometria e possui os seguintes métodos: Cadastra\_Hidro, Altera\_Hidro, Exclui\_Hidro, Relatorio\_Hidro e Ajuda;
- Classe Eixo de Estradas: Aponta os eixos de estradas e rodovias da área de estudo, com os atributos de: Cod\_Eixo\_Est (chave de associatividade primaria), Cod\_Limites (chave de associatividade secundária), Tipo, Geometria e possui os seguintes métodos: Cadastra\_Eixo, Altera\_Eixo, Exclui\_Eixo, Relatorio\_Eixo e Ajuda.
- Classe Área de Colheita: Contém informações com as áreas que foram realizadas colheitas na área de estudo, com os atributos de: Cod\_Area\_Col (chave de associatividade primaria), Cod\_Limites (chave de associatividade secundária), Nome\_Projeto, Nro\_Talhao, Especie, Ano\_Colheita, Mês\_Colheita, Hectares, Geometria e possui os seguintes métodos: Cadastra\_Area\_Col, Altera\_Area\_Col, Exclui\_Area\_Col, Relatorio\_Area\_Col e Ajuda;
- Classe APP: Apresenta as áreas de preservação permanente da área de estudo, com os atributos de: Cod\_APP (chave de associatividade primaria), Cod\_Limites (chave de associatividade secundária), Nome\_Projeto, Nro\_Talhao, Especie, Hectares, Geometria e possui os seguintes métodos: Cadastra\_APP, Altera\_APP, Exclui\_APP, Relatorio\_APP e Ajuda;
- Classe Floresta Nativa: Possui as informações das áreas de floresta nativa da área de estudo, com os atributos de: Cod\_Flor\_Nat (chave de associatividade primaria), Cod\_Limites (chave de associatividade secundária), Especie, Classe, Geometria e possui os seguintes métodos: Cadastra\_Flor\_Nat, Altera\_Flor\_Nat, Exclui\_Flor\_Nat, Relatorio\_Flor\_Nat e Ajuda;

- Classe Área Plantada: Área onde foi realizado o plantio de reflorestamento de exótica (*pinus taeda*), com os atributos de: Cod\_Area\_Plan (chave de associatividade primaria), Cod\_Limites (chave de associatividade secundária), Nome\_Projeto, Nro\_Talhao, Especie, Hectares, Geometria e possui os seguintes métodos: Cadastra\_Area\_Plan, Altera\_Area\_Plan, Exclui\_Area\_Plan, Relatorio\_Area\_Plan e Ajuda.

### 3.7 CRIAÇÃO DO BANCO DE DADOS

Para esta fase foi utilizado o *software PostgreSQL versão 9.0/Postgis versão 1.5*. Foi criado o banco de dados denominado “faxinal” executado no *PgAdmin*. Este banco de dados é especializado o que se garante tal característica por meio da utilização do modelo *TEMPLATE\_POSTGIS*, conforme a FIGURA 07 abaixo.

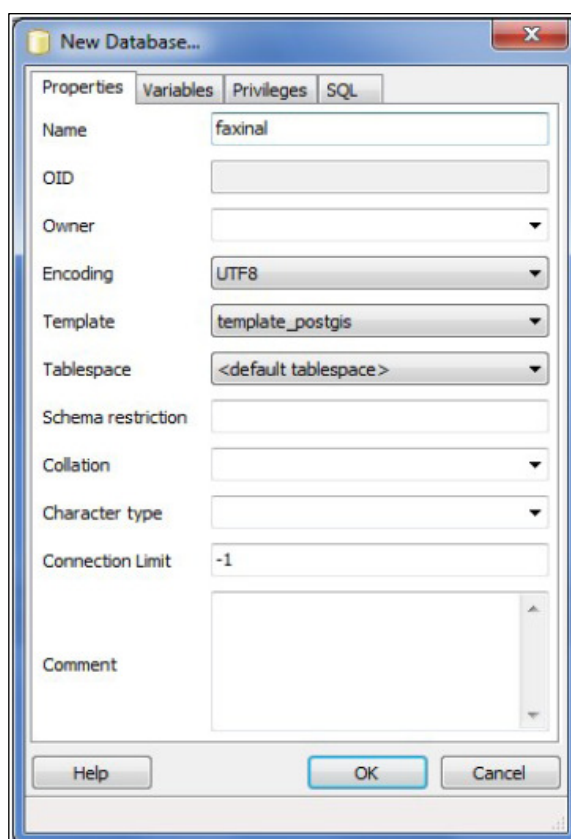


FIGURA 7: CRIAÇÃO DO BANCO DE DADOS FAXINAL  
FONTE:O autor (2011).

### 3.8 IMPORTAÇÃO DOS DADOS VETORIAIS PARA O BANCO DE DADOS

Com o banco de dados criado, o próximo passo foi a importação dos dados vetoriais para o banco de dados. Para isto utilizou-se no *PgAdmin* o modo gráfico da ferramenta *SHP2SQL (PostGIS Shapefile and DBF-Loader)*, conforme mostra a FIGURA 08. A FIGURA 09 ilustra as opções selecionadas para a importação dos dados vetoriais originando assim sete tabelas diferentes no banco de dados. Em seguida, na FIGURA 10 pode-se observar a visão geral do banco de dados após a importação.

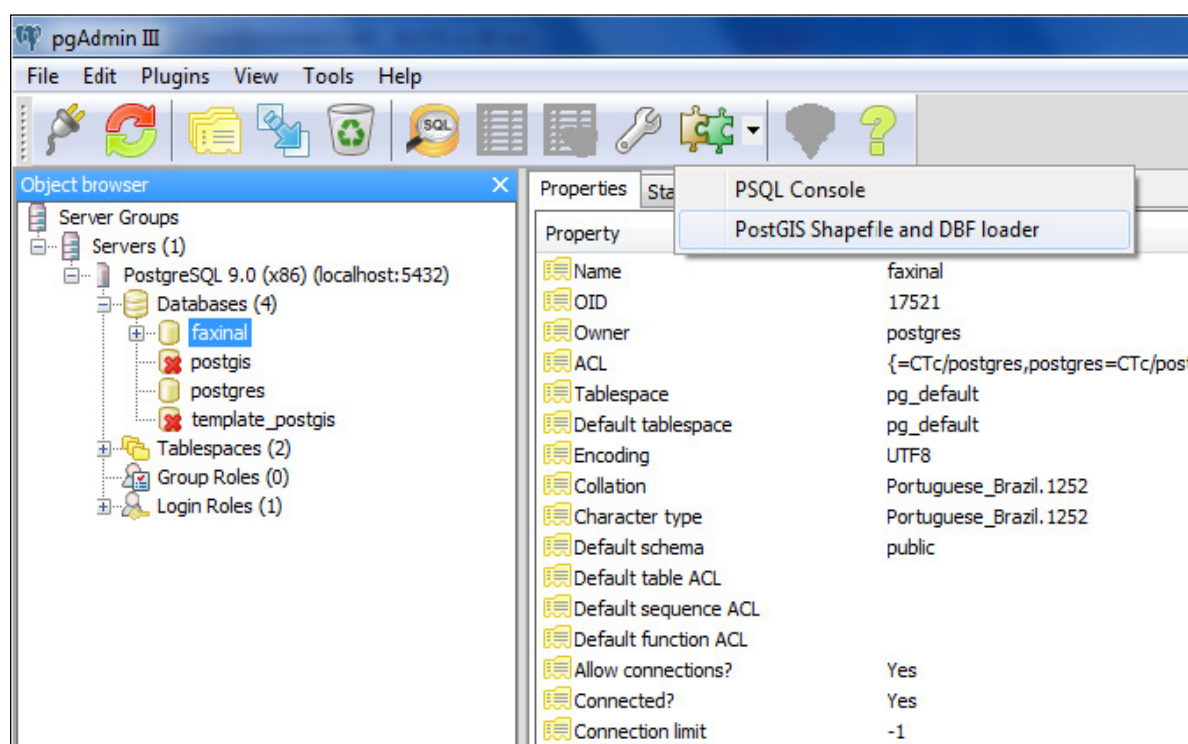


FIGURA 8: MODO GRÁFICO SHP2SQL  
 FONTE:O autor (2011).

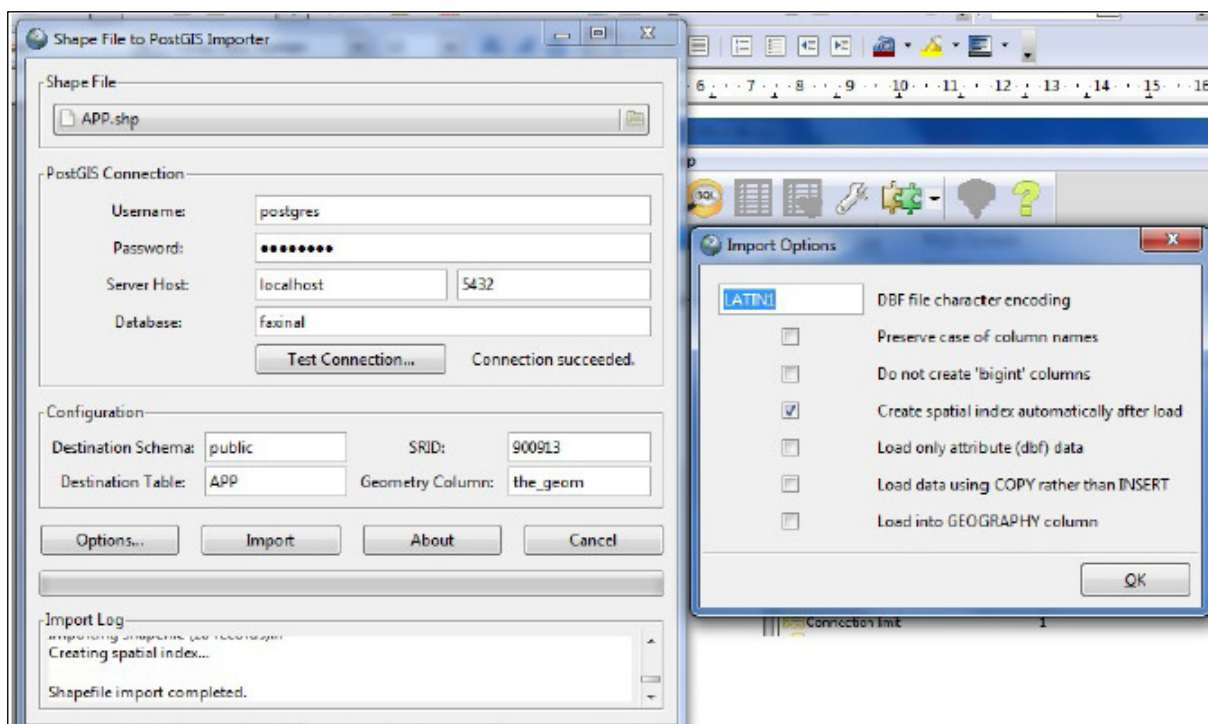


FIGURA 9: OPÇÕES PARA A IMPORTAÇÃO DOS DADOS VETORIAIS  
 FONTE:O autor (2011).

