

UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
Colegiado de Ciência da Computação

Curso de Bacharelado em Ciência da Computação

**Desenvolvimento de Ferramenta de Software para
Manipulação, Disponibilização e Visualização de Dados
Georreferenciados**

Daniel Vitor Dordete Bortoluzzi

CASCABEL

2015

DANIEL VITOR DORDETE BORTOLUZZI

**DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA DE SOFTWARE PARA
MANIPULAÇÃO, DISPONIBILIZAÇÃO E VISUALIZAÇÃO DE
DADOS GEORREFERENCIADOS**

Monografia apresentada como requisito parcial
para obtenção do grau de Bacharel em Ciência
da Computação, do Centro de Ciências Exatas
e Tecnológicas da Universidade Estadual do
Oeste do Paraná - Campus de Cascavel

Orientador: Prof. Dr. Rogério Luis Rizzi

CASCADEL

2015

DANIEL VITOR DORDETE BORTOLUZZI

**DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA DE SOFTWARE PARA
MANIPULAÇÃO, DISPONIBILIZAÇÃO E VISUALIZAÇÃO DE
DADOS GEORREFERENCIADOS**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do Título de *Bacharel em Ciência da Computação*, pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, aprovada pela Comissão formada pelos professores:

Prof. Dr. Rogério Luis Rizzi (Orientador)
Colegiado de Ciência da Computação,
UNIOESTE

Prof. Dra. Claudia Brandelero Rizzi
Colegiado de Ciência da Computação,
UNIOESTE

Prof. Dr. Guilherme Galante
Colegiado de Ciência da Computação,
UNIOESTE

Eng. Cartog. Rafael Rodrigo Scherer
Secretaria de Planejamento do Município
Cascavel - PR

Cascavel, 15 de fevereiro de 2016.

EPÍGRAFE

“Conhecer o homem – esta é a base de todo o sucesso.”

(Charles Chaplin)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado saúde e força para seguir meu caminho.

Aos meus pais, por me apoiarem em todos os momentos de minha vida.

Aos meus professores, em especial aos meus orientadores, por todo o conhecimento passado e terem sido pacientes e compreensivos.

Aos meus amigos, pelo companheirismo que me ajudou e incentivou a seguir em frente nesta jornada.

De maneira geral, a todos que de alguma forma colaboraram para eu chegar até aqui. Sem vocês eu não teria conseguido nada.

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Estrutura geral de um SIG [Câmara et al., 2001].	5
Figura 4.1 – Exemplo de atividade com georreferenciamento realizada no software QGIS	19
Figura 4.2 – Exemplo de shapefile estilizado em atividade.	21
Figura 4.3 – Os pacotes de códigos-fonte estão organizados visando facilitar a manutenibilidade do projeto, distribuindo as classes de acordo com o tipo de métodos implementados nelas.	22
Figura 4.4 – Propriedades e dependências contidas no arquivo pom.xml do projeto.	23
Figura 4.5 – Configurações para conexão com o Banco de Dados PostgreSQL.	23
Figura 4.6 – Exemplo de arquivo para geração de visualização de simulação no FerGeo.	25
Figura 5.1 – Tela inicial do FerGeo.	26
Figura 5.2 – Menus e barra de ferramentas do software.	27
Figura 5.3 – Tela para seleção de novo shapefile, exemplificando o carregamento do shapefile Bairros.shp	28
Figura 5.4 – Janela para personalização de camada, onde é possível alterar parâmetros significativos para interpretação de informações, dependendo do tipo de geometria que se está configurando a visualização (ponto, linha ou polígono).	29
Figura 5.5 – Mapa com as camadas selecionadas.	30
Figura 5.6 – Zoom aplicado ao mapa obtido na Figura 5.5, onde se destaca a região demarcada, detalhando melhor as ruas da cidade.	31
Figura 5.7 – Zoom para o nível de lotes na visualização, dando destaque para a região.	31
Figura 5.8 – Informações de um dos casos confirmados de dengue, destacando principalmente as datas referentes ao caso e endereço do indivíduo.	32
Figura 5.9 – Simulação no passo 1, de 100.	33
Figura 5.10 – Simulação no passo 10, de 100.	35
Figura 5.11 – Zoom para o nível dos lotes na simulação, destacando melhor a disposição dos lotes na quadra e melhorando a visualização dos agentes no espaço.	34

Lista de Abreviaturas e Siglas

SIG	Sistema de Informação Geográfica
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SGBDOR	Sistema Gerenciador de Banco de Dados Objeto Relacional
SQL	<i>Structured Query Language</i>
BLOB	<i>Binary Large Object</i>
ESRI	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
TB	Terabyte
GB	Gigabyte
OGC	<i>Open Geospatial Consortium</i>
GPL	<i>General Public License</i>
SE	<i>Standart Edition</i>
JDK	<i>Java Development Kit</i>
JRE	<i>Java Runtime Environment</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
MVC	<i>Model View Controller</i>

Sumário

Lista de Figuras	vi
Lista de Abreviaturas e Siglas	vii
Sumário	viii
Resumo	x
Capítulo 1 - Introdução	1
1.1 Motivação e Justificativa	2
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Organização do texto	3
Capítulo 2 - Sistemas de Informação geográfica	4
2.1 Arquitetura de um SIG.....	4
2.1.1 Arquitetura Dual	6
2.1.2 Arquitetura Integrada.....	6
2.2 Revisão Bibliográfica	7
Capítulo 3 - Descrição e Especificação do Software	11
3.1 Descrição da ferramenta	11
3.1.1 Organização dos dados	11
3.1.2 Disponibilização dos dados	12
3.1.3 O emprego da ferramenta	12
3.2 Funcionalidades e Requisitos	13
3.3 Tecnologias	14
3.3.1 ShapeFiles.....	14
3.3.2 PostgreSQL.....	15
3.3.3 PostGIS	15
3.3.4 JavaSE	16
3.3.5 GeoTools.....	16
3.4 Metodologia.....	17
Capítulo 4 - Desenvolvimento do Software	18

4.1 Coleta de requisitos	18
4.2 Atividades desenvolvidas	18
4.3 Estudo das Tecnologias.....	20
4.4 Implementação do FerGeo.....	21
4.4.1 Implementação das funcionalidades essenciais	21
4.4.2 Conexão com o Banco de Dados	23
4.4.3 Implementação do módulo de visualização de Simulação	24
Capítulo 5 Resultados e Testes.....	26
5.1 Ambiente.....	26
5.2 Atividades e Testes	27
5.2.1 Atividades de Visualização e Manipulação de Geoinformações	28
5.2.2 Atividades com Simulação	32
Capítulo 6 - Conclusões e Trabalhos Futuros	35
Referências Bibliográficas	37

Resumo

Neste Trabalho de Conclusão de Curso foi especificada e implementada uma ferramenta de software, a FerGeo, que oferece suporte a dados georreferenciados objetivando apoiar o gerenciamento e a visualização de geoinformação. O Sistema disponibiliza funções básicas para a manipulação e disponibilização de informações georreferenciadas. Também possui funcionalidades mais específicas à visualização de arquivos provenientes de saídas de simulações. Além disso, disponibiliza uma base de dados histórica relativa à dengue que centraliza vários dados e arquivos necessários para trabalhos ligados à enfermidade. FerGeo é, de fato, a materialização das necessidades de software de apoio demandada pelas equipes que trabalham com pesquisa no âmbito de epidemiologia computacional na UNIOESTE. Embora a motivação inicial tenha sido a dengue, a ferramenta não se restringe a ela, uma vez que os arquivos e formatos manipulados pela ferramenta são padrões amplamente utilizados, tornando-a versátil e extensível à outras necessidades que envolvem tais tipos de dados. Foi implementada utilizando a linguagem de programação JAVA, juntamente com a API GeoTools, provendo suporte para manipulação e tratamento de dados geográficos. As classes e métodos foram implementadas visando o reaproveitamento de código, pois objetiva-se integrar a FerGeo com outros Sistemas futuramente, de modo que sua elaboração foi realizada considerando que as funcionalidades aqui implementadas deverão ser aproveitadas em outros sistemas. Espera-se que ela faça parte de um ambiente que reúne, entre outros requisitos desejáveis, a possibilidade de manipulação e visualização de arquivos com informações georreferenciadas, considerando suas variações espaço-temporalmente.

Palavras-chave: Sistema de Informação Geográfico, Georreferenciamento, Simulações com Dengue.

Capítulo 1

Introdução

Este trabalho de conclusão de curso objetivou realizar uma abordagem sobre tecnologias e ferramentas que fornecem suporte para trabalhos com dados geográficos, bem como apresentam o desenvolvimento de um software de apoio à execução de atividades que se relacionam com informações georreferenciadas. Neste capítulo são detalhadas as concepções a respeito deste projeto.

Softwares que utilizam geoprocessamento são utilizados por diversas áreas do conhecimento. Este tipo de sistema, também denominado de SIG, *Geographic Information Systems* ou Sistemas de Informações Geográficas, são aplicativos que tratam informações representadas no espaço geográfico e que são apresentadas em camadas, as quais são combinadas para gerarem mapas. A estas informações que podem ser representadas em mapas, a partir de um sistema de coordenadas, se dá o nome de dados georreferenciados.

A procura por este tipo de sistema de informação tem levado os desenvolvedores a se especializar a fim de desenvolver competências e técnicas para incorporar funções geográficas em seus softwares, dando suporte para alcançar resultados mais satisfatórios e que favorecem uma melhor interpretação, já que exibem informações em forma de gráficos e mapas, considerando a localização e referência dos dados no espaço.

Na UNIOESTE, desde 2007, está sendo desenvolvido um ambiente computacional sobre eventos epidemiológicos, em especial sobre a dengue, que ocorrem no município de Cascavel. Este projeto, que utiliza diversos tipos de dados georreferenciados, necessita de uma ferramenta que ofereça funcionalidades e operações adequadas para visualização e análise dessas informações geográficas. Existem várias ferramentas SIG disponíveis na internet e que disponibilizam uma grande variedade de operações sobre dados georreferenciados. Porém, para a equipe que trabalha com dengue na UNIOESTE [Rizzi et al. 2015], existem necessidades específicas que requerem um tratamento particular e que não são facilmente

realizadas em softwares SIG convencionais.

Tendo em vista esta carência, é importante a disponibilização de uma aplicação SIG que traga soluções para a organização, tratamento e disponibilização das informações georreferenciadas que são utilizadas pela equipe de dengue na UNIOESTE.

1.1 Motivação e Justificativa

A utilização de um software SIG adequado traz significativas contribuições na utilização e interpretação de informações, principalmente quando é necessária a análise de eventos e fatores que ocorrem no espaço geográfico. A tarefa de buscar soluções para manipulação de informações georreferenciadas exige um conjunto de ações que visa organizar, tratar e disponibilizar esses dados.

Desta forma, é possível produzir uma aplicação que funcione de forma eficiente e eficaz para determinado problema que envolva georreferenciamento. Tendo em vista que a equipe que trabalha com dengue manipula vários tipos de dados georreferenciados, é de relevância uma ferramenta SIG que ofereça diretamente as funcionalidades necessárias. O emprego de um software apropriado auxiliará no manuseio da informação, economizando tempo e tornando a execução do trabalho mais prática.

Considerando estes benefícios apresentados, se justifica a implementação da FerGeo, que é um software SIG que traz funcionalidades para a organização, tratamento e disponibilização de dados geográficos associados a informações, fatos e resultados de simulações que envolvem dengue na cidade de Cascavel.

1.2 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho foi o de realizar um estudo das tecnologias selecionadas que oferecem suporte para o desenvolvimento de Sistemas de Informação Geográfica, e desenvolver uma aplicação SIG que provê funcionalidades ajustadas para uma utilização específica, resolvendo os problemas de visualização e tratamento de dados georreferenciados relacionados à dengue, como já citado.

1.3 Organização do texto

Este trabalho está organizado em 6 capítulos. No capítulo 2 é apresentada a revisão bibliográfica, fazendo uma introdução sobre tecnologias e ferramentas escolhidas para o desenvolvimento do sistema e uma análise comparativa entre trabalhos que se assemelham à este em seus objetivos. No capítulo 3 é realizada a descrição e especificação da ferramenta FerGeo, detalhando as suas características e funcionalidades. O capítulo 4 trata do desenvolvimento do software, onde é colocado em prática o que foi apresentado, sendo possível compreender o que foi feito e como foi feito. No capítulo 5 é feita a discussão sobre os resultados, apresentando testes e casos de uso com o software. Finalmente, no capítulo 6, é feita a conclusão do trabalho, considerando as atividades realizadas e abordando os possíveis trabalhos que poderão ser feitos a partir do que foi desenvolvido.

