

ESTUDO DE TECNOLOGIAS GEOGRÁFICAS E APLICAÇÃO EM UM ESTUDO DE CASO (TCC)¹

Crístian Barilli²

Alexandre Tagliari Lazzaretti³

RESUMO

Este artigo apresenta um estudo sobre a extensão geográfica PostGIS, para o banco de dados PostgreSQL e o desenvolvimento de uma aplicação *webmapping* para consumo e visualização de dados geográficos. Inicialmente foi realizada a modelagem geográfica sobre uma base de dados, com isso as informações ficaram acessíveis e compatíveis para utilização de ferramentas para manipulação de dados geográficos. Com o PostGIS foi possível construir consultas de forma geográfica e permitir o acesso dos dados através da aplicação *webmapping*. Desta forma, promoveu-se um enriquecimento das informações que puderam ser utilizadas e visualizadas de outras formas ao permitir a sua leitura geográfica. Para promover a interatividade das consultas bem como a visualização dos dados resultantes uma aplicação *webmapping* foi criada utilizando tecnologias como o GeoExt, OpenLayers e GeoServer. Além destas, para realizar pequenas rotinas no back-end da ferramenta foi utilizada a linguagem Java, bem como o framework Bootstrap para auxílio no desenvolvimento do front-end.

Palavras-chave: PostGIS. PostgreSQL. Webmapping. GeoExt. OpenLayers. GeoServer.

1 INTRODUÇÃO

Por diversas vezes dados geográficos acabam sendo armazenados e manipulados de maneira convencional, ocasionando uma perda significativa em sua potencialidade. Permitir que dados propensos fossem trabalhados de forma geográfica foi o que estimulou o

¹ Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Tecnologia em Sistemas para Internet do Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Passo Fundo, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Sistemas para Internet, na cidade de Passo Fundo, em 2016.

² Aluno do curso de Tecnologia de Sistemas para Internet no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense campus Passo Fundo (IFSUL). E-mail: cristianbarilli@outlook.com.

³ Orientador, professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense campus Passo Fundo (IFSUL). E-mail: alexandre.lazzaretti@passofundo.ifsul.edu.br.

desenvolvimento deste trabalho, o qual tem por objetivo o estudo de ferramentas para manipulação de dados geográficos e o desenvolvimento de uma aplicação *webmapping* para estudo de caso. Uma aplicação *webmapping* tem como conceito disponibilizar mapas na web, ou seja, permitir que informações com propriedades geográficas possam ser visualizadas a partir de um navegador web, uma maneira muito eficiente e universal para disseminar dados na internet.

Para isso a extensão geográfica PostGIS para o Sistema de Gerência de Banco de Dados (SGBD) PostgreSQL foi utilizada, adicionando recursos à base de dados para a manipulação das informações. No desenvolvimento da aplicação *webmapping* foi utilizado o framework GeoExt, que inclui a biblioteca OpenLayers para interação com o servidor de mapas GeoServer, o qual foi responsável pela integração da base de dados com a aplicação. O framework GeoExt inclui a biblioteca ExtJS para a construção visual da aplicação, este foi usado nesta aplicação apenas para compor a área de visualização dos mapas e informações concomitantes, já para implementar os demais componentes da página, como menus e formulários, foi utilizado o framework Bootstrap, de código aberto e que permite um desenvolvimento ágil, uma vez que não houve tempo hábil para explorar todos os recursos fornecidos pelo ExtJS.

Este artigo possui informações relativas a ferramentas para a manipulação e visualização de dados geográficos e está organizado da seguinte forma: a seção 2 é composta pelo referencial teórico das tecnologias utilizadas; a seção 3 explica os métodos utilizados para o desenvolvimento e os resultados obtidos; e por fim a seção 4 traz a conclusão e as considerações sobre o trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão explicadas as principais tecnologias utilizadas para a manipulação dos dados e desenvolvimento da aplicação *webmapping*.

2.1 MODELAGEM GEOGRÁFICA

Aplicações geográficas requerem modelos de dados com necessidades adicionais, tanto com relação à abstração de conceitos e entidades, quanto ao tipo de entidades representáveis e seu inter-relacionamento. Para possibilitar uma melhor reflexão das

necessidades de aplicações geográficas foram criadas diversas propostas, uma delas é a OMT-G (*Object Modeling Technique for Geographic Applications*), uma técnica de modelagem de objetos para aplicações geográficas (CASANOVA *et al*, 2005).