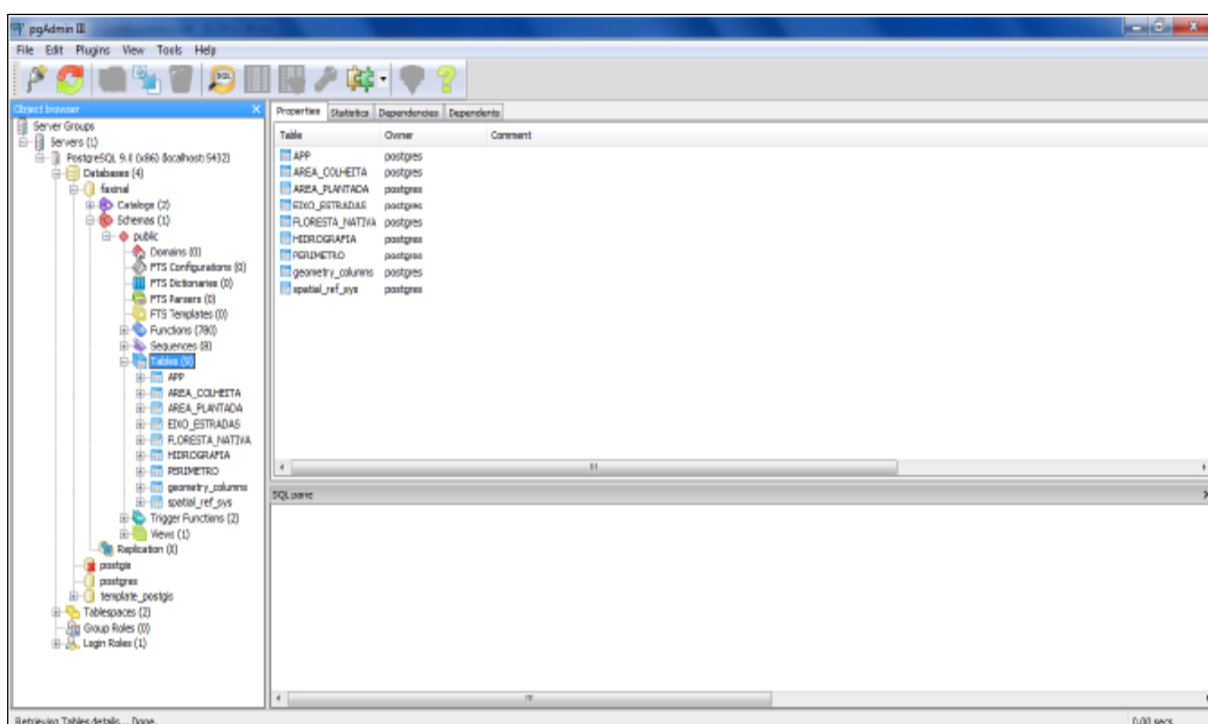


FIGURA 10: VISÃO GERAL DO BANCO DE DADOS  
 FONTE:O autor (2011).

### 3.9 PUBLICAÇÃO DOS DADOS VETORIAIS

Esta fase do desenvolvimento do sistema constou em acessar o Servidor de Mapas *GeoServer* por meio de *login* e em seguida realizar a configuração dos componentes do *GeoServer* que são: *Workspace*, *Store*, *Layers* e *Styles*, como segue.

#### 3.9.1 Workspace

A principal função de um *Workspace* é de organizar os itens no servidor que geralmente é usado para agrupar camadas similares. O servidor tem a capacidade de identificar as camadas espaciais pelo modelo: *nome-do-wokspace:nome-do-store*.(Ex:*topp:states*). Portanto, duas camadas diferentes que venham a ter o mesmo nome podem existir no mesmo servidor, desde que elas tenham sido criadas em *Workspaces* diferentes. A FIGURA 11 mostra a criação de um *Workspace* no servidor de mapas.

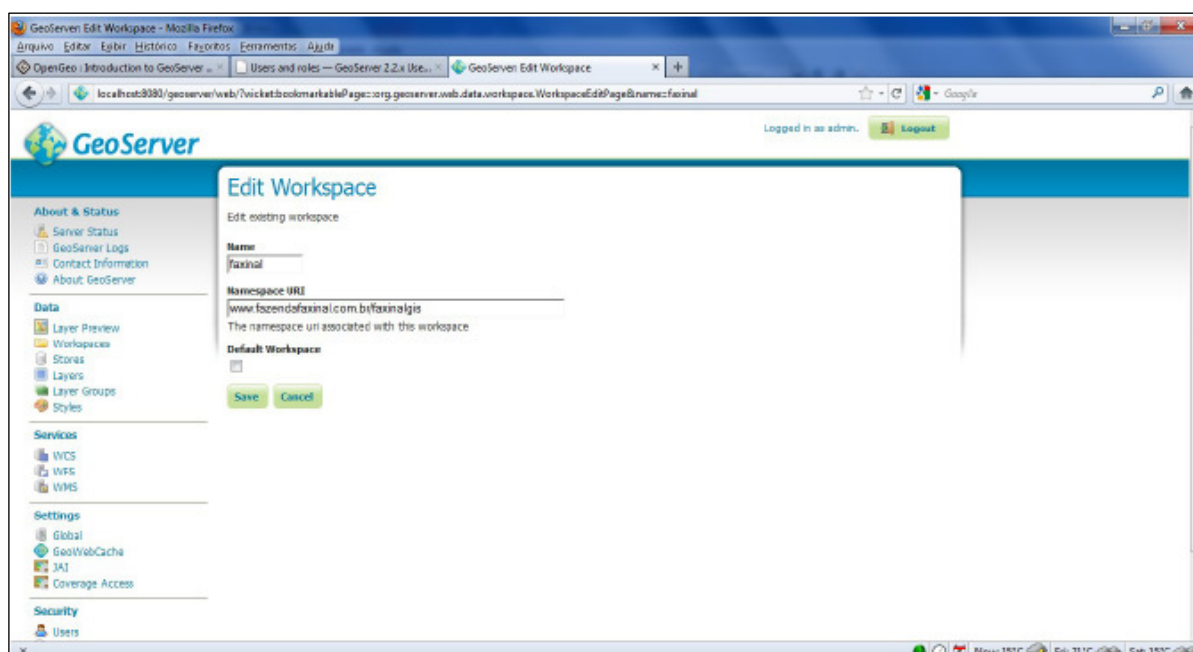


FIGURA 11: CRIAÇÃO DO WORKSPACE NO SERVIDOR DE MAPAS  
FONTE:O autor (2011).

### 3.9.2 Store

Um *Store* realiza a conexão a uma fonte de dados vetoriais ou matriciais, sendo que esta fonte de dados pode ser um arquivo, um grupo de arquivos ou ainda um diretório. Este construtor é utilizado para que os parâmetros de conexão sejam definidos uma única vez, para se evitar que cada feição venha a ser carregada e configurada novamente. Para se carregar quaisquer dados ao servidor devem-se primeiro registrar o *Store*. A criação do *Store* no servidor é realizada em três passos, conforme mostrado nas FIGURAS 12, 13 e 14.

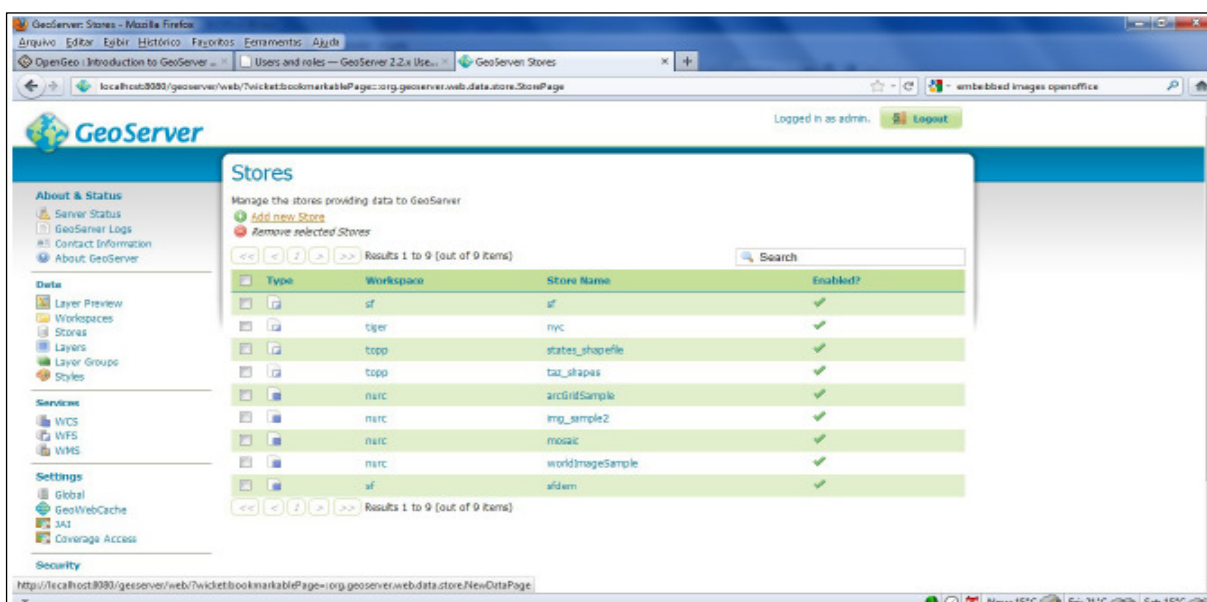


FIGURA 12: CRIAÇÃO DO STORE NO SERVIDOR DE MAPAS  
 FONTE: O autor (2011).

Deve-se clicar em *Add new Store* para criar um novo *Store*.

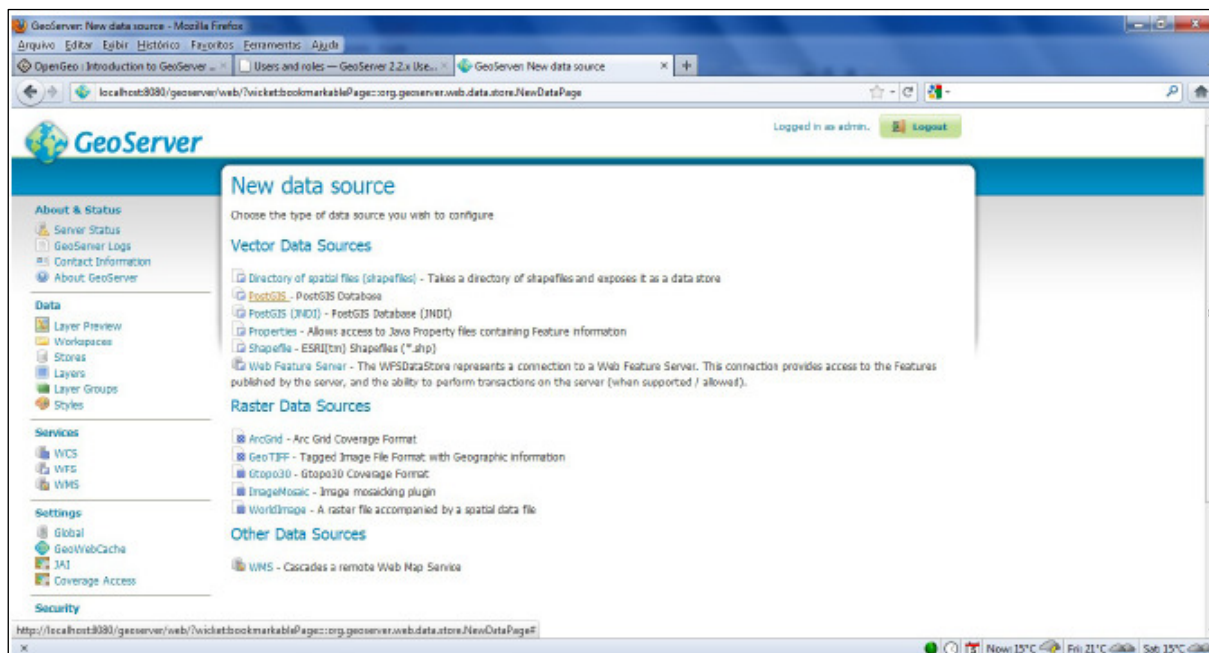


FIGURA 13: CONEXÃO DO GEOSERVER COM O BANCO DE DADOS  
FONTE:O autor (2011).

Em seguida clicou-se em *PostGis-Database* para realizar a conexão do *GeoServer* com o banco de dados.

