



O USO DO GEOPROCESSAMENTO PARA LOCALIZAÇÃO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO NO BAIRRO SANTA MÔNICA – UBERLÂNDIA – MG

George Rodrigues da Cunha Silva

georger.silva@gmail.com

Universidade Federal de Uberlândia

Luiza Rosa Dutra de Souza

luizazrosa@yahoo.com.br

Universidade Federal de Uberlândia

Veridiana Rodrigues da Cunha Silva

veri.vrcs@gmail.com

Universidade Federal de Uberlândia

RESUMO

Os acidentes de trânsito são uma questão de segurança e saúde pública, problema que se manifesta em praticamente todas as cidades médias e grandes no mundo todo. O conhecimento aprofundado da localização dos acidentes de trânsito e de suas variáveis (como ocorreu, data, hora, condição da via, tipo do acidente, etc.) é fundamental para a melhora das condições viárias e para a formulação de propostas educacionais, aumento da fiscalização, alteração da legislação e projetos de engenharia. Este conhecimento detalhado só pode ser atingido com o auxílio de um sistema que cadastre acidentes e as variáveis citadas, e que contenha, não somente uma descrição textual da localização, mas um dado geográfico representativo do evento acidente.

Este trabalho buscou a construção de um algoritmo capaz de processar um endereço cadastrado no banco de dados de acidentes e retornar ao usuário um ponto, dotado de um par de coordenadas XY, passíveis de serem representadas em um plano cartográfico. Esta técnica ou algoritmo é chamado de geocodificação e é bastante comum entre softwares de sistemas de informações geográficas (SIG). O algoritmo foi desenvolvido em um banco de dados PostgreSQL com a extensão PostGIS.

INTRODUÇÃO

Os acidentes de trânsito são um assunto de segurança pública (e de saúde pública), pois deles resultam mais de 33 mil óbitos e centenas de milhares de feridos ou inválidos (Brasil, 2004a, p.14). Além de constituir um evento traumático para as famílias dos envolvidos e para a população em geral, os acidentes de trânsito (ATs) demandam enormes recursos da administração pública. O sistema proposto neste trabalho permite o gestor identificar os acidentes de trânsito individualmente e auxilia na tomada de decisões do mesmo. Através de uma técnica de geoprocessamento (a geocodificação) é possível mapear cada acidente de trânsito de forma relativamente precisa e de forma automática, sem a necessidade da intervenção de um operador treinado em geotecnologias.

Foi desenvolvido um projeto piloto compreendendo todo o Bairro Santa Mônica, na cidade de Uberlândia – MG, bairro de extrema importância para a cidade, devido aos equipamentos urbanos contidos no mesmo e pelo grande volume de pedestres que circulam no mesmo diariamente.

Para que a geocodificação seja realizada, é preciso realizar um levantamento viário de todos os logradouros do bairro, de forma a criar uma base de referência espacializada a ser comparada com o endereço fornecido pelo usuário.