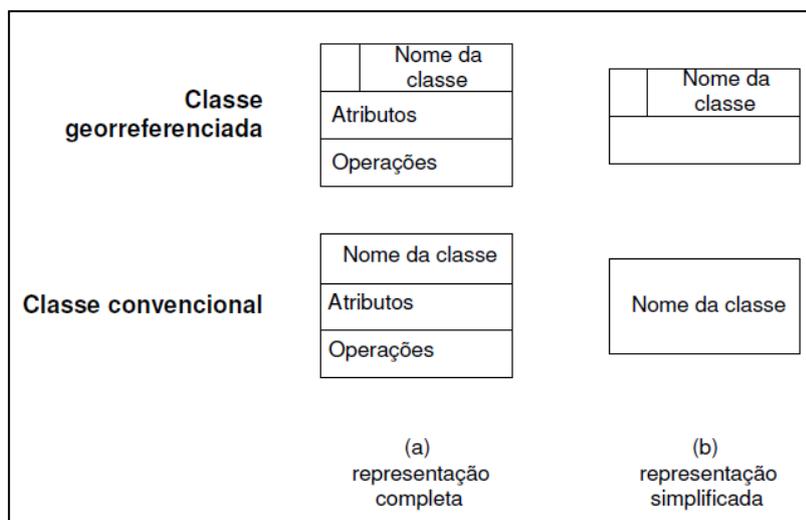
O modelo OMT-G parte das primitivas definidas para o diagrama de classes da Linguagem De Modelagem Unificada (UML), introduzindo primitivas geográficas com o objetivo de aumentar a capacidade de representação semântica daquele modelo e, portanto, reduzir a distância entre o modelo mental do espaço a ser modelado e o modelo de representação usual (CASANOVA *et al*, 2005).

Ele se baseia em três conceitos principais: classes, relacionamentos e restrições de integridade espaciais. As classes e relacionamentos são utilizados para criação de esquemas estáticos de aplicação com o modelo OMT-G, e as restrições de integridade espacial são responsáveis por manter a integridade do banco de dados.

Uma classe pode ser do tipo *georreferenciada* quando descreve um conjunto de objetos que possuem representação espacial, ou do tipo *convencional*, quando descreve um conjunto de objetos com propriedades, comportamento, relacionamentos, mas não possuem propriedades geométricas.

A representação das classes convencionais é feita seguindo exatamente os preceitos da UML, as classes georreferenciadas no modelo OMT-G são representadas de forma semelhante apenas incluindo no canto superior esquerdo um retângulo o qual é utilizado para indicar a forma geométrica da representação, a Figura 1 apresenta a diferença das representações.

Figura 1 - Representação de classes no modelo OMT-G

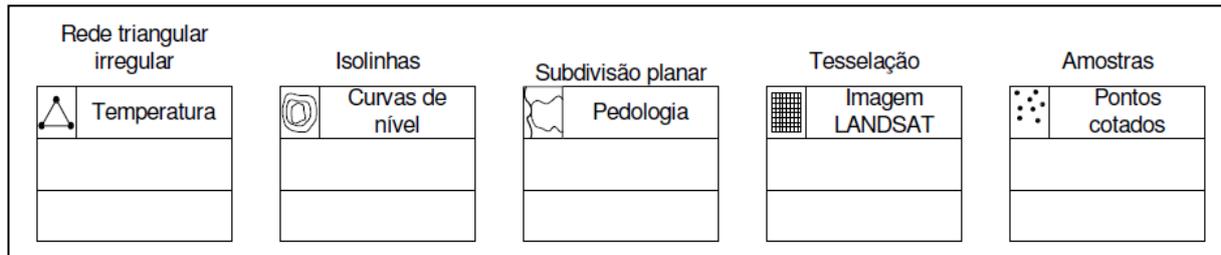


Fonte: CASANOVA *et al*, 2005, p. 91.

A classe do tipo georreferenciada ainda possui duas especializações:

Geo-campo: representam objetos e fenômenos distribuídos continuamente no espaço, como o solo, relevo e geologia (CÂMARA, 1995), a Figura 2 traz exemplos da representação de Geo-campos.