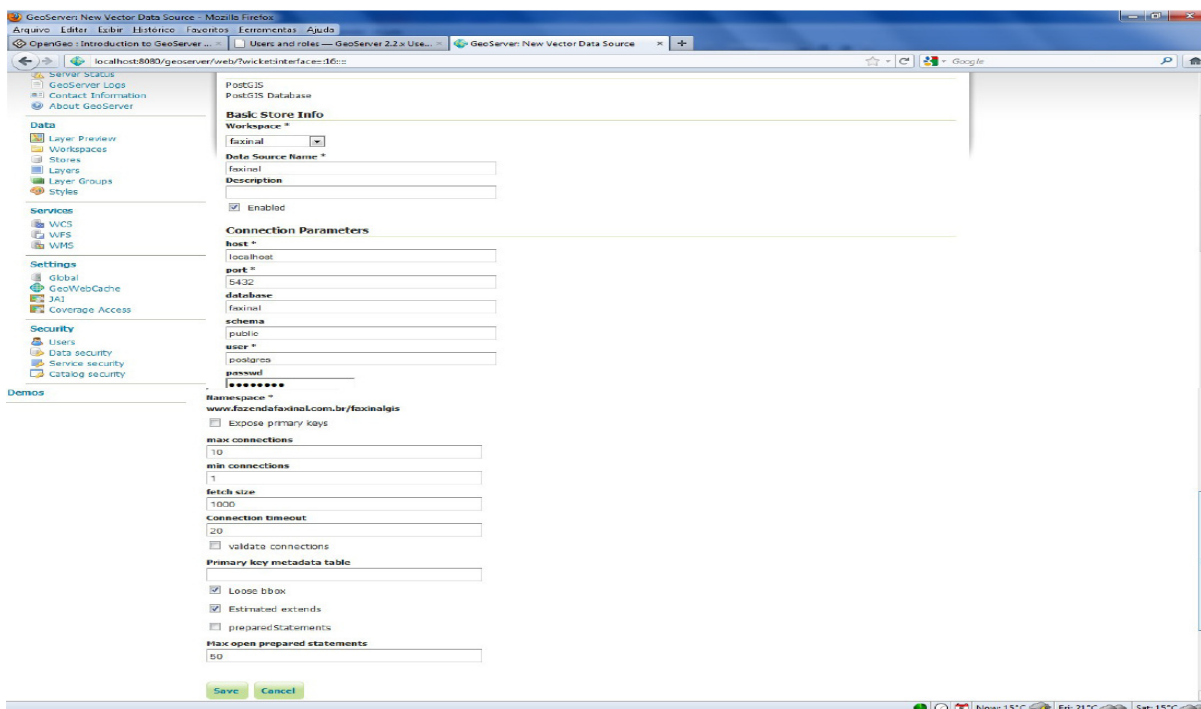


FIGURA 14: PARÂMETROS PARA A CONEXÃO COM O BANCO DE DADOS  
FONTE:O autor (2011).

Na FIGURA 14 observa-se o preenchimento dos parâmetros para a conexão com o banco de dados.

### 3.9.3 Layers

Este termo no *GeoServer*, refere-se a dados vetoriais ou matriciais que contém feições geográficas. Nos dados vetoriais, as camadas são denominadas de *feature Types* e para os dados matriciais estas camadas são denominadas de *coverages*. As camadas sempre têm uma fonte de dados, que são o seu *Store*.

O administrador do sistema, que nesta seção pode visualizar e editar as camadas existentes, ainda tem a opção de adicionar (*register*) uma nova camada e deletar (*unregister*) uma camada (*layer*). Pode ser observado também nesta seção o *status* da camada e o seu sistema de coordenadas nativo *Spatial Reference Systems* (SRS).

Na FIGURA 15 a seguir, podem-se observar as camadas adicionadas no servidor de mapas.

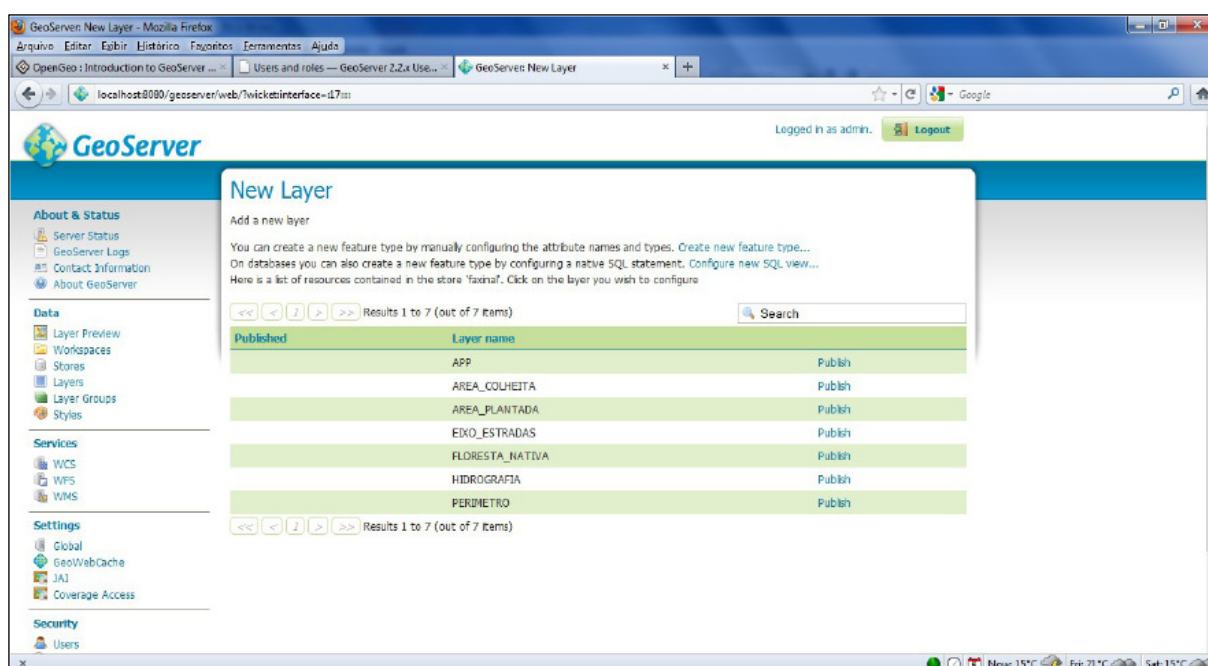


FIGURA 15: CAMADAS ADICIONADAS NO SERVIDOR  
 FONTE:O autor (2011).

No *GeoServer* é necessário especificar o sistema de coordenadas das camadas adicionadas. Para tanto, esta informação é usada para o processo de reprojeção em requisições *WMS* e *WFS*. Assim, o sistema de coordenadas das camadas em relação à superfície terrestre é definido por um *Coordinate Reference Systems (CRS)*. Os *CRS's* são parte de um modelo chamado *Spatial Reference Systems (SRS)*. A FIGURA 16 apresenta a definição do sistema de coordenadas no servidor de mapas.

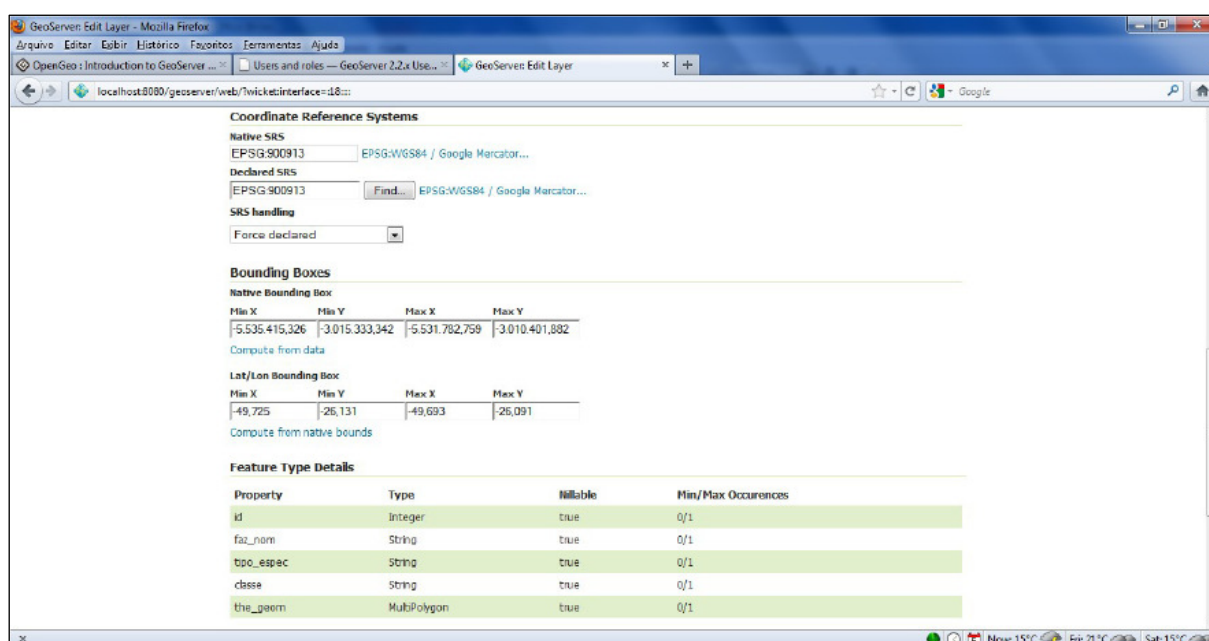


FIGURA 16: DEFININDO O SISTEMA DE REFERÊNCIA E PROJEÇÃO  
 FONTE: O autor (2011).

### 3.9.4 Styles

Nesta seção definiram-se como as camadas foram descritas, para a visualização no servidor de mapas. Foi utilizado um padrão aberto denominado *Styled Layer Descriptor (SLD)*, que seria algo como um Descritor de uma camada estilizada, baseado em *XML* e que descreve a simbologia de um mapa.

Para esta fase foi utilizado o *software GvSIG*, realizada uma conexão com o banco de dados e importadas todas as camadas para o *software* como pode-se visualizar na FIGURA 17.

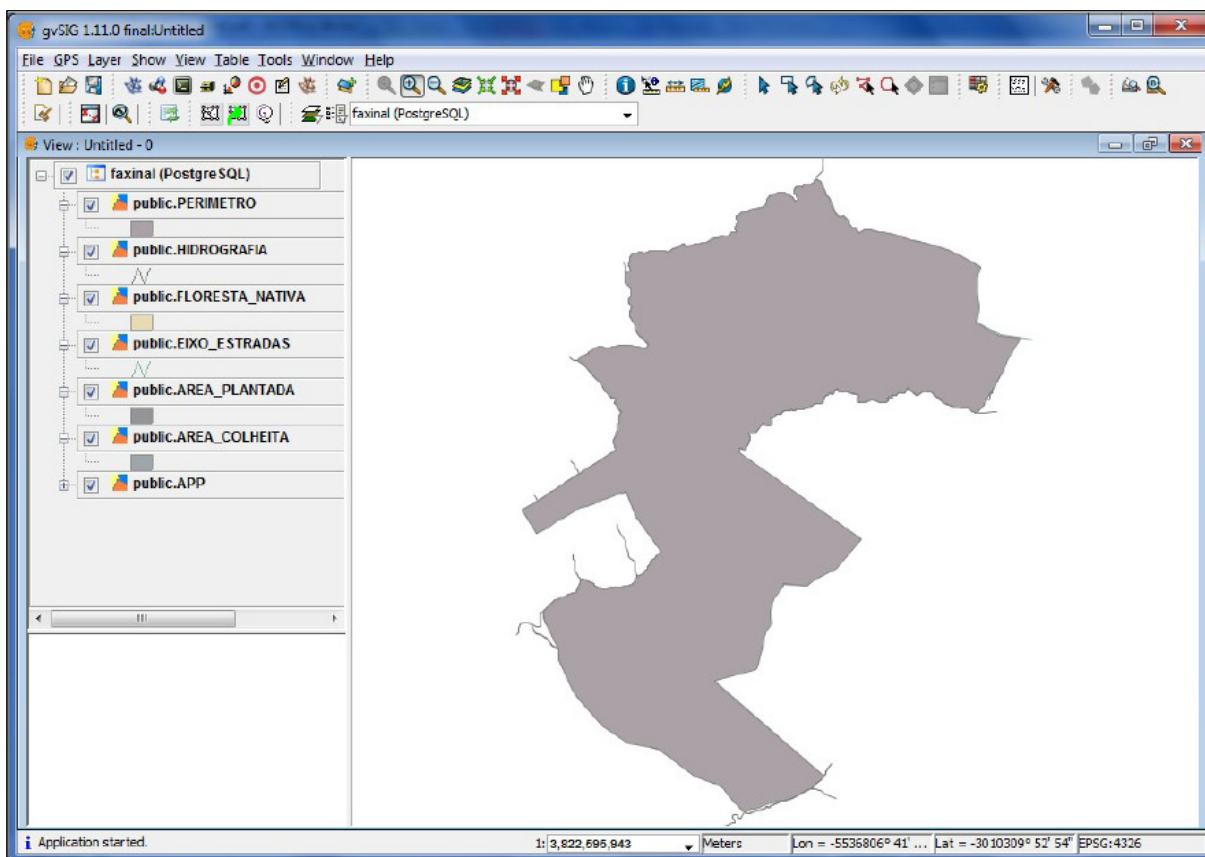


FIGURA 17: CAMADAS IMPORTADAS PARA O GVSIG  
FONTE: O autor (2011)

Na FIGURA 18 observar-se todas as camadas com as respectivas simbologias definidas ainda no *software GvSIG*.