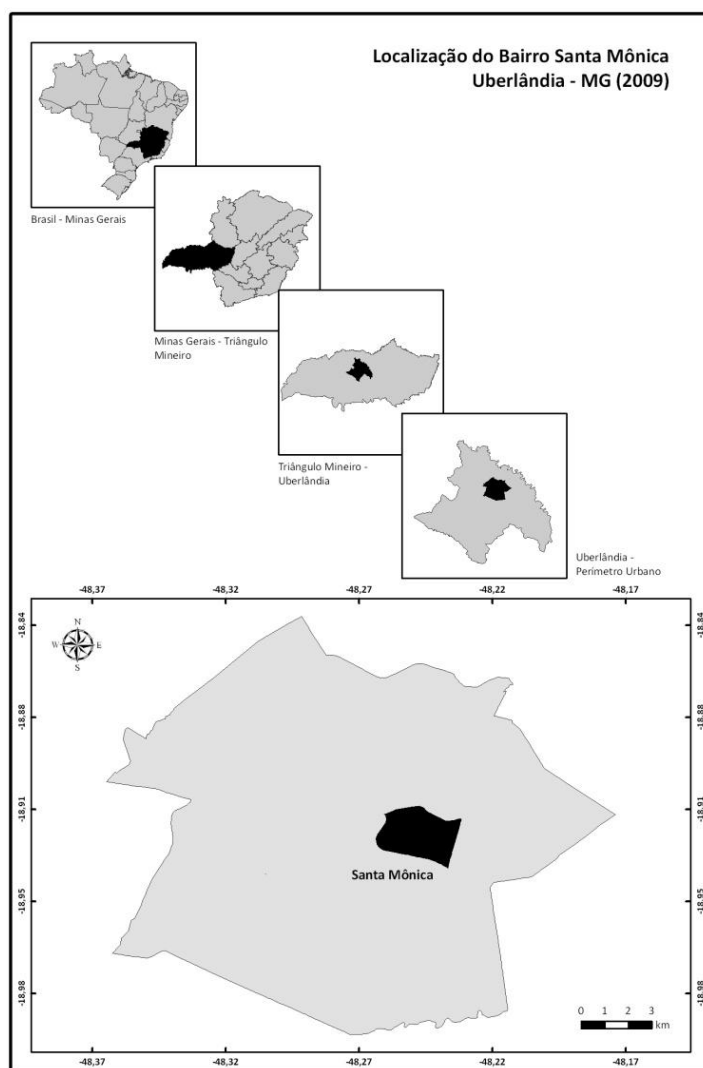


Figura 1 - Localização do Bairro Santa Mônica em Uberlândia - MG.

Fonte: SILVA, G. R. C., A Construção de um sistema geocodificado para cadastro de acidentes de trânsito, 2009.

CRIAÇÃO DA TABELA DE LOGRADOUROS E DO BANCO DE DADOS

Para criação de um sistema informatizado é necessário utilizar um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), software responsável por criar, manter, atualizar e determinar as regras sob as quais os dados serão armazenados.

Uma definição de SGBD utilizada neste trabalho é a de Elsmari e Navathe (2006)

Um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) é uma coleção de programas que permite aos usuários criar e manter um banco de dados. O SGBD é, portanto, um sistema de software de propósito geral que facilita os processos de definição, construção, manipulação e compartilhamento de bancos de dados entre vários usuários e aplicações. A

definição de um banco de dados implica especificar os tipos de dados, as estruturas e as restrições para os dados.

O SGBD escolhido neste trabalho foi o PostgreSQL, disponível gratuitamente no site <www.postgresql.org> . O PostgreSQL é um software livre, gratuito e disponível para que qualquer usuário faça seu *download* e o utilize.

Este software foi escolhido por ser capaz de lidar com dados espaciais, capacidade fornecida pela sua extensão espacial PostGIS, que é popular entre os usuários de geotecnologias e bastante robusta.

Conforme seu nome, o PostgreSQL utiliza a linguagem SQL (*Structured Query Language*) para realização de qualquer operação feita dentro do software. Através da linguagem SQL que podemos criar tabelas, especificar colunas, inserir registros e o mais importante, buscar registros de forma organizada, separando-os de acordo com o critério do usuário. É uma linguagem simples de se aprender, pois é declarativa, ou seja, somente se declara ao sistema a operação e o mesmo se encarrega de realizá-la, e apesar de simples, é bastante flexível e possibilita ao usuário realizar operações extremamente complexas.

Com a instalação do SGBD finalizada, foi criado um banco de dados e uma tabela para armazenar os dados relativos a cada logradouro. Estes dados (ou colunas) especificadas são de extrema importância para o algoritmo que realiza a geocodificação, sendo todos pré-requisitos para que o processo funcione com perfeição. Segue abaixo o código SQL utilizado para a construção de uma tabela (por ora vazia) chamada *logradouros*.

Cada atributo ou coluna representa uma informação relativa à um lado ou outro do logradouro. Os atributos *"inicial_esq"*, *"inicial_dir"*, *"final_esq"* e *"final_dir"* representam para o sistema os valores iniciais e finais da numeração do lado esquerdo e direito de cada logradouro.

```
CREATE TABLE logradouros
(
gid serial NOT NULL,
nome_logradouro text,
the_geom geometry,
tipo_logradouro character varying(30),
inicial_esq integer,
inicial_dir integer,
final_esq integer,
final_dir integer,
cep_esq integer,
cep_dir integer,
cidade_esq character varying(50),
cidade_dir character varying(50),
bairro_esq character varying(50),
bairro_dir character varying(50),
prefixo_direcao character varying(50),
sufixo_direcao character varying(50),
cod_logradouro integer,
azimute double precision,
geocode_minadd integer,
geocode_maxadd integer,
```

```
geocode_searchadd character varying,  
geocode_standardadd character varying,  
CONSTRAINT logradouros2_pkey PRIMARY KEY (gid),  
CONSTRAINT enforce_dims_the_geom CHECK (ndims(the_geom) = 2),  
CONSTRAINT enforce_geotype_the_geom CHECK (geometrytype(the_geom) = 'MULTILINESTRING'::text OR the_geom IS NULL),  
CONSTRAINT enforce_srid_the_geom CHECK (srid(the_geom) = 29182)
```