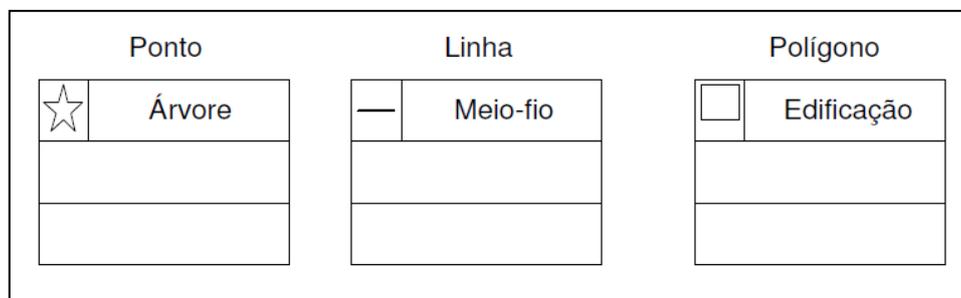
Figura 2 - Representação de Geo-campos



Fonte: CASANOVA *et al*, 2005, p. 91.

Geo-objeto: representam objetos geográficos independentes associados a elementos do mundo real, como edifícios, rios e árvores, a Figura 3 traz exemplos da representação de Geo-objetos.

Figura 3 - Representação de Geo-objetos



Fonte: CASANOVA *et al*, 2005, p. 92.

O modelo OMT-G representa três tipos de relacionamentos entre suas classes: associações simples, relacionamentos topológicos em rede e relacionamentos espaciais.

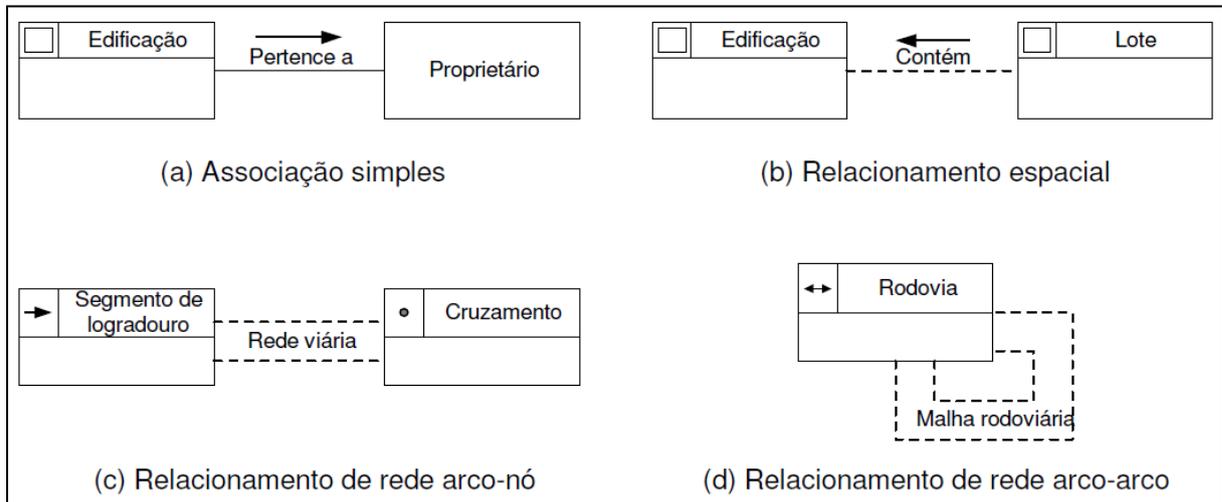
Associações simples: representam relacionamentos estruturais entre objetos de classes diferentes, convencionais ou georreferenciadas.

Relacionamentos topológicos em rede: são relacionamentos entre objetos que estão conectados uns com os outros.

Relacionamentos espaciais: representam relações topológicas, métricas, de ordem e fuzzy.

Na Figura 4 podemos observar exemplos de relacionamentos entre classes no modelo OMT-G.