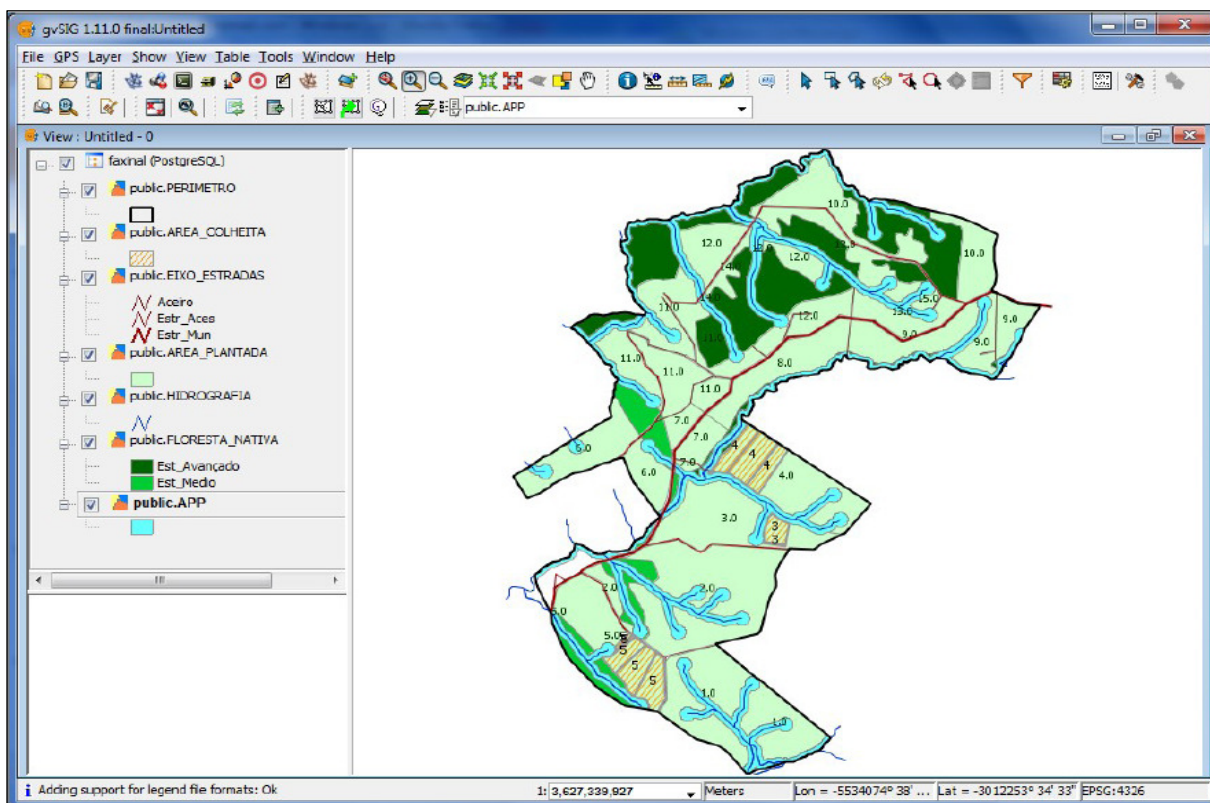


FIGURA 18: CAMADAS COM A SIMBOLOGIA DEFINIDA NO GVSIG  
 FONTE:O autor (2011)

O passo seguinte com os *SLD* já criados, foi carregá-los no servidor de mapas utilizando o componente *STYLES* e selecionando cada *SLD*, como mostra a FIGURA 19.

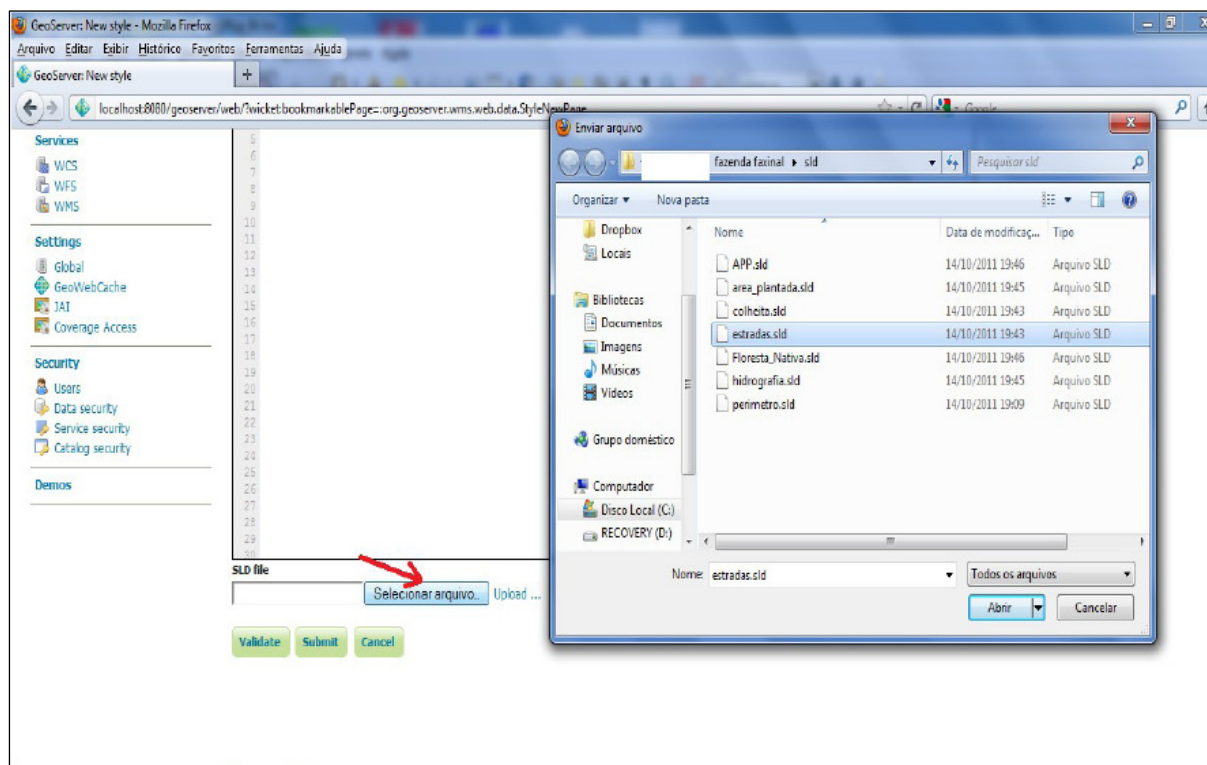


FIGURA 19: CARREGANDO OS SLD NO SERVIDOR DE MAPAS  
FONTE: O autor (2011)

A FIGURA 20 apresenta todos *SLD* carregados no componente *STYLES* do servidor de mapas.

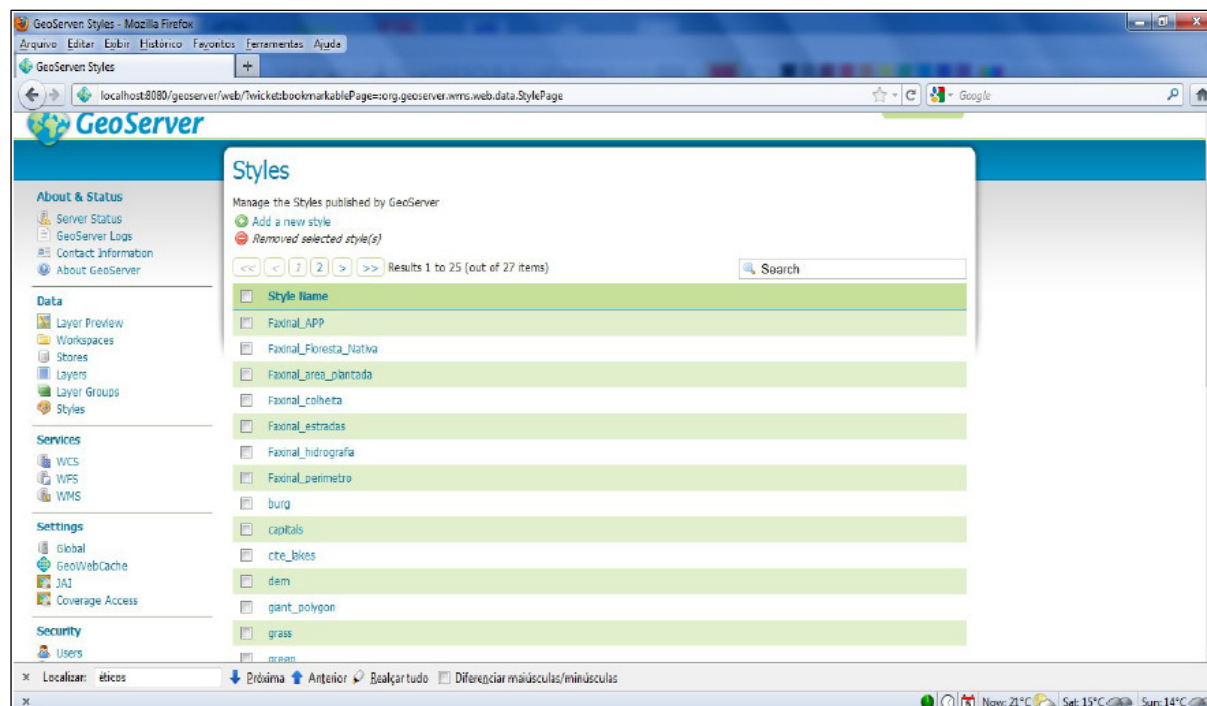


FIGURA 20: SLD CARREGADOS NO SERVIDOR DE MAPAS  
FONTE: O autor (2011).

### 3.10 DESENVOLVIMENTO DA INTERFACE

Para o desenvolvimento da *interface* do *site* foram utilizadas as linguagens de programação *HTML* com *JavaScript* e ainda as funções da biblioteca *OpenLayers*.

O trecho do código fonte da publicação dos dados espaciais no servidor com uma *interface* que apenas demonstra as camadas existentes no servidor na página em *HTML* será apresentado nos Anexos.

A implementação da *interface* buscou atender aos casos de uso definidos na etapa de modelagem do banco de dados. Deste modo, foram desenvolvidas as seguintes funções:

- Caso de Uso 1  
Ator: Gerente  
Atividades: Consulta Relatórios;  
Funções Implementadas: Mapa Geral, Mapas Temáticos e Relatórios;
- Caso de Uso 2  
Ator: Técnico  
Atividades: Verifica Planilha de Levantamento, Edita Relatórios, Cria *SLD*, Edita *SLD*, Atualiza Mapa, Gerar Camadas, Importar *SLD* para *GeoServer*, Popula o Banco de Dados, Publicar no *Site*.  
Funções Implementadas: Mapa Geral, Mapas Temáticos, Relatórios e Banco de Dados

A FIGURA 21 apresenta a interface do site desenvolvido.