Código-fonte 1: Criação da tabela logradouros Fonte: SILVA, G. R. C., 2009

Após a execução do código-fonte 1 no banco de dados, iniciou-se a digitalização dos logradouros do bairro Santa Mônica. Como a geocodificação é um processo que funciona por interpolação, os logradouros foram divididos em trechos formados pela interseção da via principal com a via anterior e via posterior, para assim ignorar os espaços formados pelos cruzamentos, onde não existe nenhuma informação sobre a numeração da via. Caso os espaços formados pelos cruzamentos fossem contabilizados, o algoritmo perderia precisão e acurácia.

O software utilizado para a digitalização dos logradouros foi o gvSIG, livre e gratuito. Este software é um pacote SIG completo, possibilitando a conexão com o banco de dados e armazenando as informações espaciais diretamente no mesmo. O software pode ser obtido em: <www.gvsig.gva.es/>.

Foram digitalizados 93 logradouros dentro de todo o bairro e 999 trechos no total. Os trechos de logradouros que se estendem para fora do bairro não foram digitalizados nem pesquisados em campo.

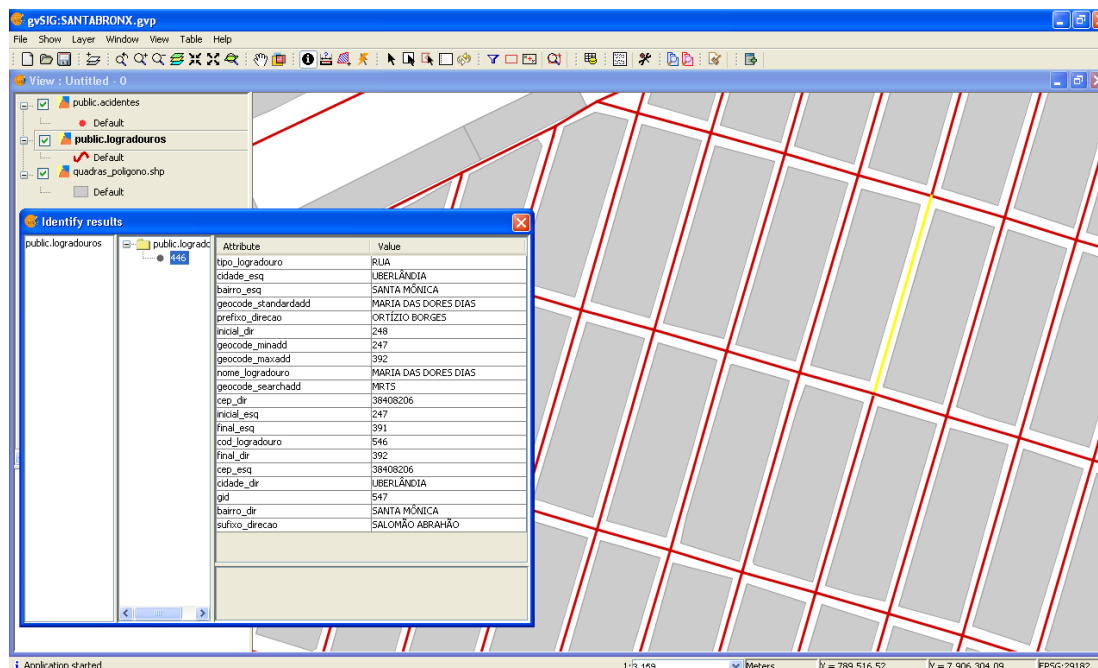
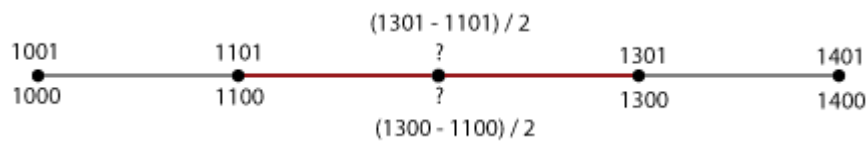


Figura 2: Visão do software gvSIG e dos logradouros digitalizados.