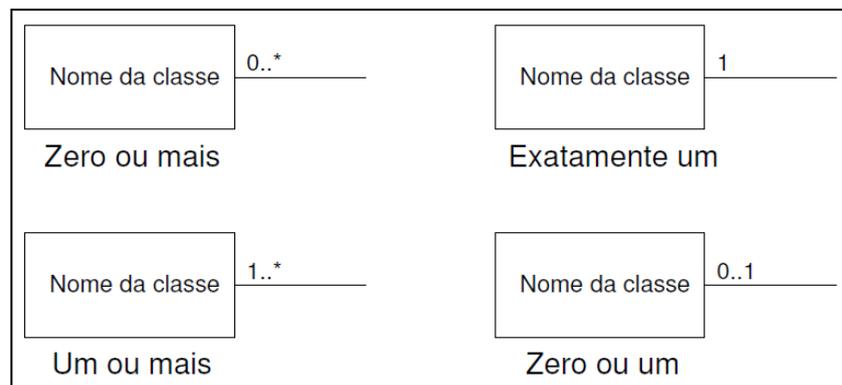
Figura 4 - Relacionamentos entre Classes OMT-G



Fonte: CASANOVA *et al*, 2005, p. 94.

A cardinalidade é responsável por caracterizar os relacionamentos, ela representa o número de instâncias de uma classe que podem estar associadas a instâncias da outra classe. O modelo OMT-G utiliza a mesma notação da UML conforme podemos observar na Figura 5.

Figura 5 - Cardinalidade no modelo OMT-G



Fonte: CASANOVA *et al*, 2005, p. 95.

2.2 DADOS GEOGRÁFICOS

Dados geográficos são dados espaciais onde a dimensão espacial está associada à sua localização na superfície da terra em determinado instante ou período de tempo. Os dados geográficos contêm três características fundamentais: características espaciais, não espaciais e

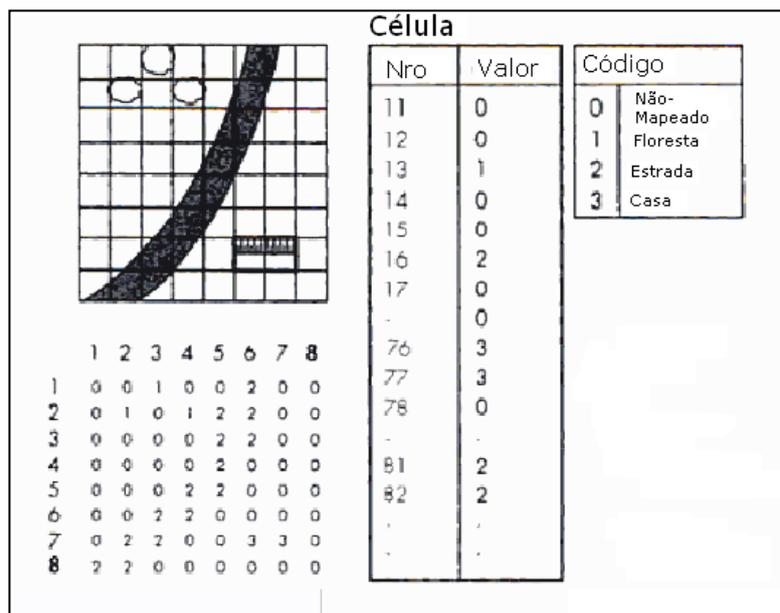
temporais. As características espaciais informam a posição geográfica do fenômeno e sua geometria. As características não espaciais descrevem o fenômeno e as características temporais informam o tempo de validade dos dados geográficos e suas variações sobre o tempo (BORGES 2002).

2.3 REPRESENTAÇÃO DE DADOS GEOGRÁFICOS

Os dados geográficos possuem duas formas básicas de representação; matricial e vetorial:

Matricial: também chamado de *raster*, é caracterizado por representar os dados em uma matriz de células de tamanhos regulares, a cada célula é associado um conjunto de valores que representa as características geográficas da região. Para SILBERSCHATZ (2012, p. 674) “Consistem em mapas de bits ou mapas de pixels, em duas ou mais dimensões”. A Figura 6 mostra um exemplo de representação de dados matriciais.