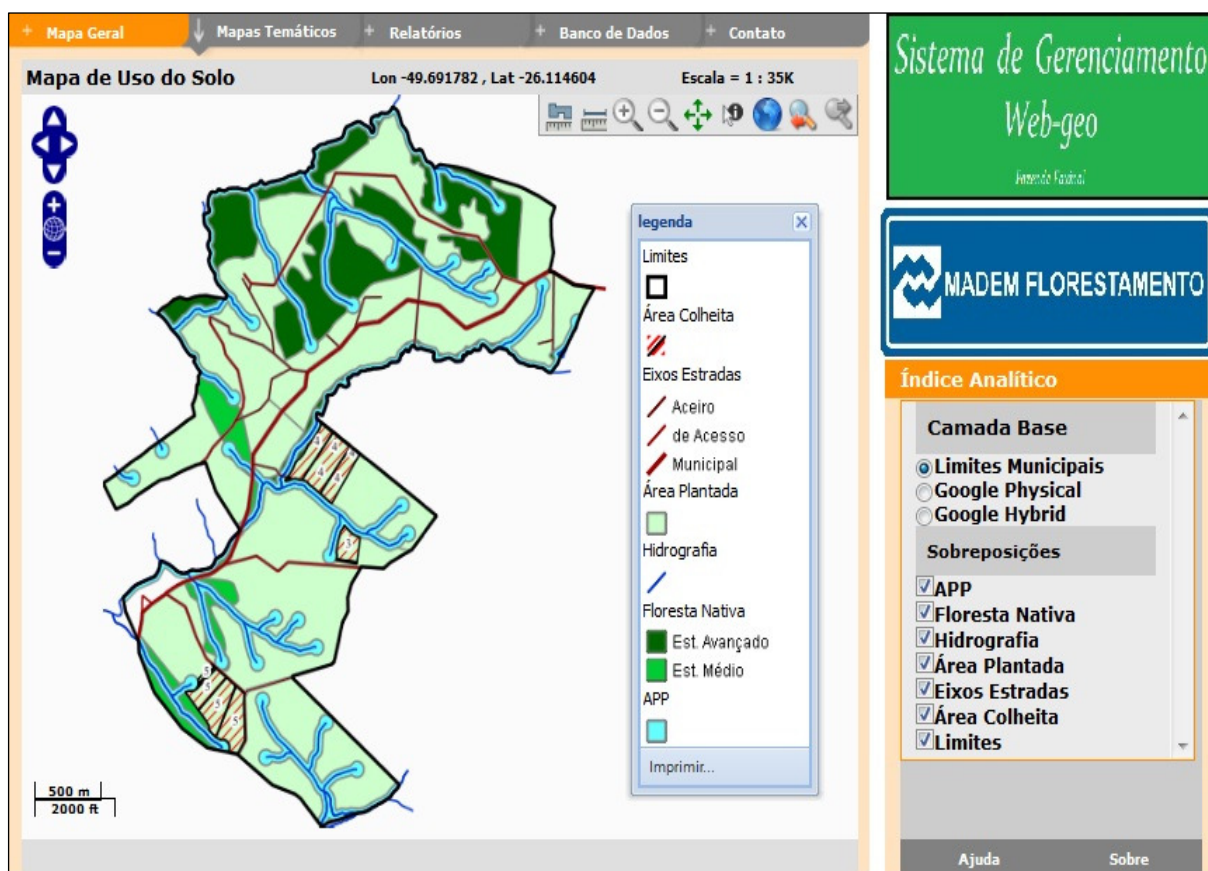


FIGURA 21: INTERFACE DO SITE DESENVOLVIDO  
FONTE: O autor (2011).

## 4 RESULTADOS

Com os procedimentos metodológicos empregados, pôde-se chegar a resultados que demonstram de maneira clara e objetiva como desenvolver uma proposta de aplicação SIG *Web* para empresas de base florestal baseado em *softwares* livres.

Este projeto piloto contém o uso e ocupação de solo da Fazenda Faxinal representada em sete camadas e suas tabelas, a partir das quais é possível realizar consultas, gerar relatórios juntamente com a localização espacial.

A seguir serão apresentados alguns dos resultados obtidos.

### 4.1 MAPA GERAL

O primeiro resultado gerado foi a localização da área de estudo em função ao perímetro urbano da cidade e também aos limites do município, chamado de Mapa Geral, apresentado na FIGURA 22.

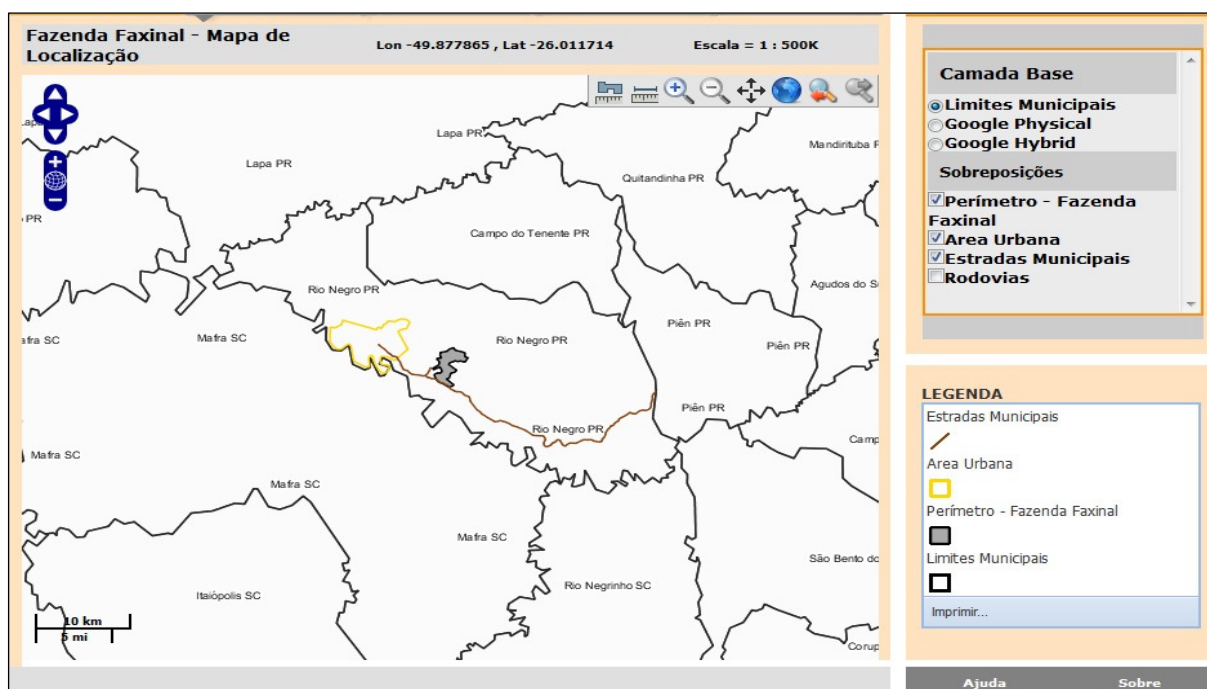


FIGURA 22: INTERFACE DO MAPA GERAL  
 FONTE:O autor (2011).

## 4.2 MAPAS TEMÁTICOS E CONSULTAS

No menu Mapas Temáticos são apresentados todos os mapas com os dados espaciais da área de estudo no *site*, divididos em cinco mapas:

- Mapa Uso do Solo: Mapa da área de estudo com o uso e ocupação do solo geral;
- Mapa Áreas Protegidas: Mapa com as áreas preservação permanente (APP) as quais foram delimitadas com o uso de *buffers* de 30,00m para cada lado dos córregos e nas cabeceiras foi realizado um *buffer* de 50,00m;
- Mapa Áreas Plantadas: Mapa com as áreas plantadas (reflorestadas);
- Mapa Áreas de Colheita: Mapa com as áreas que foram realizadas as colheitas;
- Mapa Áreas de Mata Nativa: Mapa com as áreas de mata nativa.

Um exemplo é apresentado na FIGURA 23 a seguir.

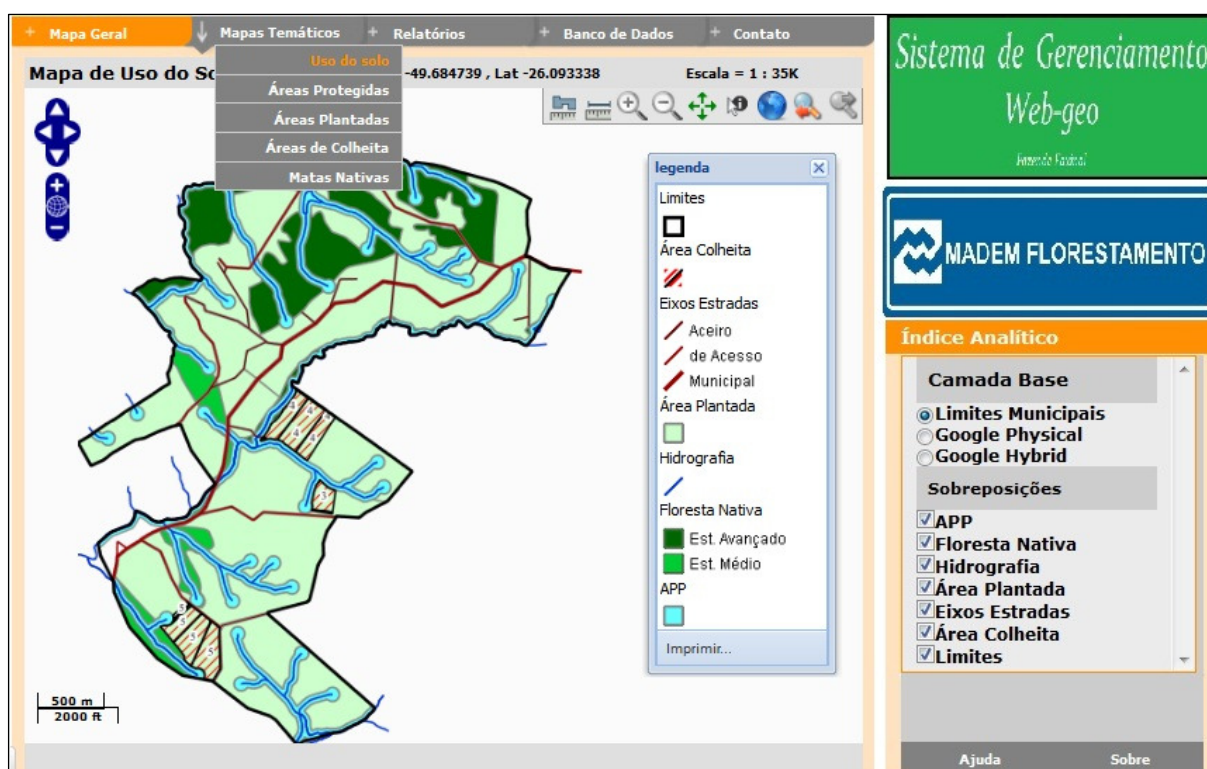


FIGURA 23: INTERFACE DO MENU MAPA TEMÁTICOS  
 FONTE: O autor (2011).

Na FIGURA 24 pode-se observar uma consulta realizada no mapa temático. Uso do Solo utilizando o botão de informação na barra de ferramentas.

Com o botão de informação da Barra de Ferramentas clicou-se sobre uma determinada área e obteve-se como resposta as informações contidas na tabela.

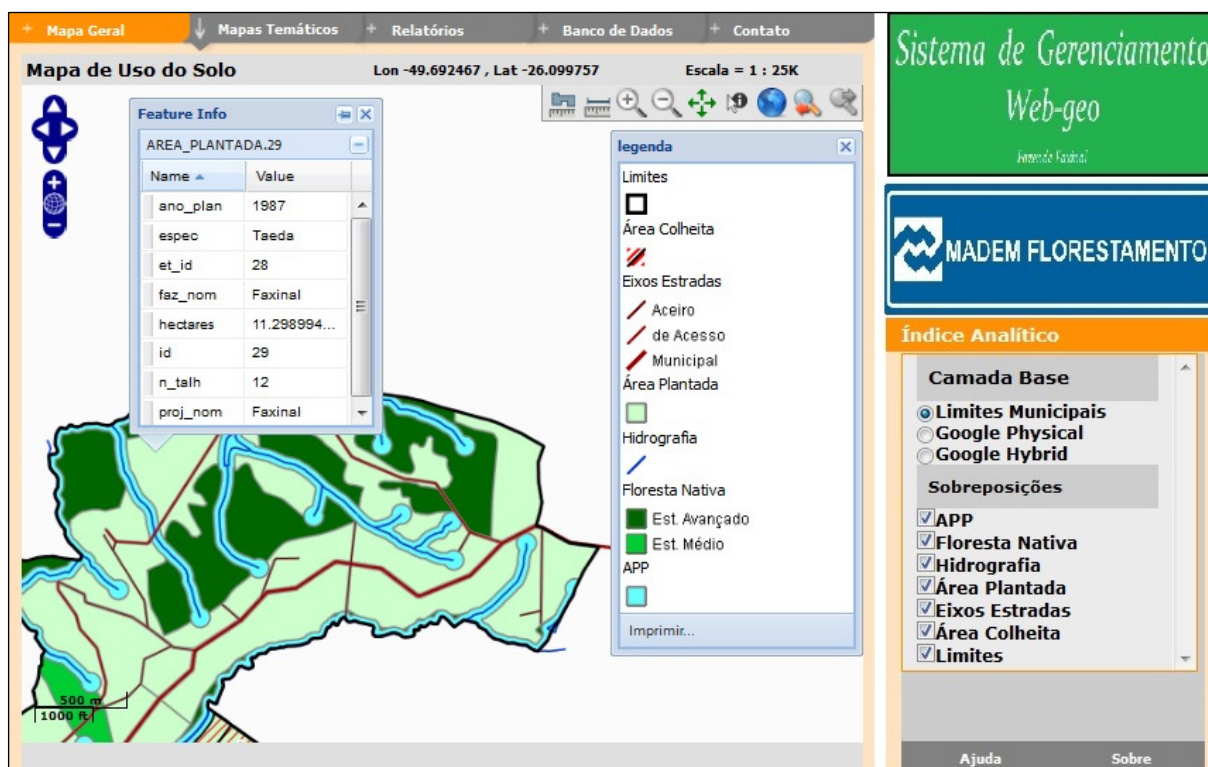


FIGURA 24: CONSULTA COM O BOTÃO INFORMAÇÃO DA BARRA DE FERRAMENTAS  
FONTE: O autor (2011).