Capítulo 2

Sistemas de Informação Geográfica

Neste capítulo realiza-se uma explanação sobre as ferramentas selecionadas para a implementação do software. São apresentadas as tecnologias, conceitos e métodos que envolvem o desenvolvimento de SIGs.

A terminologia Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é aplicada para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial. SIGs oferecem ao usuário do software uma visão aprimorada de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão relacionadas à sua localização geográfica – variável fundamental para o georreferenciamento. Para que isto seja possível, a geometria e os atributos dos dados num SIG devem estar georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados em um sistema de coordenadas [Câmara, 2001].

2.1 Arquitetura de um SIG

Devido a sua ampla gama de aplicações, que inclui usos na agricultura, cartografia e mapeamento urbano, existem três principais maneiras de se utilizar um SIG:

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

Neste trabalho, estas três formas de utilização de SIGs são usufruídas, visto a demanda por soluções que se pretende viabilizar. Para os casos citados, pode-se indicar que um SIG tem os seguintes componentes:

1. Interface com usuário;
2. Entrada e integração de dados;
3. Funções de consulta e análise espacial;
4. Visualização e plotagem;
5. Armazenamento e recuperação de dados, que são organizados sob a forma de um banco de dados geográficos.

Estes componentes se relacionam de forma hierárquica. No nível mais próximo ao usuário, a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado. No nível intermediário, um SIG deve ter mecanismos de processamento de dados espaciais, como a entrada, edição, análise, visualização e saída. No nível mais interno do software, um sistema de gerência de bancos de dados geográficos oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos. A ligação entre os dados geográficos e as funções de processamento do SIG é feita por mecanismos de seleção e consulta que definem seleções sobre o conjunto de dados [Câmara et al., 2001]. A Figura 2.1 ilustra a estrutura geral de um SIG.

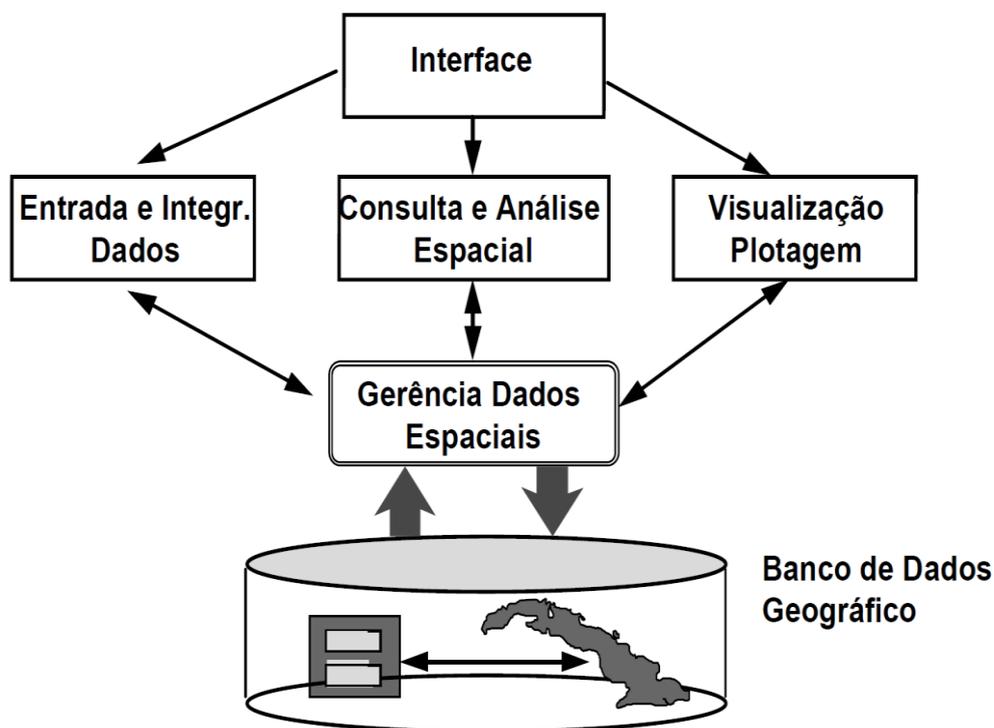


Figura 2.1 – Estrutura geral de um SIG [Câmara et al., 2001].

Atualmente, a principal diferença entre os SIGs é a forma como os dados geográficos são gerenciados. Ainda segundo [Câmara et al. 2001], há basicamente duas diferentes arquiteturas de SIGs que utilizam os recursos de um SGBD, a dual e a integrada, que são discutidas nas seções 2.1.1 e 2.1.2.

2.1.1 Arquitetura Dual

Na arquitetura dual, utiliza-se um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) relacional para armazenar os atributos convencionais dos objetos geográficos e arquivos para guardar as representações geométricas destes objetos. No modelo relacional, os dados são organizados na forma de tabela onde as linhas correspondem aos dados e as colunas correspondem aos atributos. A entrada dos atributos não espaciais é feita por meio de um SGBD relacional e para cada entidade gráfica inserida no sistema é inserido um identificador único ou rótulo, através do qual é feita uma ligação lógica com seus respectivos atributos não espaciais armazenados em tabelas de dados no SGBD [Câmara et al., 2001].

2.1.2 Arquitetura Integrada

Na arquitetura integrada tanto os dados espaciais quanto os dados alfanuméricos são armazenados em um SGBD. Tem como principal vantagem a utilização dos recursos da base de dados para o controle e manipulação de dados espaciais, como gerência de transações, controle de integridade e concorrência. Sendo assim, a manutenção de integridade entre os componentes espaciais e alfanuméricos é feita pelo SGBD. Há duas alternativas para a arquitetura integrada, a baseada em Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados relacionais, e a baseada em extensões espaciais de Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados Objeto Relacional (SGBDORs) [Câmara et al., 2001].

A arquitetura integrada baseada em um SGBD relacional utiliza campos BLOB (Binary Large Object), para armazenar os dados espaciais. Porém, isso traz desvantagens, pois como o SGBD trata esta coleção de dados como uma cadeia binária, não é possível conhecer a semântica do seu conteúdo. Além disso, os métodos de acesso espacial e as consultas devem ser implementadas pelo SIG, devido ao fato de o SGBD tratar os dados espaciais como uma cadeia binária e, por isso, não possui mecanismos eficientes para o seu tratamento. Adicionalmente, a linguagem SQL é limitada para tratamentos de campos BLOB [Câmara et al., 2001].

O outro tipo de arquitetura integrada consiste em utilizar extensões espaciais desenvolvidas sobre SGBDORs. Estas extensões contêm funcionalidades e procedimentos que permitem armazenar, acessar e analisar dados espaciais de formato vetorial. Como desvantagens dessa arquitetura, podem ser citadas a falta de mecanismos de controle de integridade sobre os dados espaciais e a falta de padronização das extensões da linguagem SQL. Os SGBDORs, também chamados de SGBDs extensíveis, oferecem recursos para a definição de novos tipos de dados e de novos métodos ou operadores para manipular esses tipos, estendendo assim seu modelo de dados e sua linguagem de consulta [Câmara et al., 2001].

Por isso, um SGBDOR é mais adequado do que um SGBD para tratar dados complexos, como dados geográficos, o qual não oferece esses recursos. Assim sendo, para o desenvolvimento do software FerGeo, foi utilizada a arquitetura integrada com extensões espaciais sobre o SGBDOR. No presente trabalho, o SGBDOR é o PostgreSQL e a extensão espacial é o PostGIS. Ambos estão discutidos a seguir.

2.2 Revisão Bibliográfica

O FerGeo é um software que utiliza metodologias e técnicas da Geoinformação objetivando organizar e disponibilizar dados heterogêneos georreferenciados, que estão dispersos em distintas bases. A falta de integração é um obstáculo às diversas atividades, sejam elas de cunho acadêmico ou técnico a exemplo da simulação do espalhamento da dengue em determinadas regiões, sejam elas de caráter prático, como as várias possibilidades de melhoria da eficiência no controle e combate aos vetores da dengue, assim como da gestão operacional dos agentes de saúde.

A revisão bibliográfica realizada indicou a não disponibilização de uma ferramenta com as características e funcionalidades do FerGeo, exceto aqueles de softwares GIS proprietários, como QGIS [QGIS, 2015], Spring [SPRING, 2015] e tantos outros que poderiam atender a demanda. Contudo, no contexto desse trabalho e no do Grupo de Pesquisa em que o autor está inserido, não é viável o uso de tais ferramentas, pois não é possível licenciá-las, mesmo porque o FerGeo será futuramente integrado ao Sistema de Informação para Aquisição, Manipulação e Tratamento de Dados sobre Dengue (SIGDENGUE), que é desenvolvido usando tecnologias de código aberto.

Não obstante a indisponibilização de ferramenta com as características pretendidas, a revisão bibliográfica focou alguns aspectos relevantes ao trabalho, como as ferramentas para

apoio e análise de dados georreferenciados, o georreferenciamento de dados heterogêneos e quanto à análise geográfica de doenças endêmicas.

Quanto as Ferramentas para apoio-análise de dados georreferenciados, em [Lacerda, 2014] é trabalhada a análise espacial de acidentes de trânsito com vítimas fatais no município de Goiânia. O objetivo foi o de utilizar um sistema de informação geográfica com uma base de dados georreferenciada, associando as ferramentas estatísticas espaciais, pretendendo verificar a existência de autorrelação espacial dos acidentes de trânsito e a presença de clusters. Os SIGs selecionados para a manipulação de dados foram o ArcGIS e o TerraView, e os dados foram aqueles disponibilizados em shapefiles fornecidos pela Prefeitura Municipal de Goiânia. Como resultado da pesquisa, obteve-se índices que apontam uma autocorrelação global positiva; também, os mapas temáticos relacionando os índices se mostraram eficientes indicadores do comportamento da distribuição espacial dos acidentes de trânsito.

Em [Máximo, 2004] é apresentada a importância de se utilizar tecnologias de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como meio de reduzir e prevenir o crescimento da violência nas cidades. O mapeamento dos crimes registrados atua como base para visualização de áreas problemáticas, análise espacial e prevenção da violência urbana. Através do levantamento e processamento de dados estatísticos, com a elaboração de mapas de crimes e a análise de dados georreferenciados, é possível obter valiosos subsídios para a identificação da ocorrência da violência, e para definição de estratégias a serem adotadas no controle e prevenção da criminalidade.

Já [Silveira e Ribeiro, 2010] apresenta uma metodologia para criação de um sistema de informações geográficas georeferenciadas em plataformas livres usando dados de domínio público para servir de instrumento na gestão de bacias hidrográficas. O processamento dos dados mapeados foi realizado utilizando o software gvSIG. Para o gerenciamento das informações que dizem respeito à bacia hidrográfica em estudo, é utilizado o sistema PostgreSQL com o plugin PostGIS. O resultado do trabalho foi um SIG, que é um instrumento para auxiliar os gestores e a comunidade na tomada de decisões e acompanhamento de ações de preservação e recuperação da bacia hidrográfica estudada. Vale salientar que as técnicas de compilação de dados e informações, criação do banco de dados espacial e os softwares utilizados podem ser aproveitados na elaboração de um SIG desta natureza para qualquer outra bacia hidrográfica e para outras aplicações.

Por fim em [Rios et al., 2008/2009] o objetivo é entender a distribuição espaço-temporal associada à tomada de decisões eficientes no controle de epidemias, aliando à compreensão da

difusão da doença e à eficiência das ações profiláticas e de controle. Para tanto foi elaborado um sistema de informações geográficas para a área urbana, adotando a quadra como unidade mínima de estudo, com base nos dados fornecidos pela Secretaria de Saúde de Araraquara. A partir do estudo, compreende-se que um sistema de informações geográficas associado a uma base de dados - torna-se, sem dúvida, um importante instrumento de avaliação dos riscos de epidemias, além de permitir a construção de diagnósticos mais precisos, propostas de tratamento, prevenção e controle da doença.