Fonte: SILVA, G. R. C., Desenvolvimento do software SigmaTT, 2009

Foi realizado um trabalho extenso de campo para descobrir de forma apurada as numerações de cada trecho de logradouro. Em alguns casos não foi possível identificar as numerações, devido à presença de terrenos baldios ou de numerações não presentes.

Para estes casos foi considerado o intervalo médio entre a numeração final e inicial de cada logradouro, conforme especificado abaixo:



Legenda:

- Logradouro numerado no trabalho de campo
- Logradouro numerado no escritório

Figura 3 - Especificação da metodologia utilizada para assinalar valores iniciais e finais aos trechos que estes não foram identificados em campo.

Fonte: SILVA, G. R. C., Desenvolvimento do software SigmaTT, 2009

CRIAÇÃO DA TABELA DE ACIDENTES

Para o cadastro de acidentes foi criada uma tabela que compreende algumas características sob as quais este evento ocorre. O código-fonte para a criação da tabela está explicitado abaixo:

```
create table acidentes(  
cod_acidente serial not null,  
tipo_logradouro varchar(15) not null,  
nome_logradouro varchar(60) not null,  
intersecao_anterior varchar(60),  
intersecao_posterior varchar(60),  
tipo_acidente text not nul,  
caracteristica_acidente text,  
data date not null default 01/01/1900,  
hora time not null,  
numero_veiculos integer,  
condicao_via text,  
tipo_via text,  
clima text,  
sinalizacao text,  
no_boletim integer,  
observacoes text,  
geometria geometry,  
constraint acidentes_pk primary key(cod_acidente),  
constraint enforce_dims_the_geom CHECK (ndims(the_geom) = 2),  
constraint enforce_geotype_the_geom CHECK (geometrytype(the_geom) = 'POINT'::text OR the_geom IS NULL),  
constraint enforce_srid_the_geom CHECK (srid(the_geom) = 29192))
```

Código-fonte 2: código SQL para a criação da tabela CASOS

Fonte: SILVA, G. R. C., Desenvolvimento do software SigmaTT, 2009

Foi desenvolvido um gatilho na tabela acidentes, obrigando o banco de dados executar as funções de geocodificação e atualizar o valor “*geometria*” nesta tabela. Após cada inserção,

o banco de dados tentaria localizar através das colunas inseridas um correspondente na base de referência e pontuar este local na tabela acidentes.

GEOCODIFICAÇÃO

Esta metodologia compreende a localização de um ponto em um plano cartográfico através da comparação de elementos textuais com uma base cartográfica, utilizada como referência. O processo tem relativa exatidão, permitindo localizar qualquer tipo de feição pontual ou linear, utilizando somente elementos textuais.

De acordo com (ESRI, 2007): “*Geocoding is the process of assigning a location, usually in the form of coordinate values (points), to an address by comparing the descriptive location elements in the address to those present in the reference material*”.

Esta comparação é realizada por um algoritmo específico, capaz de padronizar e normalizar os endereços passados à ele, retornando um resultado geográfico: um ponto (em geral). A composição da base de referência é crucial, pois através das informações contidas na mesma que o algoritmo trará os resultados, suportando diversos tipos de endereçamento, desde sistemas métricos à sistemas postais como o *ZIP Code* nos Estados Unidos.

O sistema utilizado neste trabalho foi o sistema métrico, amplamente utilizado no mundo todo, onde cada logradouro tem uma determinada extensão e as edificações são numeradas em função da distância percorrida do início do logradouro. À cada lado do logradouro é designado uma numeração, par ou ímpar, de forma à estes números sempre aparecerem no mesmo lado do logradouro.

Na construção do algoritmo de geocodificação foram utilizados três métodos para se localizar um endereço, cada um com um propósito específico: interpolado, entre interseções e em cruzamentos. O método interpolado localiza endereços completos, que estejam no formato “*Tipo do Logradouro Nome do Logradouro, Número*” (figura 4). Já os outros dois métodos servem para se localizar um ponto quando não se tem o endereço completo (sem a numeração viária do evento) ou quando o evento ocorre em um cruzamento. Os formatos são, respectivamente, “*Tipo do Logradouro Principal Nome do Logradouro Principal ENTRE Tipo do Logradouro Anterior Nome do Logradouro Anterior E Tipo do Logradouro Posterior Nome do Logradouro Posterior*” (figura 5) e “*Tipo do Logradouro Principal Nome do Logradouro Principal E Tipo do Logradouro Posterior Nome do Logradouro Posterior*” (figura 6).