#### 4.3 RELATÓRIOS DE ÁREAS COM MAPAS TEMÁTICOS

A FIGURA 25 a seguir, demonstra o Menu Relatórios que pode produzir o relatório total da área e também separado por camadas de uso e ocupação do solo da área de estudo. Há a opção de realizar a montagem de relatórios através da consulta em linguagem *SQL*.

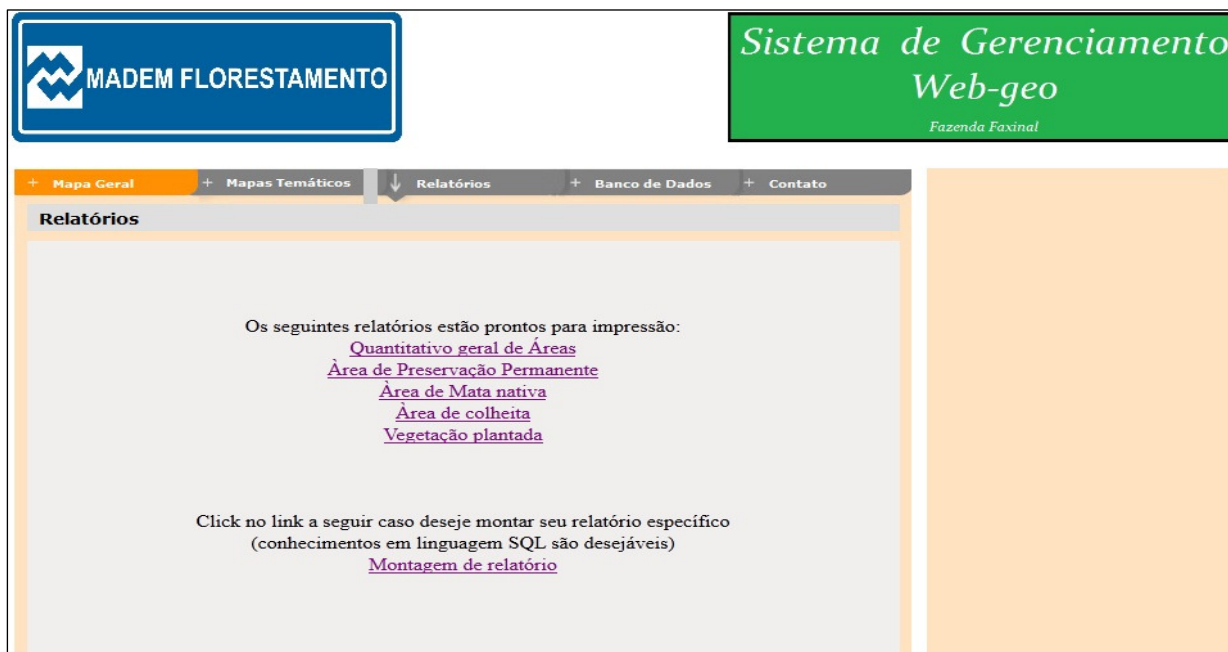


FIGURA 25: INTERFACE DO MENU RELATÓRIOS  
 FONTE: O autor (2011).

#### 4.3.1 RELATÓRIO GERAL DE ÁREAS

O relatório total da área de estudo apresenta a tabela e o mapa com as camadas, conforme ilustra a FIGURA 26.

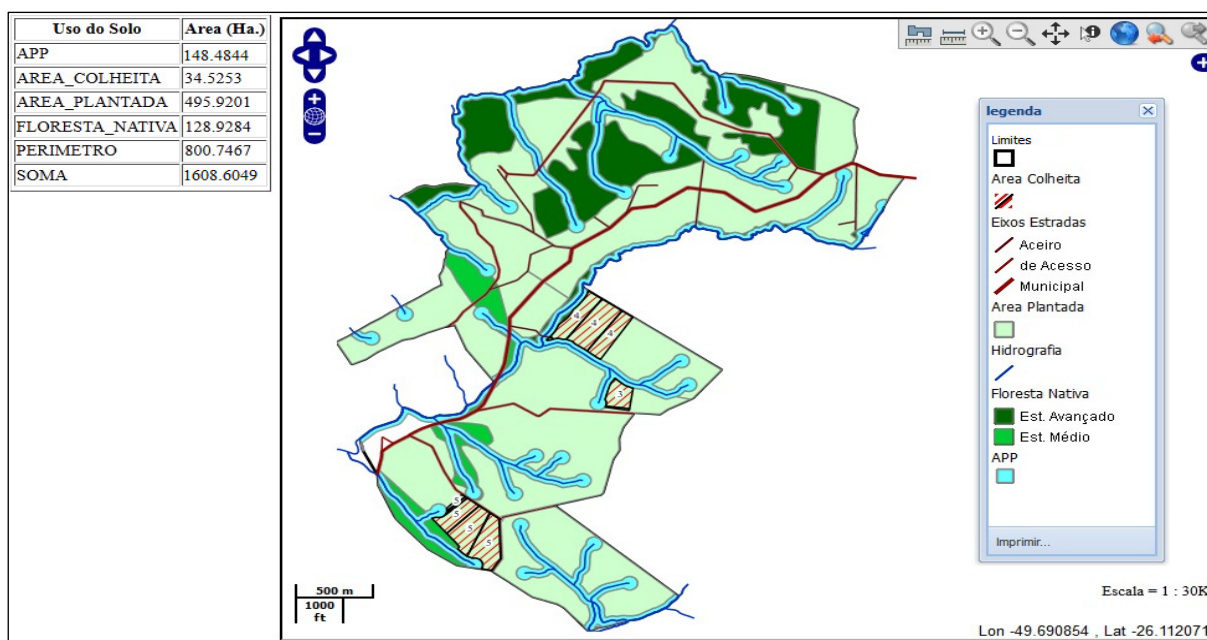


FIGURA 26: INTERFACE DO RELATÓRIO GERAL DE ÁREAS COM MAPA  
 FONTE: O autor (2011).

### 4.3.2 RELATÓRIO POR CAMADAS

Nesta seção é apresentado relatório gerado por camadas com as informações contidas nas tabelas, como mostra a FIGURA 27 Relatório de Áreas Plantadas.

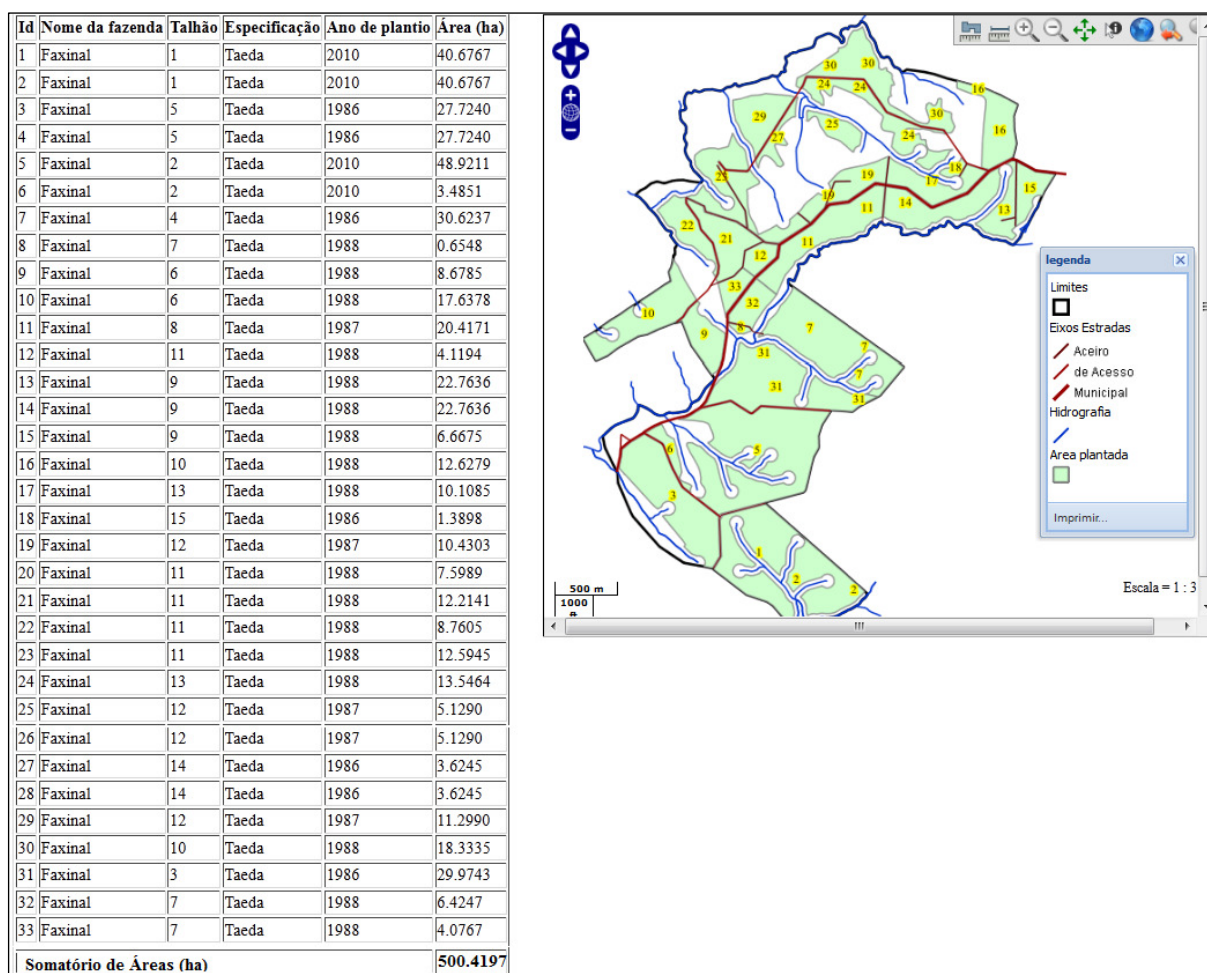


FIGURA 27: INTERFACE DO RELATÓRIO DE ÁREAS PLANTADAS  
 FONTE:O autor (2011).

### 4.3.3 GERAR RELATÓRIO COM FILTRO DE CONSULTA

Nesta fase, a FIGURA 28 ilustra o Gerador de Relatórios em que é possível aplicar filtros de consulta. O resultado foi um relatório em forma de tabela da camada de Área Plantada, com informações de nome da fazenda, nome do projeto, espécie,

ano de plantio com o uso do operador ( $\geq$ ) ao ano de 1987, relacionar os números de talhão que ocorreram esta atividade e também com o uso do operador ( $\leq$ ) no campo de hectares que relacionasse as áreas que forem menor ou igual a 12 hectares. A FIGURA 29 apresenta o resultado desta consulta.