Mais escassos são os trabalhos de real interesse que tratem do georreferenciamento de dados heterogêneos. Um trabalho de identificado nesse sentido é o de [Ibañes, 2007], que desenvolveu o Geomedicina: sistema de visualização de fatores ambientais e doenças em mapas na internet. Neste trabalho emprega-se o Web Mapping em um sistema de visualização geográfica aplicado à Epidemiologia e à Geologia Médica no qual, através de navegação em mapas por servidores em rede, epidemiologistas e ambientalistas descobrem padrões espaciais até então desconhecidos. O trabalho utiliza tecnologias de sistemas de informação WEB, além de softwares que dão suporte ao uso de dados georreferenciados, como o SGBD PostgreSQL com o plugin PostGIS. Como resultado do trabalho, obteve-se um software capaz de gerar mapas temáticos com informações obtidas pela internet, simplificando a manipulação de dados. A visualização gerada auxilia a avaliação da etiologia de determinada doença ou a relação com outros fatores ambientais ou socioculturais.

E quanto à análise geográfica de doenças endêmicas, alguns trabalhos interessantes e mais relacionados com o presente são os de [Hino et al., 2008], que desenvolveu um estudo da distribuição espacial de doenças endêmicas no município de Ribeirão Preto (SP). Naquele trabalho é apresentado por meio de agravos de saúde (dengue, hanseníase e tuberculose), de que forma uma ferramenta de um sistema de informação geográfica permite a identificação de áreas heterogêneas, fornecendo subsídios para a escolha de estratégias e intervenções específicas de acordo com a necessidade dos moradores, bem como a priorização de recursos para grupos mais vulneráveis. A aplicação do SIG na pesquisa em saúde vem contribuir para a identificação de áreas geográficas e grupos da população que apresentam maiores riscos de adoecer ou morrer prematuramente e que, portanto, necessitam de maior atenção, seja preventiva, curativa ou de promoção da saúde. A partir do trabalho feito, é possível observar que a aplicação de um SIG na pesquisa em saúde oferece grandes possibilidades, pois possibilita a aplicação de novos métodos para a manipulação dos dados, tornando-se uma poderosa ferramenta para conexão entre saúde e ambiente.

Já no estudo de [Carneiro et al.] o objetivo é estimar áreas de risco para ocorrência de doenças endêmicas no Bairro Campo Limpo, situado na periferia de Feira de Santana (BA), usando técnicas de Geoprocessamento e análise espacial. Para isto, Realizou-se a distribuição espacial de cinco doenças endêmicas: dengue, diarreia, tuberculose, D.S.T. – doenças sexualmente transmissíveis e calazar, cada representada em planos específicos; após, efetuaram-se diversas análises exploratórias para, então, realizar o estimador de densidade. A partir dos resultados obtidos, é reconhecido que, devido à facilidade de análise e visualização a partir de produtos, imagens e mapas, gerados por tecnologias afins, uma das grandes capacidades de análise de dados georreferenciados é a sua manipulação para produzir novas informações que contribuam para uma melhor gestão das políticas públicas.

Em [Campara, 2013] são tratadas abordagens à avaliação de software implantado na Secretaria de Saúde de Timóteo, Minas Gerais, levando em consideração os quesitos de produtividade, inovação de ideias, satisfação dos usuários e controle gerencial do software, que tem por objetivo a melhoria na administração de informações, sobretudo de dados georreferenciados. O trabalho tem uma boa discussão sobre referenciais teóricos sobre SIGs e outras características de Sistemas de Informações. Descreve o uso de SIG na área da saúde e a percepção de gestores e usuários quanto os critérios citados, e analisa o impacto de utilização do SIG na gestão da Secretaria Municipal. Os resultados obtidos pelo autor indicam um ótimo desempenho nos quesitos do software avaliado, tendo que foi resultada uma média geral de 4,32 (na escala de 1 a 5). Sendo assim, percebeu-se uma interferência muito positiva do software no cotidiano dos usuários; o módulo de geoprocessamento agregou vários benefícios, possibilitando ações que auxiliaram o trabalho dos profissionais, confirmando os vários benefícios que este módulo traz às Secretarias de Saúde.

Capítulo 3

FerGeo: Descrição e Especificação do Software

Neste capítulo são apresentados alguns aspectos principais do software em desenvolvimento, discutindo as funcionalidades, como será utilizado e seus requisitos desejáveis.

3.1 Descrição da ferramenta

A ferramenta FerGeo é um software que emprega metodologias e técnicas da Geoinformação, com o intuito de organizar e disponibilizar este tipo de dado. O objetivo da FerGeo é proporcionar ao usuário um ambiente que permite a visualização e personalização de dados georreferenciados, auxiliando na elaboração, disponibilização e visualização de mapas, obtidos através de shapefiles que correspondem a região urbana de Cascavel e à resultados de simulações com dengue.

Apesar do foco com os testes e aplicação da ferramenta FerGeo serem para mapas da cidade de Cascavel, ela pode ser usada para qualquer aplicação que necessite de processos envolvendo georreferenciamento e que possam ser atendidos pelas suas funcionalidades, visto que a utilização de arquivos shapefile é amplamente utilizada para trabalhos com dados geográficos e, desta forma, padroniza a manipulação com este tipo de arquivo. A descrição dos principais objetivos e a maneira como são realizados é feita a seguir.

3.1.1 Organização dos dados

Atualmente, os dados que são utilizados no trabalho de gerenciamento e simulação com dengue estão dispersos, de modo que para executar alguma atividade envolvendo a manipulação destes dados georreferenciados é necessário a obtenção e carregamento de

distintos arquivos shapefile que contenham as informações de interesse. Para exemplificar, pode-se citar a atividade de visualizar os casos notificados de dengue de determinado período de tempo. A realização desta atividade requer o shapefile do mapa de Cascavel e outro que contenha as informações referentes aos casos notificados já georreferenciados. Estes arquivos devem ser abertos em uma ferramenta SIG e personalizados de acordo com a necessidade, para então ser possível a visualização de um mapa claro e de fácil interpretação.

Este problema de organização é prontamente resolvido com um banco de dados que contenha os shapefiles que são relevantes às atividades que envolvem o gerenciamento e simulação com dengue. Tendo em vista isso, uma das principais funções da FerGeo é organizar os dados em uma base que possa ser facilmente acessada e manipulada.

3.1.2 Disponibilização dos dados

A partir dos arquivos centralizados em uma base de dados, é necessária a disponibilização dos mesmos, fornecendo ao usuário uma forma ágil de acesso a eles. Isso é possível utilizando as funções que o Sistema Gerenciador de Banco de Dados dispõe. O PostgreSQL e o PostGIS oferecem os recursos necessários para que seja possível filtrar e personalizar consultas, podendo escolher as informações que se deseja manipular ou analisar, de acordo com a necessidade. A partir da coleta de requisitos feita juntamente com a equipe SIGDENGUE [Rizzi et al. 2015] são disponibilizados na ferramenta as funções fundamentais para aquisição e consulta de dados, oferecendo as funcionalidades que tratarão de realizar estas atividades.

3.1.3 O emprego da ferramenta

Considerando as funcionalidades e os dados que são utilizados na ferramenta FerGeo, seu uso é destinado a dar apoio ao gerenciamento de geoinformação e a simulações envolvendo dados referentes à dengue realizadas pela equipe, visto a necessidade de se centralizar e manipular os dados – tanto de mapas de Cascavel quanto de resultados das simulações – e poder visualizá-los juntos, tornando a interpretação do resultante das informações mais interativa, funcional e integrada, possibilitando que diferentes usuários com distintos propósitos possam usar proveitosa e agilmente a ferramenta.

Desta forma, as operações que podem ser realizadas no Sistema estão bem direcionadas aos trabalhos realizados pela equipe [Rizzi et al. 2015], já que tratam de dados e padrões específicos das atividades deles.

Assim, o software será utilizado principalmente para manipulação e visualização de arquivos no formato shapefile, que estarão disponíveis no banco de dados ou a partir de algum diretório do computador onde está instalado. A definição das funcionalidades, dos dados e dos padrões de arquivos já foram definidos e estão listados na seção 3.2.

3.2 Funcionalidades e Requisitos

Para que a FerGeo possa cumprir os objetivos propostos, os seguintes requisitos foram levantados e considerados necessários:

1. Viabilizar a manipulação de arquivos no padrão shapefile. Neste requisito, entende-se manipular como sendo a abertura do arquivo, visualização de seu conteúdo geográfico e personalização do mapa;
2. Utilizar ícones específicos para apresentar resultados em mapas, principalmente na estilização de pontos, para que eles sirvam como marcadores dos vários tipos de informação, diferenciando os dados que necessitam de uma representatividade distinta;
3. Realizar consultas sobre os dados que estão sendo manipulados no software. Um exemplo de consulta é buscar as informações de determinado lote no shapefile de Cascavel ou filtrar determinadas informações de um grupo de lotes;
4. Viabilizar a leitura de arquivo de saída de simulação, que é baseada em agentes computacionais, e apresentar em mapa as mudanças de estados em função do tempo. A saída da simulação é composta por um arquivo que contém coordenadas de pontos que representam agentes e atributos referentes a estes pontos;
5. Permitir o acompanhamento da trajetória, num determinado cenário de simulação, disposto em mapa especificamente gerado, de um determinado agente na simulação com dengue;
6. Apresentação de gráficos que contenham informações sobre a simulação com dengue e fatores relacionados a dados climáticos.

Como atualmente o uso do software está relacionado com fatos e fenômenos ocorridos e simulados na cidade de Cascavel, os seguintes arquivos shapefile são necessários:

- Arquivos de Lotes;
 - Arquivos de Quadras;
 - Arquivo de Logradouros;
 - Mapa Hidrográfico;
 - Unidades censitárias com dados do IBGE;
 - Localidades utilizadas pelo Setor de Controle de Endemias;
 - Macrorregiões;
 - Mapa dos casos confirmados de dengue;
 - Pontos estratégicos referentes a ocorrências envolvendo dengue;
- Além desses arquivos shapefile, serão disponibilizados os seguintes arquivos de variáveis:
- Climáticas: direção do vento, precipitação, pressão, radiação solar, temperaturas máxima, média e mínima, umidade relativa do ar, velocidade da rajada e velocidade do vento;
 - Dados do LIRAA ;
 - Dados sobre mutirões;
 - Dados da dinâmica de movimentação de humanos, resultados da aplicação do questionário origem/destino;

3.3 Tecnologias

Nesta seção são listadas e explicadas as tecnologias aplicadas no desenvolvimento do software FerGeo.

3.3.1 ShapeFiles

Arquivos com extensão Shape correspondem a um formato de arquivo que contém informações geoespaciais em formato vetorial para serem usados nos sistemas de informações geográficas. Desenvolvido e mantido pela ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) [ESRI, 2015] o shapefile é um formato de arquivo proprietário, mas mantém uma interoperabilidade com diversos softwares, fazendo com que ganhe grande popularidade.

O padrão shapefile é composto por três arquivos, sendo um arquivo principal, um arquivo de indexação e uma tabela dBASE. No arquivo principal (.shp) são guardadas as feições geométricas, no arquivo de índices (.shx) cada registro contém uma referência dos dados do arquivo principal, e o arquivo dBASE (.dbf) contém uma tabela com os dados alfanuméricos

dos atributos espaciais [ESRI, 1998]. Além destes três arquivos principais, existem mais oito opcionais, que são voltados para fins específicos de determinados softwares, visando melhorar a operabilidade.

Para a manipulação de dados geográficos no software FerGeo, será utilizado o padrão shapefile, visto ser o mais largamente usado na área de geoprocessamento e possuir características que facilitam a manipulação e interoperabilidade com as outras ferramentas selecionadas para este trabalho.

3.3.2 PostgreSQL

Trata-se de um SGBDOR de código aberto e pode ser executado em vários Sistemas Operacionais. Possui funcionalidades como replicação assíncrona, registrador de transações sequencial, um sofisticado planejador de consultas, controle de concorrência multiversionado, entre outras funcionalidades. Dentre suas principais características estão a possibilidade de criação de tabelas com capacidade de até 32 TB, tuplas com capacidade de até 1.6 TB e atributos com limite de 1GB de capacidade de armazenamento. Além disso, não possui restrição quanto à quantidade de tuplas que podem ser armazenadas em uma tabela e podendo ser criadas em um única tabela até 1600 colunas, dependendo do tipo de dado armazenado [PostgreSQL, 2015].