O algoritmo tem a capacidade de identificar o tipo da entrada do usuário e direcionar o endereço inserido no banco de dados para o método correto, e este localizar o evento.

Os tipos de logradouros são representados a seguir:

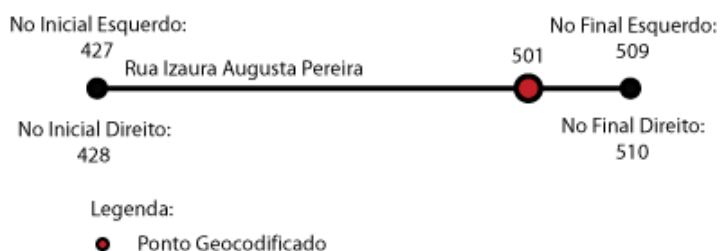


Figura 4 - Geocodificação interpolada. Este método é utilizado 100% das vezes que o endereço passado esteja completo.

Fonte: SILVA, G. R. C., Desenvolvimento do software SigmaTT, 2009



Figura 5 - Geocodificação entre logradouros. Utilizado quando não se tem o número viário e o endereço passado ao algoritmo geocodificador tem o formato Via A entre Via B e Via C.
Fonte: SILVA, G. R. C., Desenvolvimento do software SigmaTT, 2009



Figura 6 - Geocodificação de cruzamento. Utilizado quando o algoritmo é alimentado por um endereço no formato Via 1 com Via 2.
Fonte: SILVA, G. R. C., Desenvolvimento do software SigmaTT, 2009

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este sistema se mostrou bastante flexível para a localização de acidentes de trânsito, devido à natureza do cadastro de acidentes, realizada através da interpretação dos boletins de ocorrência, preenchidos pela polícia militar ou pela Secretaria de Trânsito e Transportes de Uberlândia (SETTRAN).

Em testes aleatórios com o algoritmo geocodificador, este localizou de forma pontual 98%¹ dos endereços passados. Foram realizados cinco testes, com um milhão de registros cada, processo que demorou em torno de vinte minutos em um computador portátil.

A transformação automática dos endereços em elementos geográficos também é um ponto positivo, já que elimina a necessidade de um operador treinado em geoprocessamento para realizar esta tarefa, facilitando o manejo dos recursos humanos.

Outro fato interessante é a possibilidade analisar estes dados com um software SIG desktop, buscando padrões espaciais para os acidentes e suas características. Como os dados estão dentro de um sistema que aderiu à padronização geoespacial (Open Geospatial Consortium), estes podem ser facilmente representados em mapas interativos, disponibilizados via internet e sem a necessidade de conversão para outros sistemas.

¹ Determina-se o sucesso do algoritmo geocodificador quando este é bem sucedido em atualizar o campo geometria. Uma falha é contabilizada quando o registro é inserido no banco, mas não recebe a atualização do campo geometria.

O uso extensivo de softwares livres proporcionou um baixo custo ao projeto, podendo ser facilmente implantado em qualquer prefeitura do Brasil e do mundo, desde que um levantamento de campo seja realizado (ou exista uma base compatível para o processo). Com uma pequena equipe de campo e escritório é possível levantar cidades inteiras à baixo custo e grande confiabilidade, tornando a geocodificação uma excelente ferramenta para localizar qualquer tipo de feição, desde árvores à casos de dengue.