Mostrar campos (Marque os campos que voce deseja no relatório)		Critério para selecionar as linhas (Para adicionar um filtro, selecione a operacao e entre com o valor)		Opcoes do relatório (Marque todas as opcoes que se aplicam)			
Nome do campo	Operador	Valor	numero formatado	Total	Gráfico	Ordem	de organizacao
<input type="checkbox"/> gid				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
<input type="checkbox"/> id				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
<input checked="" type="checkbox"/> faz_nom				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
<input checked="" type="checkbox"/> proj_nom				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
<input checked="" type="checkbox"/> n_talh				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
<input checked="" type="checkbox"/> espec				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
<input checked="" type="checkbox"/> ano_plan	$\geq$	1987		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6
<input checked="" type="checkbox"/> hectares	$\leq$	12		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7
<input type="checkbox"/> et_id				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8

Check All    Uncheck All  
 Marcar todos os campos?

Organizar por:      
 Agrupar por:   
 Comecando no registro:   
 Numero de registros a mostrar:   
 Algum total?:  NO    YES  
 Inserir numeros nas linhas?:  NO    YES  
 Titulo:   
 Imprimir o titulo?:  SIM    NAO  
 Arquivo de Logotipo:   
Entre com a URL do seu logo, para mostra-lo no relatório gerado

**Opcoes para exportacao**

Somente exportar:  NAO    SIM  
 Tipo de exportacao:  Texto    SQL  
 Campos separados por:   
 Campos inclusos por:

**Opcoes do PDF**

Gerar PDF?:  NAO    SIM  
 Layout do PDF:  Retrato    Paisagem  
 Imprimir data:  Nao    Sim  
 Titulo do Gráfico do PDF:   
Nao mude nenhuma das "Opcoes de exportacao" (exceto "Exportar Somente?") quando estiver criando um PDF. Voce pode gerar relatorios de tamanho grande em PDF selecionando "Sim" nesta opcao "Somente exportar?".

Entre com sua propria consulta SQL

SQL:   
Clique aqui para ajuda

FIGURA 28: INTERFACE DO RELATÓRIO COM FILTRO DE ÁREAS PLANTADAS  
 FONTE:O autor (2011)

Faz Nom	Proj Nom	N Talh	Espec	Ano Plan	Hectares
Faxinal	Faxinal	2	Taeda	2010	3.4851
Faxinal	Faxinal	7	Taeda	1988	0.6547
Faxinal	Faxinal	6	Taeda	1988	8.6785
Faxinal	Faxinal	11	Taeda	1988	4.1194
Faxinal	Faxinal	9	Taeda	1988	6.6674
Faxinal	Faxinal	13	Taeda	1988	10.1084
Faxinal	Faxinal	12	Taeda	1987	10.4303
Faxinal	Faxinal	11	Taeda	1988	7.5988
Faxinal	Faxinal	11	Taeda	1988	8.7604
Faxinal	Faxinal	12	Taeda	1987	5.1290
Faxinal	Faxinal	12	Taeda	1987	5.1291
Faxinal	Faxinal	12	Taeda	1987	11.2989
Faxinal	Faxinal	7	Taeda	1988	6.4247
Faxinal	Faxinal	7	Taeda	1988	4.0767
<b>Somatório de Áreas</b>					<b>92.5614</b>

FIGURA 29: TABELA DE CONSULTA DE ÁREAS PLANTADAS  
 FONTE: O autor (2011).

Na FIGURA 30 observa-se uma consulta em linguagem SQL na camada Área de Colheita com a qual foi possível gerar relatório, com os campos: nome da fazenda; nome do projeto; espécie; mês da colheita; ano da colheita; e número de talhão; com o uso do operador (!=), ou seja, que não relacionasse as informações referente ao talhão 4, e no campo de hectares com o uso do operador (>=), que trouxesse as informações igual ou acima de 1 hectare.

Entre com sua própria consulta SQL

```
SELECT faz_nom, proj_nom, n_talh, espec, ano_colh,
mes_colh, hectares FROM "AREA_COLHEITA" WHERE
n_talh != '4' AND hectares >= '1' ORDER BY gid ASC
```

SQL: [Clique aqui para ajuda](#)

FIGURA 30: CONSULTA COM LINGUAGEM SQL ÁREAS DE COLHEITA  
 FONTE: O autor (2011).

<b>Consulta Area Colheita</b>						
Faz Nom	Proj Nom	N Talh	Espec	Ano Colh	Mes Colh	Hectares
Faxinal	Faxinal	3	Taeda	2011	Janeiro	2.6123
Faxinal	Faxinal	5	Taeda	2011	Janeiro	4.8828
Faxinal	Faxinal	5	Taeda	2011	Fevereiro	4.3487
Faxinal	Faxinal	5	Taeda	2011	Marco	2.7580
<b>Somatório de Áreas (ha)</b>						<b>14.6018</b>

FIGURA 31: TABELA DA CONSULTA ÁREAS DE COLHEITA  
 FONTE: O autor (2011).

Com os exemplos de consultas criadas e relatórios gerados apresentados observou-se que a aplicação SIG *Web* poderá responder às necessidades da empresa. Ainda nesta aplicação existem ferramentas de medir distância, calcular área, identificador de feições, controle de *zoom*, ferramenta de arraste do mapa, ferramentas de avançar e voltar e escala inicial, proporcionando assim, maior interatividade com os mapas.

## 5 CONCLUSÃO

Com a revisão bibliográfica foi possível conceituar e contextualizar sobre Sistemas de Informação Geográfica que permitiram a compreensão dos procedimentos para o desenvolvimento deste trabalho.

Foi possível identificar junto ao usuário as suas necessidades que vieram a motivar e nortear o desenvolvimento do sistema e permitiram que as mesmas pudessem ser satisfeitas com o uso de um SIG na *web*. Para isso foi projetado um banco de dados geográfico para a formação de um cadastro florestal e foi integrado com a base cartográfica da empresa. Isso permitiu a criação de mapas temáticos, a organização, a atualização e a visualização da distribuição espacial dos dados espaciais, bem como a realização de consultas e gerar relatórios, sobre as informações que atendam às necessidades da empresa.

Pelo fato dos materiais e métodos aplicados neste trabalho abrangerem *softwares* livres tornou-se o custo do desenvolvimento economicamente mais viável para o projeto piloto.

Assim, espera-se que o projeto piloto SIG *web* seja implementado no Setor de Mapeamento e Planejamento da empresa Madem Florestamento Ltda, e que este trabalho venha a contribuir com o desenvolvimento de novas aplicações na área de SIG Web nos setores públicos e privados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, A., F., B., **Iniciando em Geoprocessamento.** Disponível em: <<http://people.ufpr.br/~felipe/sig.pdf>>. Acesso em dezembro 2011.

ARONOFF, S., **Geographic Information Systems: A Management Perspective.** WDL Publications, Ottawa, Canadá, 1989.

ASSAD, E. D. **Sistema de Informações Geográfica. Aplicações na Agricultura. 2ª edição, revisada e ampliada.** Embrapa-SP/ Embrapa-Cpac. Brasília. 1998.

PINA, Maria de Fátima. **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartográfica.** Brasília: OPAS, 20a ed, 2000.

CÂMARA, G., CASANOVA, M., HEMERLY, A., MAGALHÃES, G., MEDEIROS, C. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica.** Campinas: Instituto de Computação, UNICAMP, 1996.

CÂMARA, G., DAVIS, C., MONTEIRO, A., M., V. **Introdução à Ciência da Geoinformação** INPE, 2001.

COLLINS, M.G., STEINER, F.R., RUSHMAN, M.J., **Land-Use Suitability Analysis In The United States: Historical Development And Promising Technological Achievements.** Environmental Management, 2001.

DSC Departamento de Sistema e Computação. **Rational Rose.** Disponível em: <[http://www.dsc.ufcg.edu.br/~patricia/LabES/aulas/Tutorial\\_Rose.doc](http://www.dsc.ufcg.edu.br/~patricia/LabES/aulas/Tutorial_Rose.doc)>. Acesso em: outubro 2011.

DSG Diretoria de Serviço Geográfico. **Projeto SIG – SIG WEB.** Disponível em: <<http://www.dsg.eb.mil.br/index.php/projetos-e-convenios/sig?start=1>>. Acesso em: outubro 2011.

FERRARI, R. **Viagem ao SIG: planejamento estratégico, viabilização, implantação e gerenciamento de sistemas de informação geográfica.** Curitiba, 1997.

FORESMAN, Tim 1997 **The History of GIS (Geographic Information Systems): Perspectives from the Pioneers**. Prentice Hall Series in Geographic Information Science. Prentice Hall PTR; 1st edition, (November 1997).

FURQUIM, Antonio Jorge; FURQUIM, Maysa Portugal de Oliveira. **Principais Características e Diferenças Entre Sistemas SIG Desktop e SIG Web**. Esteio Engenharia e Aerolevanteamento S.A., Artigo UFPR, 2009.

GEO.NET. **PostGis/Portal Geo.Net**. Disponível em: <<http://postgis.refrations.net/>>. Acesso em: outubro 2011.

GIS.COM. **Geographic InformationSystem. What Can I do with GIS?** Disponível em: < <http://www.gis.com/content/what-can-i-do-gis>>. Acesso em: outubro 2011.

GVSIG **Geógrafo e o Mundo**. Disponível em: <<http://www.edermileno.ggf.br/2008/03/06/o-que-e-gvsig/>> Acesso em: outubro 2011.

INPE. **Mapa SIG TerraView 4.0.0**. São José dos Campos, SP: INPE, 2010. Disponível em [www.dpi.inpe.br/terraview](http://www.dpi.inpe.br/terraview). Acesso em: outubro 2011

MACHADO, João Reis (2000) **A Emergência dos Sistemas de Informação Geográfica, na Análise e Organização do Espaço**, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, Fundação para a Ciência e da Tecnologia.

MCHARG, I.L., **Design With Nature**, Wiley, New York, 1969.

MEIRELLES, M., S., P., **Análise Integrada do Ambiente através de Geoprocessamento – Uma Proposta Metodológica para Elaboração de Zoneamentos**. Rio de Janeiro. IGEO-UFRJ. 1997. Tese de Doutorado.

MIRANDA, J. I. **Diretivas para disponibilizar mapas na Internet**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2002.

MIRANDA, J. I. **Publicando mapas na Web: servlets, applets ou cgi?**. Embrapa Informática Agropecuária, 2003. Disponível em: <<http://www.cnptia.embrapa.br/files/doc28.pdf>> Acesso em: dezembro 2011.

MITCHELL, T. **Web Mapping Illustrated: Using Open Source GIS Toolkits**, O'Reilly Media, Inc. 2005.

NOBRE, S.R.; RODRIGUEZ, L.C.E.; SILVEIRA, L.E.S.; SIMÕES, G.D.O.; **Componentes Básicos de um Modelo Relacional de Dados para a Gestão Florestal**. Silva Lusitânia, Lisboa, 2004, v.12, v. especial, p.103-117.

PINA, M.F. & CRUZ, C.M, **Estrutura de Dados e Métodos de Aquisição de Dados in Apostila de Fundamentos em Cartografia do I Curso de Especialização em Geoprocessamento**,LAGEOP/UFRJ, 1999.

PINTO, Inês. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica – SIG**. Instituto de Investigação Científica Tropical, Rio de Janeiro: IICT, 2009.

RIBEIRO, G; CÂMARA, G **Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica**. São José dos Campos: INPE, 2004.

RODRIGUES, M; QUINTANILHA, J.A. **Seleção de Software SIG Para Gestão Urbana**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA. São Paulo, 1991.

ROSA, R. **Sistema de Informações Geográficas**. Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 2004.

SILVA, J., B., LIMA, L., C., ELIAS, D., DANTAS, E., W., C. **Panorama da Geografia Brasileira**, Vol. 2, 2006.

STEINITZ, C., PARKER, P., JORDAN, L., **Hand Drawn Overlays: Their History And Prospective Uses**. Landscape Architecture 1976.

TAYLOR D. R. F. **Uma Base Conceitual para a Cartografia: Novas Direções para a Era da Informação**. Caderno de Textos – Série Palestras, São Paulo, v. 1, n.1, ago., 1994. p. 11-24;

TSOU, Ming-Hsiang. **Internet GIS: distribued geographic information services for the internet and wireless networks**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2003.