3.3.3 PostGIS

PostGis é uma extensão espacial do SGBDOR PostgreSQL, que fornece suporte para o trabalho com objetos geográficos e permite que o servidor do PostgreSQL, seja usado como apoio para execução de funções espaciais para sistemas SIG, assim como ocorre como a extensão do Oracle Spatial da Oracle. O PostGIS segue o padrão OGC (*Open Geospatial Consortium*) e foi certificado como compatível com os tipos e funções de perfil geoespacial. Vem sendo desenvolvido como software de código aberto e é liberado sobre a licença GNU GPL (*General Public License*) [GNU, 2015]. A comunidade colaboradora do PostGIS continua seu desenvolvimento, trabalhando na parte de interface com usuários, suporte a topologias básicas, validação de dados e transformação de coordenadas. A extensão espacial do SGBD PostgreSQL, vem se tornando cada vez mais conhecida e utilizada em sistemas SIG [PostGIS, 2015].

3.3.4 JavaSE

A plataforma Java SE é uma ferramenta de desenvolvimento para a plataforma Java, que contém todo o ambiente necessário para a criação e execução de aplicações na linguagem Java. A tecnologia é composta de dois produtos, sendo uma o JDK (*Java Development Kit*) e a outra o JRE (*Java Runtime Environment*). O JDK é um kit de desenvolvimento Java fornecido pela Oracle e é constituído por um conjunto de programas que engloba compilador, interpretador e utilitários que fornecem um pacote de ferramentas para o desenvolvimento de aplicações Java. O JRE fornece bibliotecas, máquina virtual e outros componentes para executar applets e aplicativos.

A utilização da plataforma JavaSE é justificada pelo fato de ser facilmente incorporada aos softwares de gerenciamento de banco de dados e porque é a base para a biblioteca GeoTools, que será apresentada a seguir.

3.3.5 GeoTools

GeoTools é uma API (*Application Programming Interface* ou Interface de Programação de Aplicativos) Java de código aberto que implementa especificações do Open Geoespacial Consortium (OGC) para trabalhar com dados vetoriais e do tipo raster. Fornece várias Classes e Interfaces para disponibilizar funcionalidades espaciais para desenvolvimento juntamente com o JavaSE. É composta por variados módulos que permitem:

- Acessar dados espaciais em formato de arquivos e banco de dados espaciais;
- Trabalhar com um grande número de projeções;
- Filtrar e analisar dados espaciais e não espaciais;
- Montar e exibir mapas com estilos complexos;
- Criar e analisar gráficos e redes.

É uma API utilizada no desenvolvimento de aplicações voltadas ao Geoprocessamento, tornando possível a criação de sistemas que vão desde aplicações simples, como pequenas aplicações SIG, até mesmo aplicações maiores, como servidores de Mapas. GeoTools permite a exploração de dados contidos em arquivos armazenados fisicamente em discos, como também a comunicação com SGBDs, dessa maneira permite o desenvolvimento tanto de aplicações com arquitetura DUAL, como arquitetura integrada [GeoTools, 2015].

3.4 Metodologia

O processo de implementação do software FerGeo, seguiu especificações da Engenharia de Software, tendo como objetivo gerar um sistema que permite fácil manutenção e futura extensibilidade. Desta forma, o projeto segue padrões de qualidade, que fornecem um software que atenda aos requisitos desejados como produto final e possibilita ser alterado posteriormente de forma simples.

Para se realizar o desenvolvimento do software, está sendo usada a metodologia ágil. Segundo Pressman [Pressman, 2001].

A engenharia de software ágil combina filosofia com um conjunto de princípios de desenvolvimento. A filosofia defende a satisfação do cliente e a entrega de incremental prévio; equipes de projetos pequenas e altamente motivadas; métodos informais; artefatos de engenharia de software mínimos e, acima de tudo, simplicidade no desenvolvimento geral. Os princípios de desenvolvimento priorizam a entrega mais que a análise e projeto (embora essas atividades não sejam desencorajadas); também priorizam a comunicação ativa e contínua entre desenvolvedores e clientes.

Sendo assim, é priorizada a interação com a equipe que utilizará o software, e a entrega do produto, mas sem deixar de lado os formalismos necessários, como documentação e especificação formal.

Tendo em vista a necessidade de se desenvolver um software que possa ser facilmente melhorado futuramente, está sendo utilizado o padrão de projeto para desenvolvimento MVC (*Model-View-Controller*) [MVC, 2015]. Este padrão permite o desenvolvimento do código em partes separadas, dividindo as funções em rotinas menores, tornando o código mais compreensível. No *Model* (modelo), são representados os dados e as regras que governam o acesso e a atualização dos dados. A *View* (visão) especifica exatamente como os dados do modelo devem ser apresentados. O *Controller* (controlador) traduz as interações do usuário com a *View*, através de ações que o *Model* irá executar.

Capítulo 4

Desenvolvimento do Software

À elaboração do software FerGeo, desde a ideia inicial até o seu desenvolvimento, foram realizadas reuniões para coleta de requisitos, para estudo das tecnologias de apoio e atividades para familiarização com estas ferramentas, até chegar à implementação propriamente dita.

As etapas realizadas para se chegar a um software SIG de qualidade estão exemplificadas neste capítulo.

4.1 Coleta de requisitos

O processo de especificar o software FerGeo foi realizado a partir de reuniões com a equipe [Rizzi et al. 2015], onde foram coletados os requisitos e funcionalidades necessárias à ferramenta. Essas reuniões foram realizadas periodicamente, com o intuito de conhecer os trabalhos com simulação e gerenciamento de dados geográficos, e levantar as necessidades que neles envolvem georreferenciamento.

Além disso, foram realizadas várias atividades envolvendo georreferenciamento em outras ferramentas SIG como, por exemplo, no software QGIS [QGIS, 2015]. Estas atividades serviram para dar melhor embasamento de visualização de geoinformação e servir de direcionamento à para implementação na FerGeo.

4.2 Atividades desenvolvidas

As atividades realizadas anteriormente à implementação, foram fundamentais para que se pudesse especificar um software que trouxesse bons resultados. O manuseio com outras

ferramentas SIG, desde a forma de se utilizar o sistema, até a visualização das informações georreferenciadas, serviu de preparo para a elaboração de um software mais eficiente nas tarefas específicas que são realizadas com dados envolvendo dengue.

Um exemplo de atividade desenvolvida está representado na Figura 4.1. É possível observar uma quadra da cidade de Cascavel onde os lotes foram personalizados com uma grade regular apropriada a cada tipo e vários ícones estão dispostos nesta grade, representando agentes no espaço.

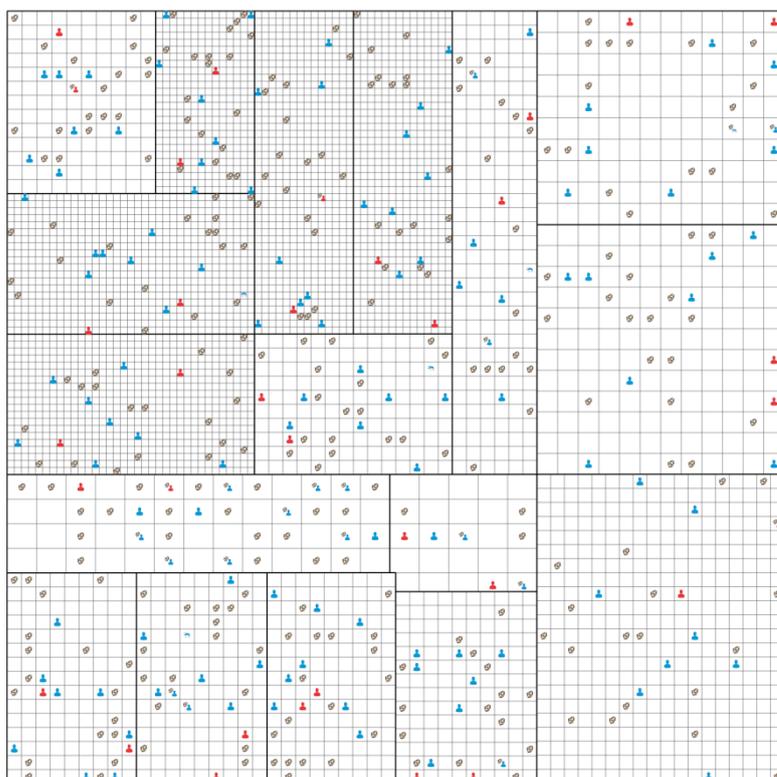


Figura 4.1 – Exemplo de atividade com georreferenciamento realizada no software QGIS

Para a realização desta visualização, foi necessária a personalização dos lotes, a criação de um shapefile de pontos que representam agentes no mapa, e a estilização destes pontos a partir de seus atributos, para poder diferenciar os mesmos na representação gráfica. Todas estas etapas exigiram tarefas adicionais, já que existiu a necessidade de organização e tratamento das informações de interesse, para então ocorrer a geração do mapa.

Para um projeto onde é necessário criar vários mapas como este, a realização de todas estas atividades demora a ser completada, tornando o processo pouco eficiente. Este fato deixa

clara a necessidade de uma ferramenta que possa realizar todas as etapas de forma mais automática, gerando mapas mais rapidamente.

Sendo assim, foi definido que uma das especificações da FerGeo é a geração de mapas temáticos de forma mais automática, sem que exista a necessidade do usuário se preocupar com tarefas mecânicas e que tomam tempo.

4.3 Estudo das Tecnologias

A partir do software especificado, iniciou-se o estudo de quais seriam as ferramentas mais apropriadas para se utilizar na implementação. A escolha das tecnologias, que já foram apresentadas no Capítulo 2, seguiu critérios como a facilidade de desenvolvimento e flexibilidade para futuros trabalhos, podendo oportunizar para que a ferramenta FerGeo possa ser incorporada ou atualizada com novas funções de acordo com a melhor forma para seu uso.

Feitas as escolhas, foi necessário o estudo das tecnologias, que foi realizado a partir da documentação disponibilizada nos sites oficiais de cada ferramenta e de materiais de apoio encontrados na internet, assim como na literatura técnica disponível. Para entender o funcionamento de cada parte do software, foram realizadas várias atividades na forma de tutoriais, visando criar funcionalidades simples que poderiam ser compreendidas, para depois serem inseridas como funções na ferramenta FerGeo.

Um exemplo de atividade desenvolvida foi o estudo da classe que implementa funcionalidades de personalização de mapas. Esta classe e toda a explicação sobre sua implementação está disponível na página oficial da API GeoTools [GeoTools, 2015]. O resultado da implementação pode ser visualizado na Figura 4.2.

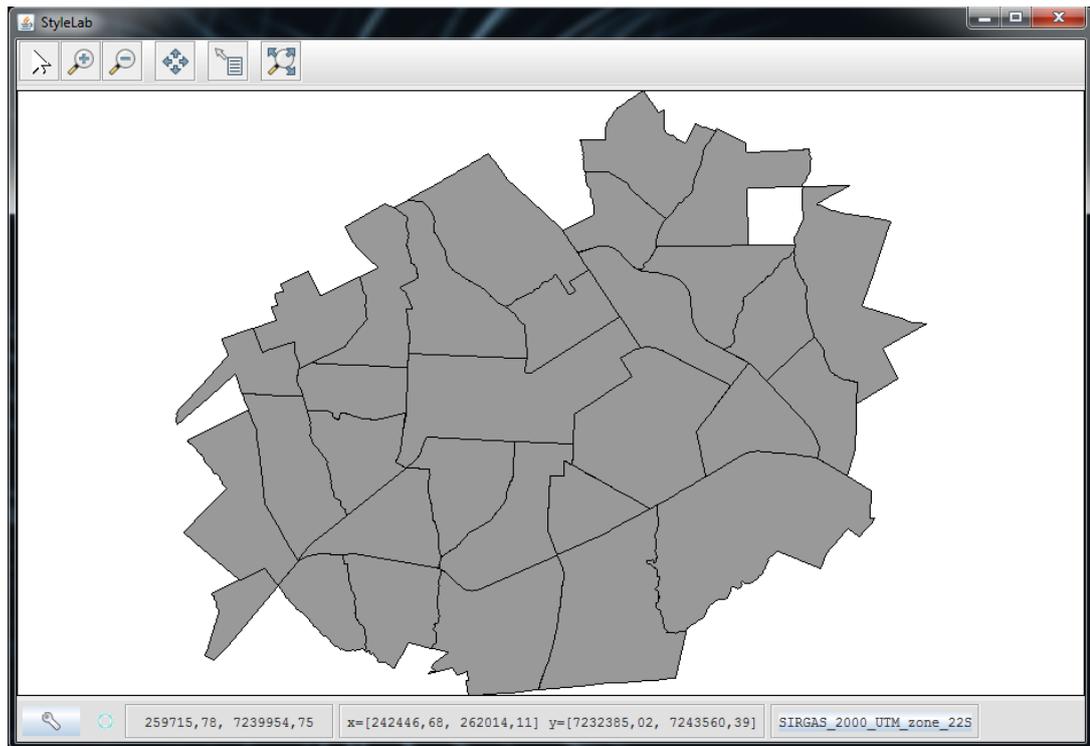


Figura 4.2 – Exemplo de shapefile estilizado em atividade.