Figura 6 - Representação de dados matriciais

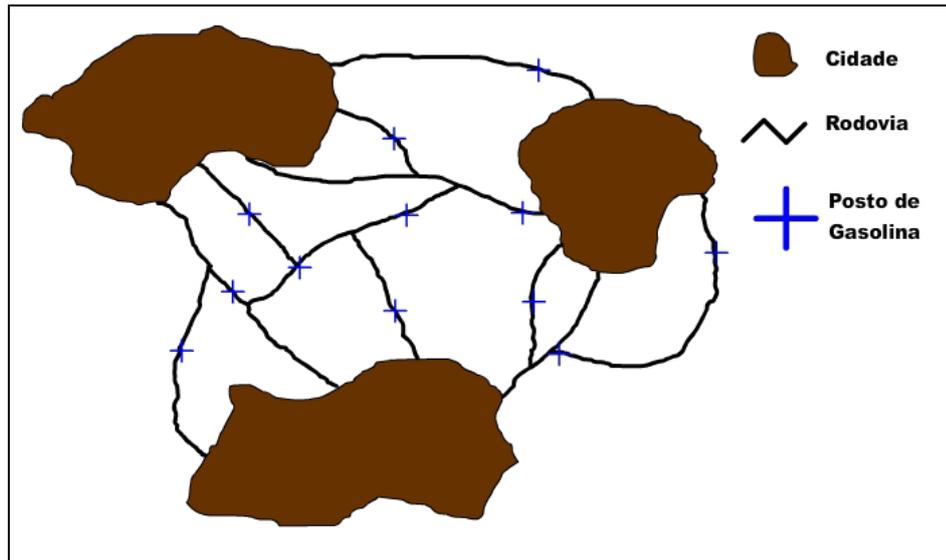


Fonte: AMORIM, JAQUES, 2010, Slide 10.

Vetorial: caracterizado pelo uso de pontos, linhas e polígonos para representar os dados geográficos. De acordo com SILBERSCHATZ (2012, p. 674) “São construídos a partir de objetos geométricos básicos, como pontos, segmentos de linha, triângulos e outros polígonos em duas dimensões, e cilindros, esferas, cubos e outros poliedros em três dimensões”.

Desta forma a representação de entidades lineares tais como rodovias e ruas são representadas em formato vetorial, na Figura 7 temos um exemplo da representação de dados vetoriais.

Figura 7 - Representação de dados vetoriais



Fonte: AMORIM, JAQUES, 2010, Slide 12.

2.4 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Sistemas de informação geográfica, ou simplesmente SIG's, são sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. Uma característica muito própria e que o difere dos demais sistemas de informação, é a capacidade de armazenar tanto atributos descritivos como as geometrias dos diversos dados geográficos (CÂMARA, 1995).

Para Câmara e Ortiz (1998, p.1), um SIG é composto por “um conjunto de "ferramentas" especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações espaciais”.

2.5 BANCOS DE DADOS GEOGRÁFICOS

Os bancos de dados geográficos são um tipo de banco de dados espaciais. Conforme SILBERCHATZ (1999 p.714) “Os bancos de dados espaciais armazenam informações relacionadas a localizações espaciais e fornecem suporte eficiente para consultas e indexações com base nessas localizações espaciais”.

De acordo com Elmasri e Navathe (2005, p.668).

Os sistemas de informação geográfica (GIS) são utilizados para coletar, modelar, armazenar e analisar informações que descrevem propriedades físicas do mundo geográfico. O escopo do GIS abrange amplamente dois tipos de dados: (1) dados espaciais, originados a partir de mapas, imagens digitais, fronteiras administrativas e políticas, estradas, redes de transporte; dados físicos, como rios, características do solo, regiões climáticas, elevações da Terra e (2) dados que não são espaciais, como dados socioeconômicos (como contagens de censo), dados econômicos e informações de vendas ou de marketing.