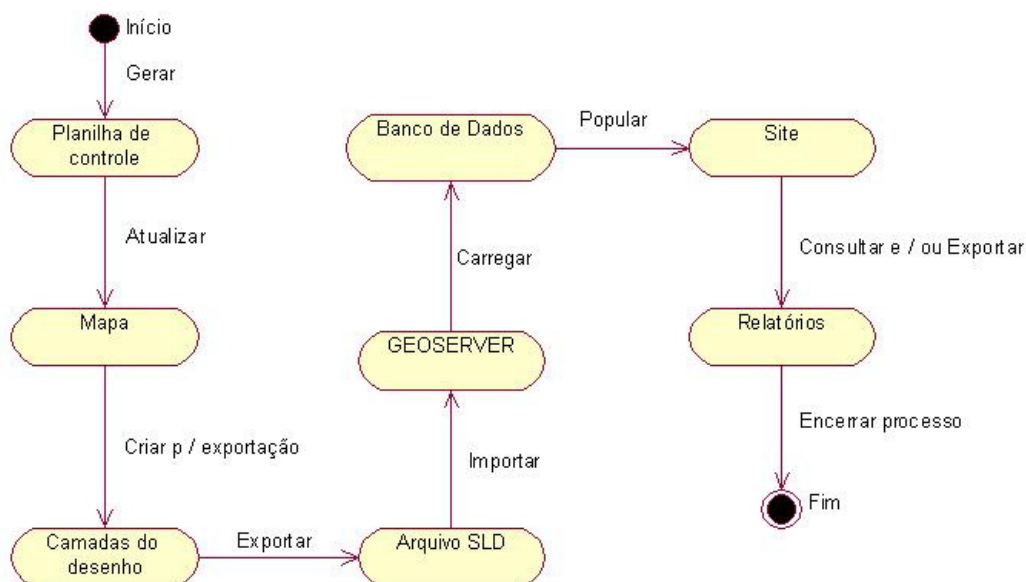
TERRALIB. **Open Source GIS Library for Large-scale Environmental and Socio-economic Applications**. Disponível em: <<http://www.terralib.org/php/about.php?body=AboutTL>>. Acesso em: outubro 2011.

UNERJ – LAB/GIS. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. **Apostila dos cursos de extensão do Labgis**. Rio de Janeiro: UNERJ, 2009.

**ANEXO I**  
**Diagrama de Atividades**

O objetivo do diagrama de atividades é mostrar o fluxo de atividades em um único processo e como as atividades dependem uma da outra,

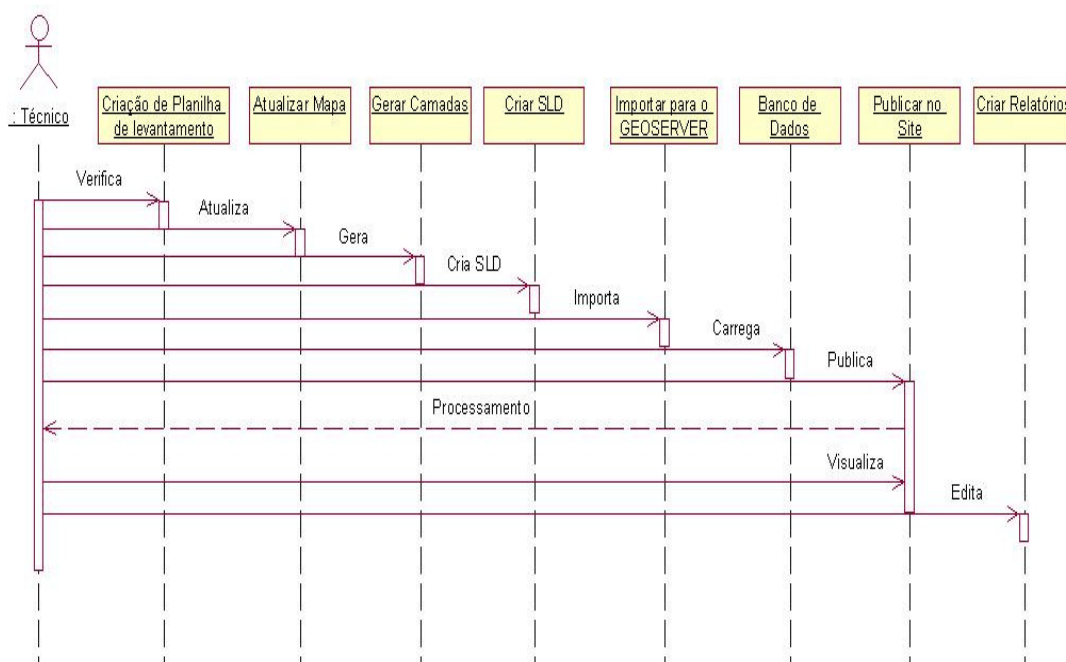
Diagrama de Atividade - Operação Técnica



O diagrama de atividades do sistema tem seu início com a planilha de controle para alimentar os mapas e banco de dados, a seguir a próxima atividade será de atualizar o mapa com as informações do levantamento o técnico pode transcrever os dados, com a criação das camadas que são necessárias para exportar ao servidor, a atividade de arquivo de *SLD* que é gerado após a criação das camadas serão importadas para o GeoServer que é o *software* responsável para disponibilizar as camadas no *site* com o bando de dados PostgreSQL responsável em disponibilizar as informações tabulares para consultas em seguida a atividade de *site* que irão conter as informações disponíveis para consulta e relatórios e finalizando a atividade de relatórios com as saídas dos mapas publicados.

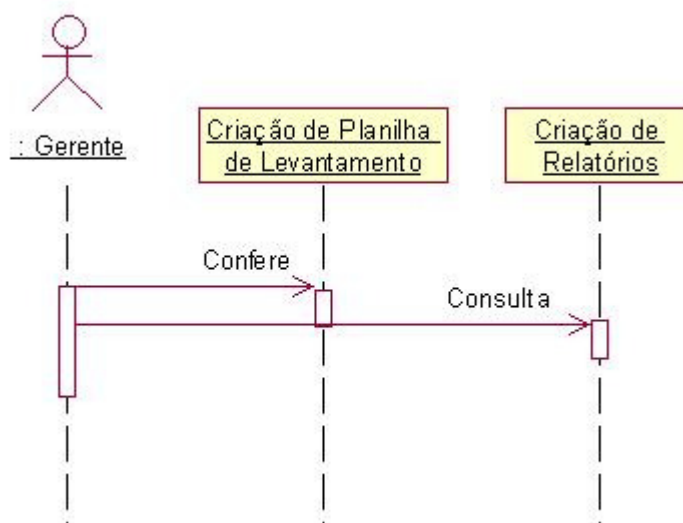
**ANEXO II**  
**Diagrama de Seqüência Ator Técnico**

Consiste em um diagrama que tem o objetivo de ilustrar como as mensagens entre os objetos são trocadas no decorrer do tempo para a realização de uma operação.



A descrição do diagrama de seqüência do ator técnico tem seu início com a ação de verificar a planilha de levantamento, em seguida irá atualizar o mapa, após irá gerar camadas do mapa, a próxima ação será de criar *SLD* que é fundamental para a importação para o servidor de mapas GeoServer, em seguida o ator irá importar os *SLD* para o GeoServer, o próximo passo será de carregar as informações para o banco de dados, irá publicar as informações do banco de dados e por fim irá criar relatórios para consulta e análises.

**ANEXO III**  
**Diagrama de Seqüência Ator Gerente**



A descrição do diagrama de seqüência do ator gerente tem seu início com a ação de conferir a planilha de levantamento e após irá consultar relatórios gerados no *site*.

**ANEXO IV**  
**Trecho do Código Fonte para**  
**Desenvolvimento da Interface**

Trecho do código fonte da publicação dos dados espaciais no servidor com uma interface básica.

```

<script src="http://maps.google.com/maps/api/js?sensor=false&v=3.2"></script>
<script src="/OpenLayers-2.11/OpenLayers.js" type="text/javascript"></script>
<script src="/OpenLayers-2.11/lib/OpenLayers/Lang/pt.js" type="text/javascript"></script>
<script defer="defer" type="text/javascript">

OpenLayers.ProxyHost="/cgi-bin/proxy.cgi?url=";

// evitando o carregamento dos tiles rosas
OpenLayers.IMAGE_RELOAD_ATTEMPTS = 2;
// escala de acordo com a especificação WMS
OpenLayers.DOTS_PER_INCH = 25.4 / 0.28;
OpenLayers.Util.onImageLoadErrorColor = "transparent";
    OpenLayers.Lang.setCode('pt');

function initMap() {

    // if this is just a coverage or a group of them, disable a few items,
    // and default to jpeg format
    format = 'image/png';

    var bounds = new OpenLayers.Bounds(
        -5535508.551, -3015333.342,
        -5531675.131, -3010401.882
    );
    var options = {
        maxExtent: bounds,
        scales: [75000, 50000, 25000, 20000, 15000, 12500, 10000, 9000, 8000, 7000, 6000, 5000,
2500, 1000, 200],
        projection: "EPSG:900913",
        units: 'm'
    };

    Ext.onReady(function() {

        map = new OpenLayers.Map('map_element', options);

        // Base Layers

        var mun = new OpenLayers.Layer.WMS(
            "Limites Municipais", "http://localhost:8080/geoserver/faxinal/wms",
            {

```

```

layers: 'faxinal:SUL_BR',
format: format,
tilesOrigin : map_maxExtent.left + ',' + map_maxExtent.bottom
    },

    {buffer: 0, displayOutsideMaxExtent: true, isBaseLayer: true
    }
    );
var google_physical = new OpenLayers.Layer.Google(
    "Google Physical",
    {type: google.maps.MapTypeId.TERRAIN,
    sphericalMercator: true}
    );

var google_hybrid = new OpenLayers.Layer.Google(
    "Google Hybrid",
    {type: google.maps.MapTypeId.HYBRID,
    sphericalMercator: true}
    );

// Data Layers
var perimetro = new OpenLayers.Layer.WMS(
    "Perimetro", "http://localhost:8080/geoserver/faxinal/wms",
    {
        LAYERS: 'faxinal:Limites',
        format: format,
        transparent: true
    },
    {singleTile: true, ratio: 1, isBaseLayer: false, visibility: true}
    );

var nativa = new OpenLayers.Layer.WMS(
    "Floresta Nativa", "http://localhost:8080/geoserver/faxinal/wms",
    {
        LAYERS: 'faxinal:FLORESTA_NATIVA',
        format: format,
        transparent: true
    },
    {singleTile: true, ratio: 1, isBaseLayer: false, visibility: true}
    );

var aplantada = new OpenLayers.Layer.WMS(
    "Área Plantada", "http://localhost:8080/geoserver/faxinal/wms",
    {
        LAYERS: 'faxinal:AREA_PLANTADA',
        format: format,
        transparent: true
    },
    {singleTile: true, ratio: 1, isBaseLayer: false, visibility: true}
    );

```

```

    );

    var acolheita = new OpenLayers.Layer.WMS(
        "Área Colheita", "http://localhost:8080/geoserver/faxinal/wms",
        {
            LAYERS: 'faxinal:AREA_COLHEITA',
            format: format,
                                transparent: true
        },
        {singleTile: true, ratio: 1, isBaseLayer: false, visibility: true}
    );

    var hidrografia = new OpenLayers.Layer.WMS(
        "Hidrografia", "http://localhost:8080/geoserver/faxinal/wms",
        {
            LAYERS: 'faxinal:HIDROGRAFIA',
            format: format,
                                transparent: true
        },
        {singleTile: true, ratio: 1, isBaseLayer: false, visibility: true}
    );

    var app = new OpenLayers.Layer.WMS(
        "APP", "http://localhost:8080/geoserver/faxinal/wms",
        {
            LAYERS: 'faxinal:APP',
            format: format,
                                transparent: true
        },
        {singleTile: true, ratio: 1, isBaseLayer: false, visibility: true}
    );

    var eixoestradas = new OpenLayers.Layer.WMS(
        "Eixos Estradas", "http://localhost:8080/geoserver/faxinal/wms",
        {
            LAYERS: 'faxinal:EIXO_ESTRADAS',
            format: format,
                                transparent: true
        },
        {singleTile: true, ratio: 1, isBaseLayer: false, visibility: true}
    );

    map.addLayers([mun, google_physical, google_hybrid, perimetro, acolheita, eixoestradas,
    aplantada, hidrografia, nativa, app]);

```