Além dessa atividade, várias outras foram feitas para fins de estudo e treino com a utilização das tecnologias. Na próxima seção será tratado do desenvolvimento da implementação e detalhes técnicos importantes.

4.4 Implementação do FerGeo

Esta seção abordará as particularidades e detalhes do desenvolvimento do trabalho.

4.4.1 Implementação das funcionalidades essenciais

Após os testes e atividades, colocou-se em prática a implementação do software, que foi realizado utilizando o Ambiente de Desenvolvimento Integrado NetBeans. A Figura 4.3 abaixo mostra a disposição dos pacotes do código fonte do projeto FerGeo no NetBeans.

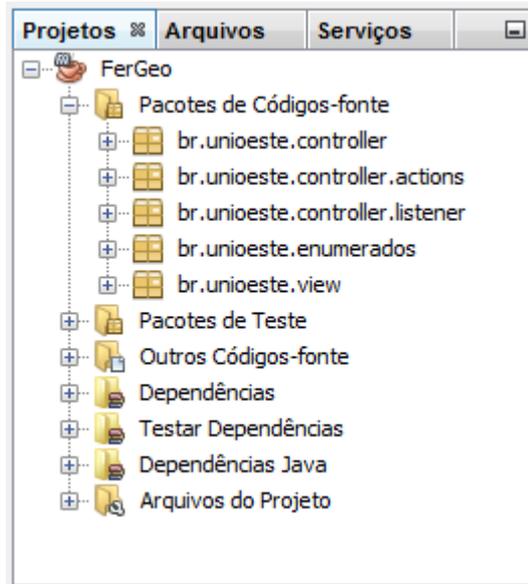


Figura 4.3 – Os pacotes de códigos-fonte estão organizados visando facilitar a manutenibilidade do projeto, distribuindo as classes de acordo com o tipo de métodos implementados nelas.

A API GeoTools, que foi utilizada para suporte às funções da manipulação de dados georreferenciados, utiliza a tecnologia Maven para gerenciar seus projetos. Maven é uma ferramenta de gerenciamento de desenvolvimento de software que serve para controlar a construção de um projeto, elaborar relatórios e a documentação de uma peça central de informações [Maven, 2015]. Todas as configurações Maven necessárias para o funcionamento do software estão disponibilizadas na documentação do GeoTools. Estas configurações devem ser feitas em um arquivo específico dos projetos Maven. Este arquivo é o pom.xml e pode ser acessado no pacote Arquivos do Projeto. A Figura 4.3 exhibe as propriedades e dependências do arquivo pom.xml do projeto, onde são colocadas as informações pertinentes ao funcionamento do GeoTools na ferramenta.

```

<properties>
  <project.build.sourceEncoding>UTF-8</project.build.sourceEncoding>
  <maven.compiler.source>1.8</maven.compiler.source>
  <maven.compiler.target>1.8</maven.compiler.target>
  <geotools.version>15-SNAPSHOT</geotools.version>
</properties>
<dependencies>
  <dependency>
    <groupId>junit</groupId>
    <artifactId>junit</artifactId>
    <version>4.11</version>
    <scope>test</scope>
  </dependency>
  <dependency>
    <groupId>org.geotools</groupId>
    <artifactId>gt-shapefile</artifactId>
    <version>${geotools.version}</version>
  </dependency>
  <dependency>
    <groupId>org.geotools</groupId>
    <artifactId>gt-swing</artifactId>
    <version>${geotools.version}</version>
  </dependency>
  <dependency>
    <groupId>org.geotools</groupId>
    <artifactId>gt-epsg-hsql</artifactId>
    <version>${geotools.version}</version>
  </dependency>
  <dependency>
    <groupId>org.geotools.jdbc</groupId>
    <artifactId>gt-jdbc-postgis</artifactId>
    <version>${geotools.version}</version>
  </dependency>
</dependencies>

```

Figura 4.3 – Propriedades e dependências contidas no arquivo pom.xml do projeto.

4.4.2 Conexão com o Banco de Dados

Para realizar a conexão da ferramenta com o Banco de Dados, foram utilizados os métodos que a própria API GeoTools fornece. As principais configurações para a conexão estão sendo realizadas diretamente no código fonte do programa. Para os casos de teste, foi criada uma base de dados chamada BaseGeo. Estas configurações podem ser conferidas na Figura 4.4 abaixo.

```

public String[] initDataBaseConfiguration() {
    Map params = new HashMap();
    params.put("dbtype", "postgis"); //must be postgis
    //the name or ip address of the machine running PostGIS
    params.put("host", "localhost");
    //the port that PostGIS is running on (generally 5432)
    params.put("port", new Integer(5432));
    //the name of the database to connect to.
    params.put("database", "BaseGeo");
    params.put("user", "postgres"); //the user to connect with
    params.put("passwd", "postgres"); //the password of the user.
}

```

Figura 4.4 – Configurações para conexão com o Banco de Dados PostgreSQL.

Os parâmetros acima especificados devem ser os mesmos configurados no banco de dados que será utilizado, portanto devem corresponder a esta configuração. O *dbtype* indica o tipo, que neste caso, como se trata de um banco de dados geográfico, é *postgis*. O *host* é onde o banco de dados está hospedado, e neste caso é a máquina local – *localhost*. A *port* é onde o PostgreSQL é acessado e geralmente é definida na porta 5432. Os três últimos são o nome da base de dados onde os arquivos estão contidos, o nome de usuário e a senha para acesso ao banco de dados.

Durante a execução do FerGeo, após realizada a conexão, são exibidos os arquivos contidos na base de dados para serem carregados como uma camada na visualização. Feito o procedimento de carregamento de arquivos do Banco de Dados para o FerGeo, todas as funcionalidades do software podem ser aplicadas a eles da mesma forma como se fossem carregados via diretório da máquina onde está sendo executado.

4.4.3 Implementação do módulo de visualização de Simulação

O principal diferencial da ferramenta desenvolvida em relação a outros softwares SIG é a visualização de arquivos provenientes de saída de simulação. O resultado obtido nesta saída corresponde a um conjunto de pontos distribuídos em determinada região de um ambiente e, para cada ponto neste espaço é codificado um ícone que personaliza o estado de um agente que varia com o passar do tempo da simulação.

Para que esta visualização aconteça é necessário que o arquivo atenda ao padrão que foi projetado juntamente com a equipe que realiza as simulações. O formato deste arquivo é descrito a seguir.

O arquivo que deve ser carregado no software para ser processado e gerada a visualização deve estar no formato .csv. Este formato se assemelha a uma tabela, com a diferença que os delimitadores de coluna são o caractere ‘;’ (ponto e vírgula). As duas primeiras colunas deste arquivo devem conter as coordenadas x e y de cada ponto do espaço onde foi executada a simulação. As próximas colunas devem conter, para cada linha da tabela, um código que representa o estado de um agente no ambiente. Um exemplo de como este arquivo deve ser está representado na Figura 4.5 abaixo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
127	251300.590314912	7236980.516441180	0	0	0	0	0	0	0	0
128	251302.623314912	7236980.516441181	1	1	1	1	1	0	0	0
129	251304.656314912	7236980.516441180	0	0	0	0	0	0	0	0
130	251306.689314912	7236980.516441180	0	0	0	0	0	0	0	0
131	251308.722314912	7236980.516441180	0	0	0	0	0	0	0	0
132	251310.755314912	7236980.516441180	100	100	100	100	100	100	100	200
133	251312.788314912	7236980.516441181	1	1	1	1	1	0	0	0
134	251314.821314912	7236980.516441180	100	100	100	100	100	100	100	100
135	251316.854314912	7236980.516441180	0	0	0	0	0	0	0	0
136	251301.664163672	7237021.766527710	1	1	1	1	0	10	0	0
137	251305.830163672	7237021.766527710	1	1	1	1	1	1	1	10
138	251309.996163672	7237021.766527700	300	300	300	300	300	300	300	300
139	251314.162163672	7237021.766527700	0	0	0	0	0	0	20	0
140	251318.328163672	7237021.766527710	1	0	0	0	0	0	0	0
141	251322.494163672	7237021.766527710	301	301	300	300	300	300	300	300
142	251326.660163672	7237021.766527710	1	1	1	0	0	0	0	0
143	251330.826163672	7237021.766527710	101	101	100	100	100	100	100	100
144	251334.992163672	7237021.766527710	1	1	1	1	1	10	0	0
145	251339.158163672	7237021.766527700	0	0	0	0	0	0	0	0
146	251343.324163672	7237021.766527710	101	110	100	100	100	100	100	100
147	251347.490163672	7237021.766527710	101	101	101	101	101	100	100	110
148	251351.656163672	7237021.766527710	1	1	1	1	10	0	0	0
149	251301.664163672	7237018.266527700	0	0	0	0	0	0	10	0
150	251305.830163672	7237018.266527700	0	0	0	0	0	0	0	0
151	251309.996163672	7237018.266527710	1	1	1	10	0	0	0	0
152	251314.162163672	7237018.266527710	1	1	1	1	0	0	0	0
153	251318.328163672	7237018.266527700	100	100	100	100	100	100	100	100

Figura 4.5 – Exemplo de arquivo para geração de visualização de simulação no FerGeo.

Carregado este arquivo, o processo de gerar a visualização de simulação consiste em transformar as coordenadas de pontos das duas primeiras colunas em um shapefile de pontos. Feito isso, é necessário personalizar cada ponto de acordo com um ícone específico que representa adequadamente o estado do agente no tempo e no espaço. Estes ícones foram fornecidos pela equipe que necessita da visualização e estão em uma pasta dentro do projeto, cada um possuindo um código para representar adequadamente o estado do agente. Cada coluna contém o código de um destes ícones e representa um estado de tempo na simulação.

O número de colunas que contém códigos de ícones é o número de passos de tempo que a simulação possui, já que a visualização consiste em exibir apenas o conteúdo de uma coluna por vez.

Capítulo 5

Resultados e Testes

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos com a aplicação do FerGeo às diversas soluções que podem ser requeridas aos usuários, quando do seu emprego. Oportuniza-se com essas ações discutir sobre atividades realizadas à consecução do trabalho e validação de suas funcionalidades.

5.1 Ambiente

Terminado o desenvolvimento da ferramenta, o próximo passo foi realizar sua validação, realizando testes e atividades que comprovem a utilidade e aplicação do software. Considerando-se os objetivos propostos, a tela principal do FerGeo é apresentada na Figura 5.1.

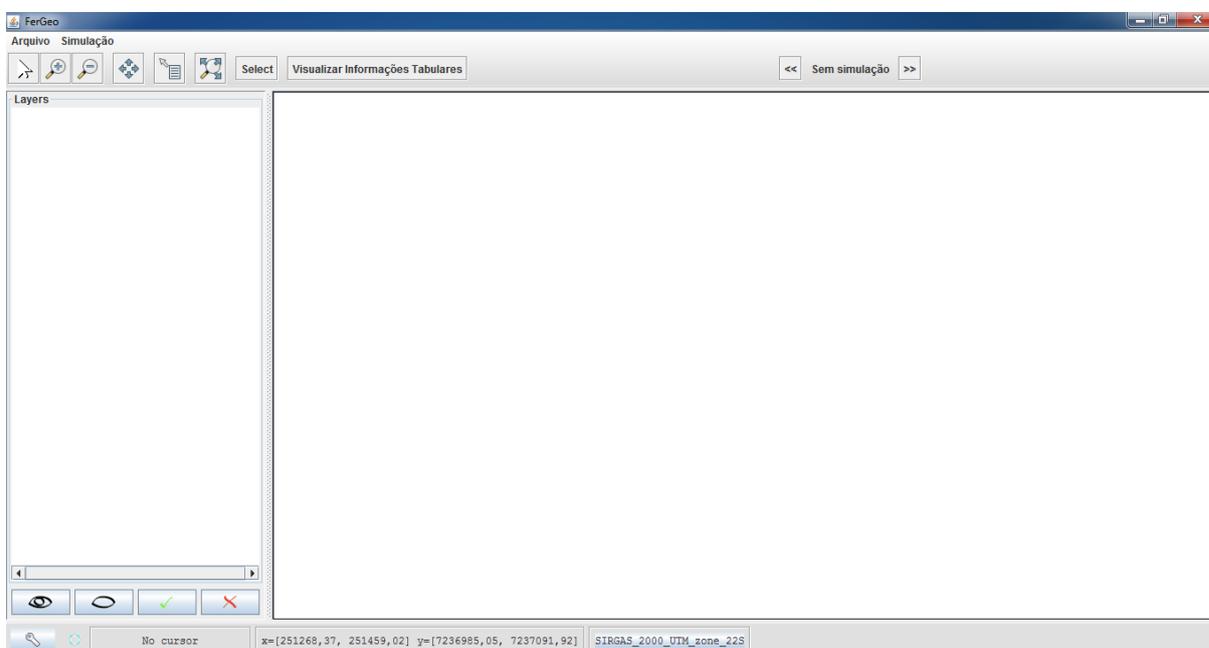


Figura 5.1 – Tela inicial do FerGeo.