2.6 POSTGRESQL

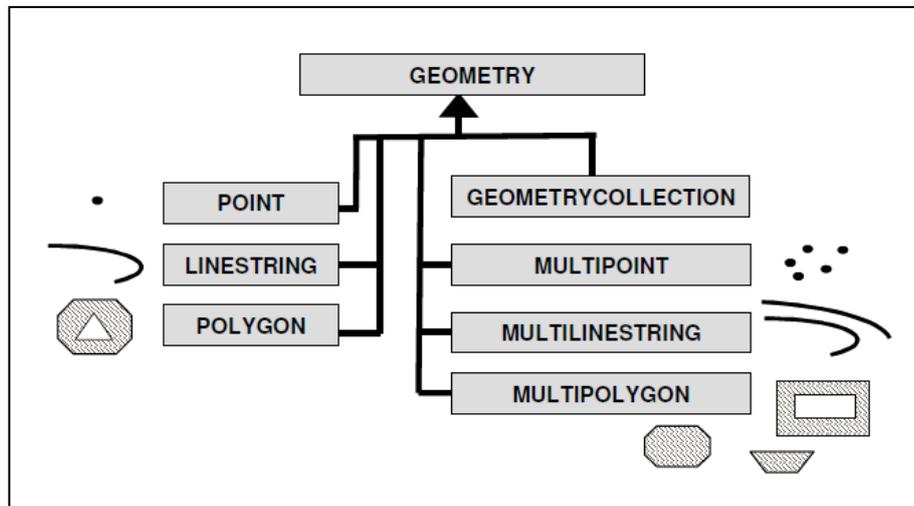
O PostgreSQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados objeto-relacional de código-fonte aberto. Funciona com várias linguagens de programação, bem como com as interfaces de banco de dados JDBC e ODBC (SILBERSCHATZ *et al*, 2012).

2.7 EXTENSÃO POSTGIS PARA POSTGRESQL

O PostGIS é uma extensão geográfica para o banco de dados PostgreSQL, um projeto liderado pela Refrations Research e que promove um suporte mais amplo e completo para armazenamento e gerenciamento de dados geográficos no PostgreSQL. Segundo Hsu (2011, p. 13) “PostGIS fornece mais de 300 operadores espaciais, funções espaciais, tipos de dados espaciais, e melhorias de indexação espacial”.

O PostGIS Suporta todos os objetos e funções da especificação SFS (Simple Features for SQL), que define uma série de características que um banco de dados deve conter para armazenar, manipular e extrair dados espaciais, a Figura 8 mostra os tipos de dados suportados pelo PostGIS.

Figura 8 - Tipos de dados espaciais do PostGIS



Fonte: CASANOVA *et al*, 2005, p. 279.

Representação textual dos tipos de dados suportados pelo PostGIS:

- MultiPolygon: (((0 0 0, 4 0 0, 4 4 0, 0 4 0, 0 0 0), (...), ...), ...)
- GeometryCollection: (POINT(2 2 0), LINESTRING((4 4 0, 9 9 0))
- Point: (0 0 0)
- LineString: (0 0, 1 1, 2 2)
- Polygon: ((0 0 0, 4 0 0, 4 4 0, 0 4 0, 0 0 0), (1 0 0, ...), ...)
- MultiPoint: (0 0 0, 4 4 0)
- MultiLineString: ((0 0 0, 1 1 0, 2 2 0), (4 4 0, 5 5 0, 6 6 0))

O PostGIS possui um esquema SFSQL (Simple Features Specification para SQL) que define padrões GIS de tipos de objetos, as funções necessárias para manipular eles, e um conjunto de tabelas de meta-dados. A fim de garantir que os meta-dados permaneçam consistentes, operações como a criação e a remoção de uma coluna espacial são realizadas através de procedimentos especiais definidos pelo OpenGIS. O OpenGis é uma marca de posse do Open Geospatial Consortium (OGC), consórcio formado por empresas, agências governamentais e universidades que participam de um processo de consenso para desenvolver padrões de interface disponíveis publicamente (OGC, 2015).

O OGC tem como objetivo conduzir o desenvolvimento global, a disseminação e a compatibilização de padrões abertos e arquiteturas que viabilizem a integração de dados geográficos e serviços com as mais diversas aplicações e incentivem a geração de negócios na área de geotecnologias.

As duas principais tabelas de metadados definidas pela especificação OpenGIS são: SPATIAL_REF_SYS e GEOMETRY_COLUMNS. A tabela SPATIAL_REF_SYS detém os ID's numéricos e descrições textuais de sistemas de coordenadas utilizados no banco de dados espacial, já a tabela GEOMETRY_COLUMNS guarda informações do esquema geográfico e das propriedades dos objetos geográficos.

A definição dos campos contidos nas tabelas SPATIAL_REF_SYS e GEOMETRY_COLUMNS é descrita respectivamente pela Tabela 1 e Tabela 2.