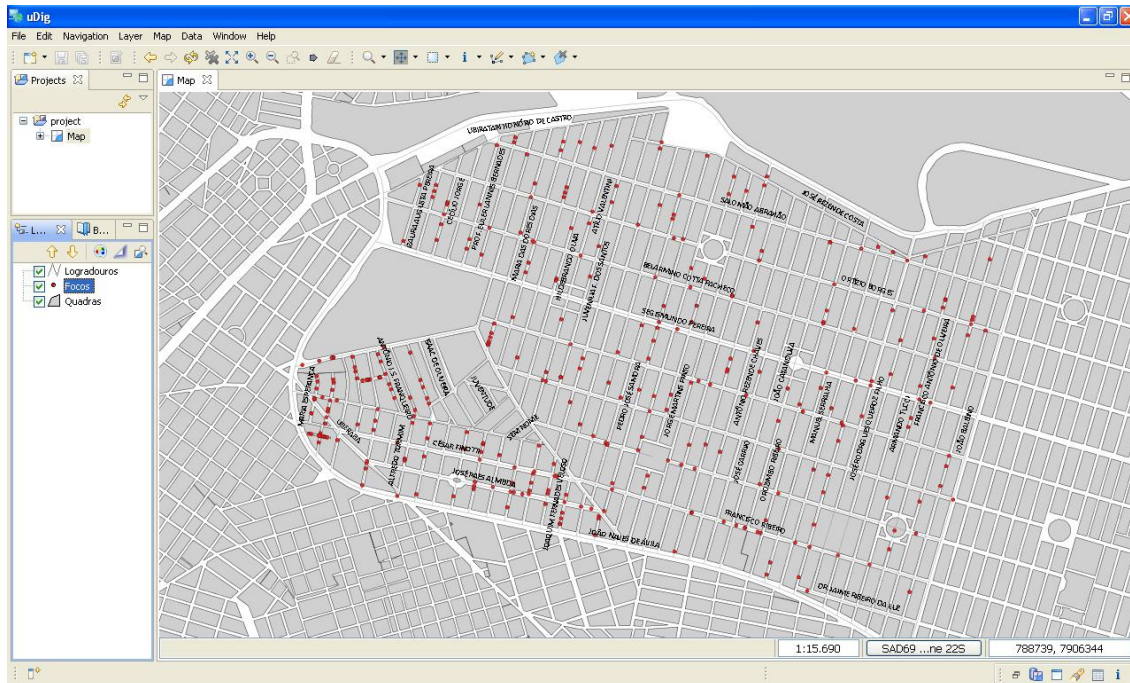


Figura 7 – Mapa visto no software uDIG de acidentes localizados aleatoriamente. Cada ponto vermelho corresponde à um acidente localizado.
Fonte: SILVA, G. R. C., Desenvolvimento do software SigmaTT, 2009

REFERÊNCIAS

SILVA, George Rodrigues da Cunha. **A construção de um sistema geocodificado para Cadastro de Acidentes de Trânsito**. Uberlândia, 2009.

BITNER, David. **dbSpatial**. 2009. Disponível em: <<http://dbspatial.com/>>. Acesso em jan, fev, mar de 2008).

BITNER, David. **Geocoding Function in pl/perl**. Minneapolis, 2007.

BORGES, Karla Albuquerque de Vasconcelos. **Modelagem de Dados Geográficos**. Belo Horizonte: UFMG, 2002.

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

CARDOSO, G., e C. RUSCHEL. **Desenvolvimento de um sistema integrado de cadastro e análise espacial de acidentes de trânsito em Porto Alegre – RS**. Goiânia, 2005.

ELSMARI, RAMEZ, e Shamkant NAVATHE. **Sistemas de Banco de Dados**. São Paulo: Pearson, 2006.

ESRI. **ArcGIS 9: Geocode Rule Base Developer Guide**. Redlands: ESRI Press, 2003.

_____. **ArcGIS 9: Geocoding in ArcGIS**. Redlands: ESRI Press, 2006.

_____. **ArcGIS 9: Geoprocessing Quick Commands Reference Guide**. Redlands: ESRI Press, 2008.

POSTGRESQL 8.3.3 DOCUMENTATION. PostgreSQL. Disponível em <<http://www.postgresql.org>> . Acesso em dez de 2008.

POSTGRESQL PostgreSQL Home. 2009. Disponível em <<http://www.postgresql.org/>> . Acesso em jan à dez de 2008.

REFRACTIONS RESEARCH INC. PostGIS. Disponível em <<http://postgis.refractions.net>> . Acesso em jan, fev e mar de 2009.

_____. **“PostGIS Documentation.”** PostGIS Refractions. Refractions Research Inc. Disponível em <<http://postgis.refractions.net>> . Acesso em jul, ago, set, out, nov de 2008.

_____. **PostGIS History**. Disponível em <<http://www.refractions.net/products/postgis/history/>> . Acesso em 2009.