No menu superior, como ilustrado na figura 5.1, logo abaixo da barra do título, existem as opções: ‘Arquivo’ e ‘Simulação’. No menu ‘Arquivo’ existem as opções para ‘Carregar Novo Shape’, ‘Carregar Shape do Banco’ e ‘Remover shapefiles’ carregados no software. No menu ‘Simulação’, há a opção para carregamento de novo arquivo de saída de simulação, que deve estar em formato previamente definido, para visualização no mapa.

Abaixo do menu superior está disposta a barra de ferramentas, contendo as funcionalidades principais para controle de visualização de conteúdo de shapefile. Entre essas funções estão: controle de zoom do mapa, movimentação do mapa, ferramenta para leitura de informações das geometrias do shapefile e visualização de toda a tabela de atributos do shapefile. A figura 5.2 mostra a disposição dos botões na barra de ferramentas do FerGeo.



Figura 5.2 – Menus e barra de ferramentas do software.

O painel esquerdo, logo depois da barra de ferramentas, é onde os shapefiles abertos no programa são organizados em camadas (*layers*). Para cada camada é possível configurar algumas opções, como a visibilidade da camada no mapa e o estilo das geometrias que compõem o shapefile. A opção de estilizar uma camada permite alterar a cor, o tamanho e a forma das geometrias do shapefile, podendo personalizar o conteúdo do mapa para uma melhor interpretação de todo o conjunto que está sendo exibido, como está sendo exibido na Figura 5.4

Na maior parte da janela está disposto o painel do mapa, onde será possível visualizar os cenários de acordo como foram configurados no painel de camadas.

Na parte mais inferior da tela estão informações referentes às configurações do shapefile, como coordenadas do ponto onde o ponteiro do mouse se encontra e sistema de coordenadas adotado. Nos casos estudados para validação, o sistema adotado é o SIRGAS 2000, em UTM zona 22S.

5.2 Atividades e Testes

Para fins de teste e validação do SIG FerGeo, foram realizadas atividades utilizando shapefiles disponibilizados nos diretórios locais do computador que está sendo executado o software e a partir do Banco de Dados. Para realizar estes testes, foram selecionadas duas

atividades, sendo uma que abrange o funcionamento básico de um SIG, e outra mais específica que mostra a visualização de saída de simulação. Estas atividades e testes estão compreendidos nesta seção.

5.2.1 Atividades de Visualização e Manipulação de Geoinformações

Ao iniciar o sistema é carregada a interface representada na figura 5.1, ainda sem arquivos para manipulação e visualização. Para adicionar um shapefile ao software basta clicar em ‘Arquivo’ no menu superior, e depois em ‘Carregar Novo Shape’. Esta ação abre uma janela para seleção de arquivos, que deve ter .shp, e então ser adicionado ao programa. A Figura 5.3 ilustra a janela de seleção para novos arquivos shapefile.

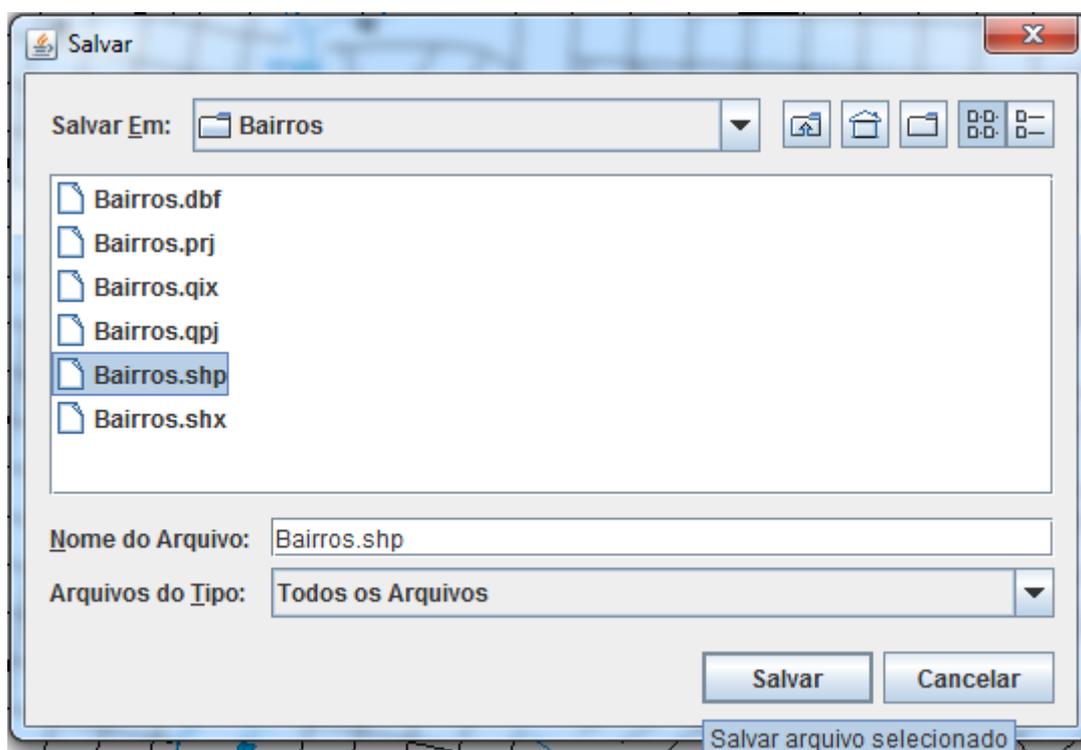


Figura 5.3 – Tela para seleção de novo shapefile, exemplificando o carregamento do shapefile Bairros.shp

Também é possível adicionar um arquivo shapefile a partir do Banco de Dados. Para isso é necessário clicar em ‘Arquivo’ e depois em ‘Carregar Shape Banco’. Feito isso, uma conexão com o SGBD é realizada, e é exibida a lista de shapefiles contidos no Banco, prontos para serem adicionados à ferramenta.

Para a realização de um caso de teste relevante à capacidade da ferramenta e de real interesse do grupo de pesquisa que é o usuário potencial da ferramenta, são abertos vários shapefiles e feita a personalização deles, gerando uma visualização que combina vários

arquivos e que viabiliza uma melhor análise e interpretação das informações contidas neles. A exemplo, como ilustrado na figura 5.5, os arquivos abertos no software são os seguintes:

- Shapefile das ruas da cidade de Cascavel (logradouros);
- Shapefile dos lotes de Cascavel;
- Shapefile do mapa hidrográfico de Cascavel;
- Shapefile dos bairros de Cascavel;
- Shapefile dos endereços dos casos confirmados de dengue de 2013.

Após os shapefiles serem abertos e dispostos em camadas, cada um receberá um estilo conveniente para representar sua informação de maneira adequada e representativa. Por exemplo, a camada que corresponde à hidrografia é preenchida com a cor azul; as ruas são representadas por linhas pretas; e os casos confirmados de dengue são representados por ícones no formato de um triângulo (podendo ser outro mais conveniente). Tais representações e ícones podem ser modificados de acordo com o interesse do usuário e disponibilidade de outro. A janela que viabiliza a personalização das informações contidas no shapefile é ilustrada na Figura 5.4.

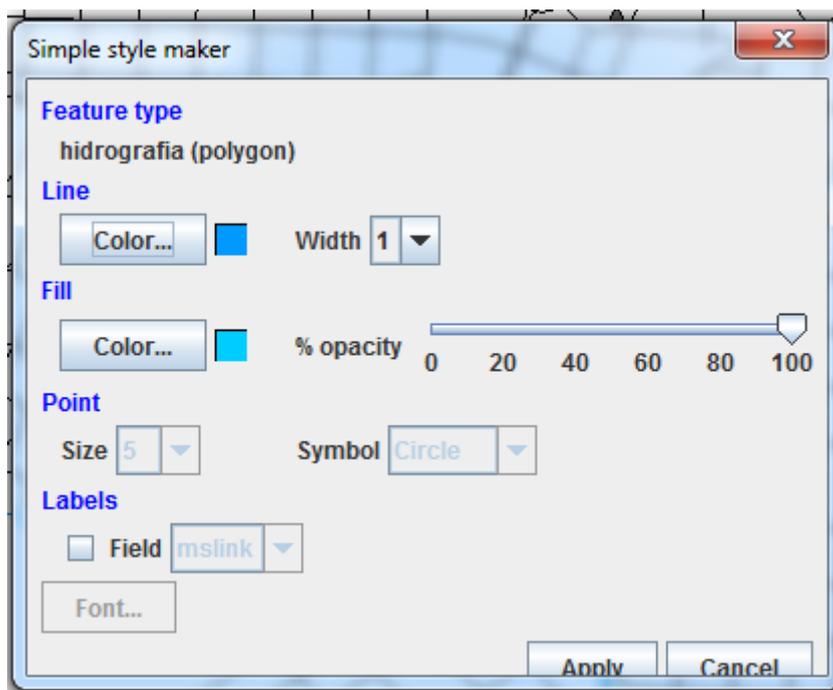


Figura 5.4 – Janela para personalização de camada, onde é possível alterar parâmetros significativos para interpretação de informações, dependendo do tipo de geometria que se está configurando a visualização (ponto, linha ou polígono).

Com as camadas abertas e personalizadas, já está disponível um mapa com as suas informações, como pode ser observado na Figura 5.5. Nele foram ocultadas duas camadas, a de bairros e a de lotes, para evitar excesso de informação.

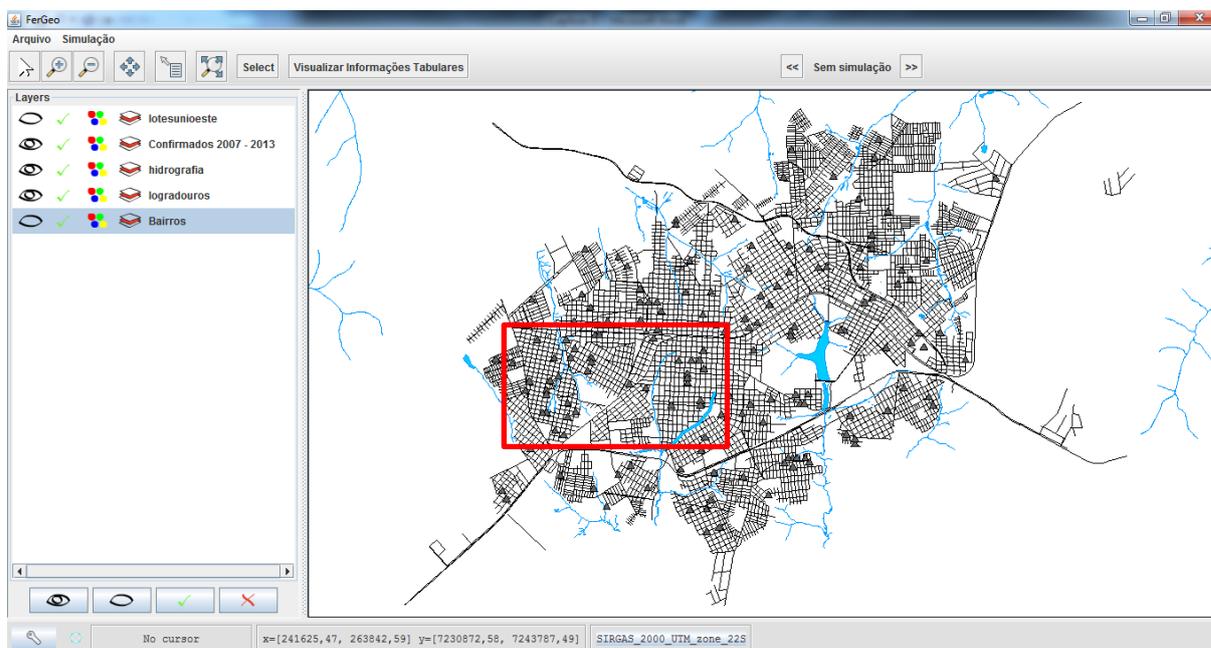


Figura 5.5 – Mapa com as camadas selecionadas.

Aplicando zoom em áreas de interesse do mapa é possível obter uma visualização mais detalhada, permitindo uma análise visual das informações ali contidas. A figura 5.6 ilustra um exemplo de visualização com um nível maior de zoom na área marcada em vermelho do mapa ilustrado na figura 5.5.

Observando a figura 5.6, em uma primeira análise é possível verificar uma concentração relativamente maior de casos confirmados de dengue nas proximidades dos corpos de água que cruzam a região. Locais mais afastados possuem uma tendência de apresentar casos mais dispersos, mostrando que a inserção do shapefile da hidrografia do município é relevante a identificar locais mais propícios à proliferação de mosquitos por facilitar pontos de água parada. Este tipo de interpretação é uma das características mais relevantes ao se trabalhar com SIGs, já que a disposição das informações da maneira adequada é essencial à análise.

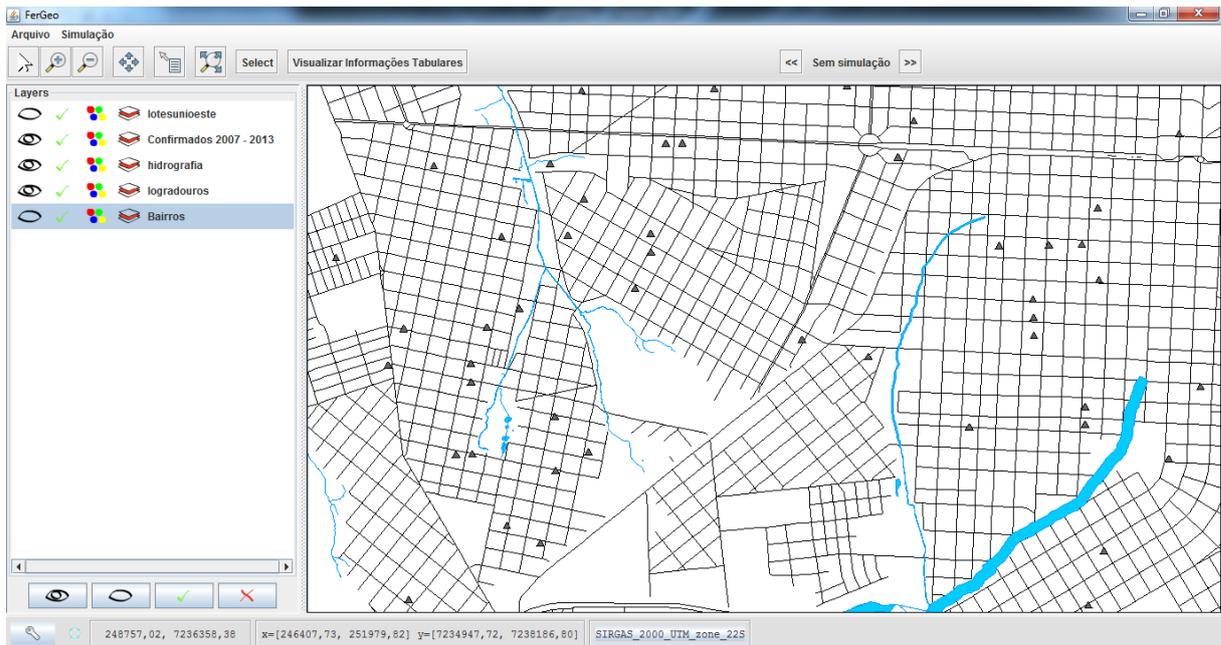


Figura 5.6 – Zoom aplicado ao mapa obtido na Figura 5.5, onde se destaca a região demarcada, detalhando melhor as ruas da cidade.

Observe que o zoom pode ser aplicado o quanto for necessário para que o nível desejado de detalhes no mapa seja alcançado. A Figura 5.7 apresenta um nível de zoom ainda maior em relação à Figura 5.6. Além disso, nela foi setada a visualização da camada de Lotes, para trazer informações sobre o mapa urbano de Cascavel.

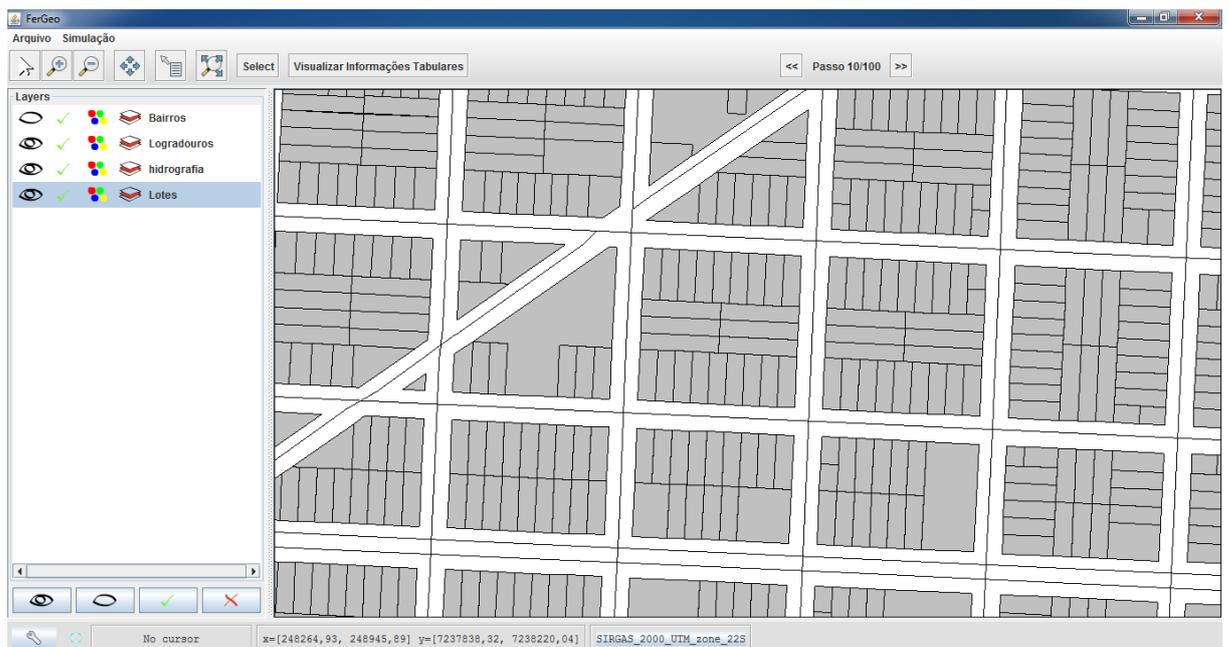


Figura 5.7 – Zoom para o nível de lotes na visualização, dando destaque para a região.

Para saber informações de qualquer elemento das camadas, basta utilizar a ferramenta de identificação de informação de objeto, que está na barra de ferramentas. Quando utilizada esta funcionalidade, um clique sobre qualquer item do mapa (ponto, linha ou polígono) exibe os dados referentes ao traço selecionado. A Figura 5.8 mostra um exemplo de identificação de informações, onde foi selecionado um caso confirmado de dengue.

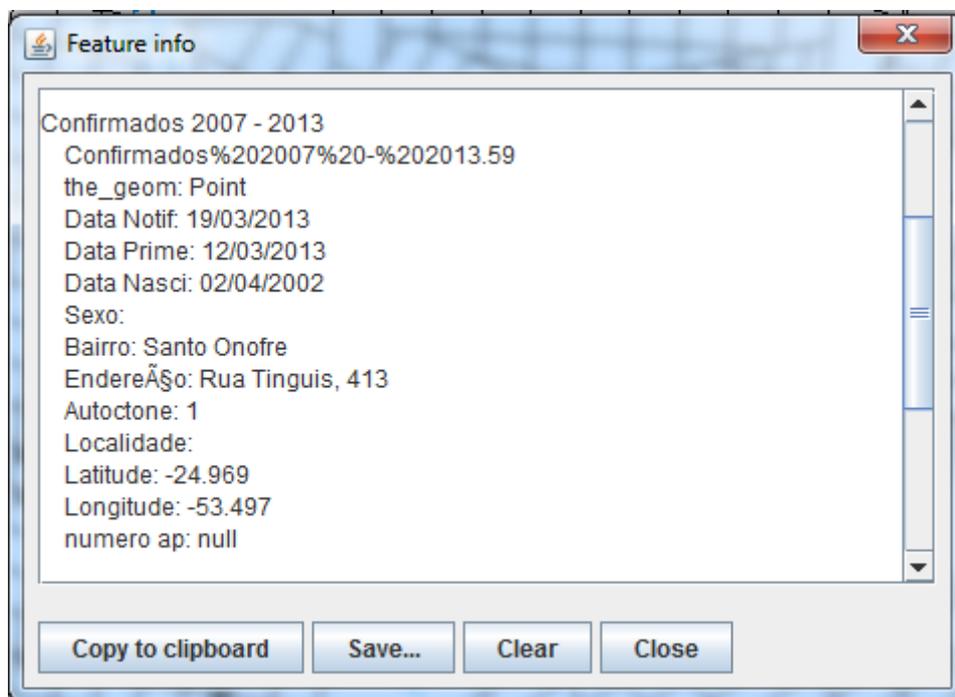


Figura 5.8 – Informações de um dos casos confirmados de dengue, destacando principalmente as datas referentes ao caso e endereço do indivíduo.

Vale lembrar que a qualquer momento durante a utilização do sistema é possível adicionar ou remover novas camadas, podendo-se organizar a sobreposição delas. Isso garante uma boa usabilidade, já que possibilita a criação de novas análises conforme preciso e durante a execução de atividades.

5.2.2 Atividades com Simulação

Como já foi discutido, o software possibilita a visualização de informações de saída de simulação, desde que esteja em arquivo especificado como no padrão descrito no Capítulo 4 deste TCC, para que ele possa ser lido e interpretado corretamente.

Para teste e validação desta funcionalidade, é apresentado uma atividade que corresponde à visualização de uma simulação feita na quadra 0445 de Cascavel. A simulação foi realizada nesta quadra por ela possuir particularidades geométricas que representam bem outras regiões

do município, devido à heterogeneidade espacial dos lotes ali presentes. Os detalhes pertinentes ao processo de como os dados foram obtidos não são de interesse deste trabalho, e sim o fato de que o sistema possibilita o tratamento e visualização das informações que são obtidas através da simulação. Informações referentes ao processo de simulação podem ser encontradas em [Rizzi et al. 2015].

Para a visualização geográfica das informações, primeiramente é necessário abrir o shapefile que corresponde ao local onde o processo foi simulado, que neste caso é a quadra 0445. Após isso, deve se selecionar no menu ‘Simulação’ e depois em ‘Iniciar’. Isto abrirá uma janela para seleção de arquivos, onde deve ser carregado o arquivo adequado, como já especificado no Capítulo 4. Realizado este procedimento, os ícones já estilizados representando os estados dos agentes no ambiente aparecerão no painel principal. Para visualizar outros passos da simulação, usam-se os comandos presentes no painel do mapa, avançando ou retrocedendo na “linha do tempo” da simulação. A Figura 5.9 exibe o primeiro passo de uma simulação e a Figura 5.10 o décimo passo. A figura 5.11 apresenta um zoom para a região marcada da Figura 5.9, mostrando detalhes no nível de lotes na visualização do mapa.

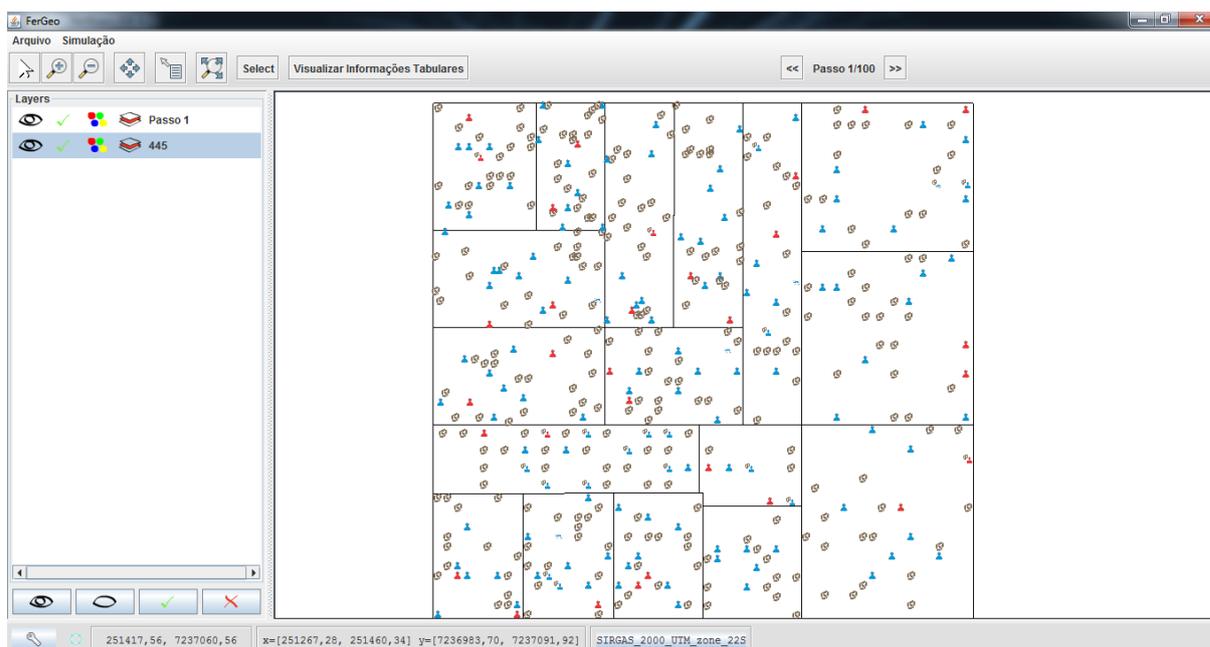


Figura 5.9 – Simulação no passo 1, de 100.



Figura 5.10 – Simulação no passo 10, de 100.

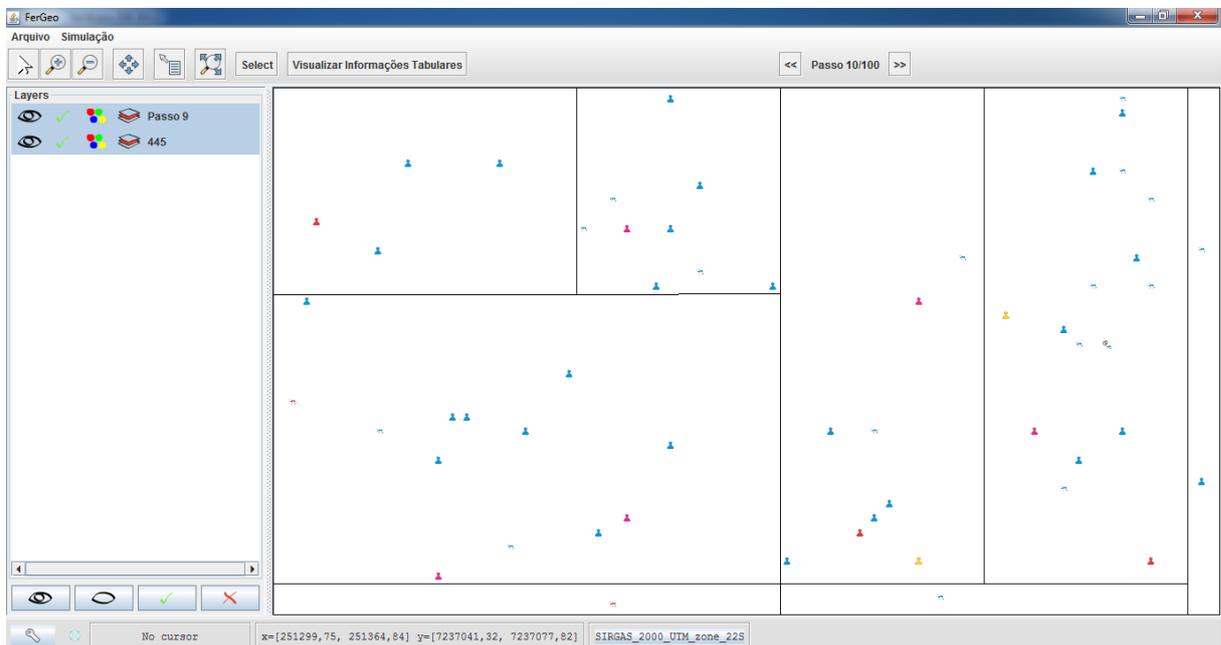


Figura 5.11 – Zoom para o nível dos lotes na simulação, destacando melhor a disposição dos lotes na quadra e melhorando a visualização dos agentes no espaço.

Durante o processo de visualizar a saída de uma simulação é possível realizar qualquer outra operação disponível no sistema como, por exemplo, adicionar novos arquivos e personalizá-los. Isso garante a geração de mapas temáticos juntamente com os dados da saída da simulação, podendo-se combinar informações de diferentes camadas com as informações simuladas.

Capítulo 6

Conclusões e Trabalhos Futuros

O resultado deste Trabalho de Conclusão de Curso é a disponibilização de ferramenta SIG que possui funcionalidades relevantes para o georreferenciamento, manipulação de arquivos de formato shapefiles, bem como a visualização de seus resultados em mapas. Além disso, o Sistema conta com uma funcionalidade específica para visualizar dados de arquivos que contém saídas de simulações computacionais, como a realizada pela equipe SIGDENGUE [Rizzi et al. 2015].

Essa característica permite visualizar toda simulação que atenda ao padrão simples de leitura de dados. Esta funcionalidade é um diferencial muito importante, já que traz a possibilidade de acompanhamento dos agentes da simulação tanto no espaço como no tempo, melhorando a interpretação das informações e facilitando a análise de propagação dos fatores simulados no ambiente.

Acompanhando o Sistema disponibiliza-se uma base de dados histórica que centraliza vários arquivos necessários para trabalhos com dengue, que são aqueles descritos na seção 3.2 deste TCC. Eles facilitam sobremaneira o acesso àquelas informações que são imprescindíveis as equipes que trabalham na temática, e que farão proveito imediato da ferramenta.

Embora tais funcionalidades e disponibilizações, identifica-se a necessidade de ampliar os testes e os estudos de casos já realizados com o FerGeo, empregando sistemática e amplamente a base de dados disponível, objetivando a realização de diversos possíveis cenários que podem ser construídos, utilizando-se para isso dados obtidos empiricamente. Ou seja, aqueles cenários ou correlações a serem obtidas são decorrentes de simulações, mas baseadas em dados que foram coletados no campo. Elas podem indicar reais condições de ocorrência de determinado evento ou, então, sugerir mecanismos ou situações que inibem ou potencializam a sua ocorrência.

Uma vantagem do produto desenvolvido nesse TCC é sua portabilidade. Foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação JAVA, juntamente com a API de código aberto GeoTools, fazendo com que ela possa ser facilmente integrada em outros softwares, tais como aqueles que estão em desenvolvimento pela equipe SIGDENGUE.

Oportuniza-se, pois, a possibilidade de criar um Ambiente integrado, onde todos os trabalhos envolvendo dengue são realizados em um só Sistema, desde o processamento até a visualização, abrangendo os dados como as simulações computacionais. Sugere-se, para os trabalhos futuros, integrar o Sistema que processa as simulações ao FerGeo, possibilitando que a visualização dos resultados possa ser acompanhada durante sua execução. O produto resultando poderá ainda ser integrado ao software SIGDENGUE, criando um amplo Sistema que viabiliza requisitos desejáveis às equipes SIGDENGUE, de ter disponível um versátil e sofisticado Sistema SIG.

As tecnologias utilizadas no desenvolvimento da ferramenta se mostraram eficientes, tornando a implementação mais prática e simples. Os padrões de projeto e técnicas utilizadas à implementação da FerGeo fazem da ferramenta um Sistema de fácil atualização, já que nela podem ser inseridas outras funcionalidades, incrementando-se os novos requisitos de acordo com a necessidade dos trabalhos. As classes e métodos implementados à FerGeo podem ser reaproveitados em outros softwares que exigem funcionalidades com shapefiles, viabilizando o reuso de código.

Neste contexto, é imprescindível a realização de uma etapa de treinamento, tanto das tecnologias utilizadas quanto dos detalhes específicos da ferramenta, repassando-as detalhadamente aos bolsistas integrantes das equipes que atuam na manipulação de dados, para efetivar a transferência de *know-how*.

Referências Bibliográficas

RIZZI, L. R., RIZZI, C. B. GALANTE, G., KAIZER, W. L. Um Modelo Multiagentes para a Dinâmica de populações de Aedes Aegypti com e sem a Presença da Bactéria Wolbachia. Relatório de Pesquisa não publicado, em preparação. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2015.

RIZZI, L. R., RIZZI, C. B. Um Sistema de Informação para Aquisição, Manipulação e Tratamento de Dados sobre a Dengue – SIGDENGUE, 2015.

CÂMARA, G., DAVIS, C., MONTEIRO, A. M. V. Introdução à Ciência da Geoinformação – INPE. São José dos Pinhais, 2001.

ESRI Shapefile Technical Description. An ESRI White Paper, 1998.

POSTGRESQL. About. Disponível em: <http://www.postgresql.org/about/>. 2015.

POSTGIS. About PostGIS. Disponível em: <http://postgis.net/>. 2015.

JAVA SE. Java SE at a Glance. Disponível em: <http://www.oracle.com/technetwork/pt/java/javase/overview/index.html>. 2015.

GEOTOOLS. About GeoTools. Disponível em: <http://geotools.org/about.html>. 2015.

PRESSMAN, R. S. Engenharia de Software – Uma Abordagem Profissional 7ª ed. Bookman, 2011.

QGIS. About QGIS. Disponível em: <http://www.qgis.org/en/site/about/index.html>. 2015.

SPRING. Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/>. 2015

MVC. Java SE Application Design With MVC. Consultado em: <http://www.oracle.com/technetwork/articles/javase/index-142890.html>. 2015.

GNU. GNU General Public License. Disponível em: <http://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.en.html>. 2015.

OGC. About OGC. Disponível em: <http://www.opengeospatial.org/ogc>. 2015.

MAVEN. Apache Maven. Disponível em: <https://maven.apache.org/>. 2015

LACERDA, C. J. Análise de dados georreferenciados para se obter a distribuição estatística espacial das vítimas fatais em acidentes de trânsito em Goiânia. Goiânia – GO. 2014.

MÁXIMO, A. A. A importância do mapeamento da criminalidade utilizando-se tecnologia de sistemas de informação geográfica para auxiliar a segurança pública no combate à violência. Florianópolis – SC. 2004.

SILVEIRA, M. J., RIBEIRO, L. R. A. Sistema de informações Geográficas georreferenciadas de baixo custo para apoio à gestão de bacias hidrográficas.

RIOS, L., TEIXEIRA, D., TEODORO, V. L. I., COSTA, D. J. L. ORTIZ, L. R. O uso de sistemas de informações geográficas no mapeamento dos casos de dengue no município de Araraquara (SP). REVISTA UNIARA, n° 21/22, 2008/2009.

CAMPARA, M. J. V. SISTEMAS DE GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO: uma avaliação sobre o sistema SUS Fala no município de Timóteo. Belo Horizonte, 2013.

IBAÑES, H. C. Geomedicina: sistema de visualização de fatores ambientais e doenças em mapas na internet. Curitiba – PR. 2007.

HINO, P., VILLA, T. C., CUNHA, T. N., CLAUDIA, B. C. Distribuição espacial de doenças endêmicas no município de Ribeirão Preto (SP). 2008.

CARNEIRO, E. O., SANTOS, R. L. QUINTANILHA, J. A. Análise espacial aplicada na determinação de áreas de risco para algumas doenças endêmicas: o uso de técnicas de geoprocessamento na saúde pública.