Tabela 1 - Descrição dos campos da tabela SPATIAL_REF_SYS

Atributo	Tipo	Modificador	Descrição
Srid	Integer	Not Null Primary Key	Valor inteiro que identifica o sistema de referenciamento espacial (SRS) dentro do banco de dados.
auth_name	Varchar(256)		O nome do corpo padrão ou padrões que estão sendo citados para este sistema de referência. Por exemplo, "EPSG" seria uma AUTH_NAME válido.
auth_srid	Integer		O ID do Sistema de Referência Espacial, conforme definido pela autoridade citada no AUTH_NAME. No caso de EPSG, este é o lugar aonde o código de projeção EPSG iria.
Srtext	Varchar(2048)		A representação WKT do Sistema de Referência Espacial.
proj4text	Varchar(2048)		PostGIS utiliza a biblioteca Proj4 para fornecer capacidades de transformação de coordenadas. A coluna PROJ4TEXT contém a string de coordenada Proj4 para definição de um SRID particular.

Autor: Manual do PostGIS Capítulo 4.

Tabela 2 - Descrição dos campos da tabela GEOMETRY_COLUMNS

Atributo	Tipo	Descrição
f_table_catalog	Varchar(256)	O nome completo da tabela de recurso que contenha a coluna de geometria. Note-se que os termos "catálogo"
f_table_schema	Varchar(256)	

f_table_name	Varchar(256)	e "esquema" são o Oracle-ish. Não existe análogo de PostgreSQL "catálogo" de modo que a coluna é deixada em branco - para "esquema" usa-se o nome do BD PostgreSQL (public é o padrão).
f_geometry_column	Varchar(256)	O nome da coluna de geometria na tabela de recurso.
coord_dimension	Integer	A dimensão espacial (2, 3 ou 4 dimensões) da coluna.
Srid	Integer	O ID do sistema de referência espacial usado para a geometria de coordenadas nesta tabela. É uma referência de chave estrangeira para o SPATIAL_REF_SYS.
type	Varchar(30)	O tipo do objeto espacial. Para restringir a coluna espacial a um único tipo, use um dos seguintes: POINT, LINESTRING, POLYGON, MULTIPOINT, MULTILINESTRING, MULTIPOLYGON, GEOMETRYCOLLECTION ou correspondente XYM versões POINTM, LINESTRINGM, POLYGONM, MULTIPOINTM, MULTILINESTRINGM, MULTIPOLYGONM, GEOMETRYCOLLECTIONM. Para coleções heterogêneas pode-se utilizar o tipo "GEOMETRY".

Autor: Manual do PostGIS Capítulo 4.

O PostGIS oferece diversas funções para manipulação de dados espaciais, essas são divididas entre funções de relacionamento espacial e de processamento geométrico.

As funções de relacionamento espacial têm como objetivo prover informações através da comparação de geometrias, um exemplo é a função "ST_Distance(A, B)", esta função retorna a distância em metros de uma geometria A em relação a uma geometria B.

Já as funções de processamento geométrico são utilizadas para obter informações sobre uma geometria em si, um exemplo é a função ST_Centroid(geometria), que retorna o centro geométrico de uma geometria.

2.8 GEOSERVER

O GeoServer é um servidor de mapas de código aberto escrito em Java, com ele é possível o compartilhamento e edição de dados geoespaciais. Oferece suporte aos padrões Web Feature Service (WFS), Web Coverage Service (WCS) e Web Map Service (WMS) especificados pelo Open Geospatial Consortium (OGC). (GEOSERVER, 2015).

2.9 OPENLAYERS

OpenLayers é uma biblioteca JavaScript de código aberto, do lado cliente para trabalhar com mapas interativos na internet, visíveis em quase todos os navegadores web. Executado no lado cliente é ele o responsável pelas requisições ao servidor de mapas, cada comando como um zoom em um mapa, por exemplo, gera uma requisição ao servidor, essa requisição é feita utilizando chamadas JavaScript (AJAX) assíncronas, ele recebe todos os resultados e monta o mapa em tela (HAZZARD, 2011).

2.10 GEOEXT

GeoExt é um framework JavaScript de código aberto e permite a construção de aplicações GIS do tipo desktop através da web. Ele combina a funcionalidade GIS do OpenLayers com a interface de usuário da biblioteca ExtJS (GEOEXT, 2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

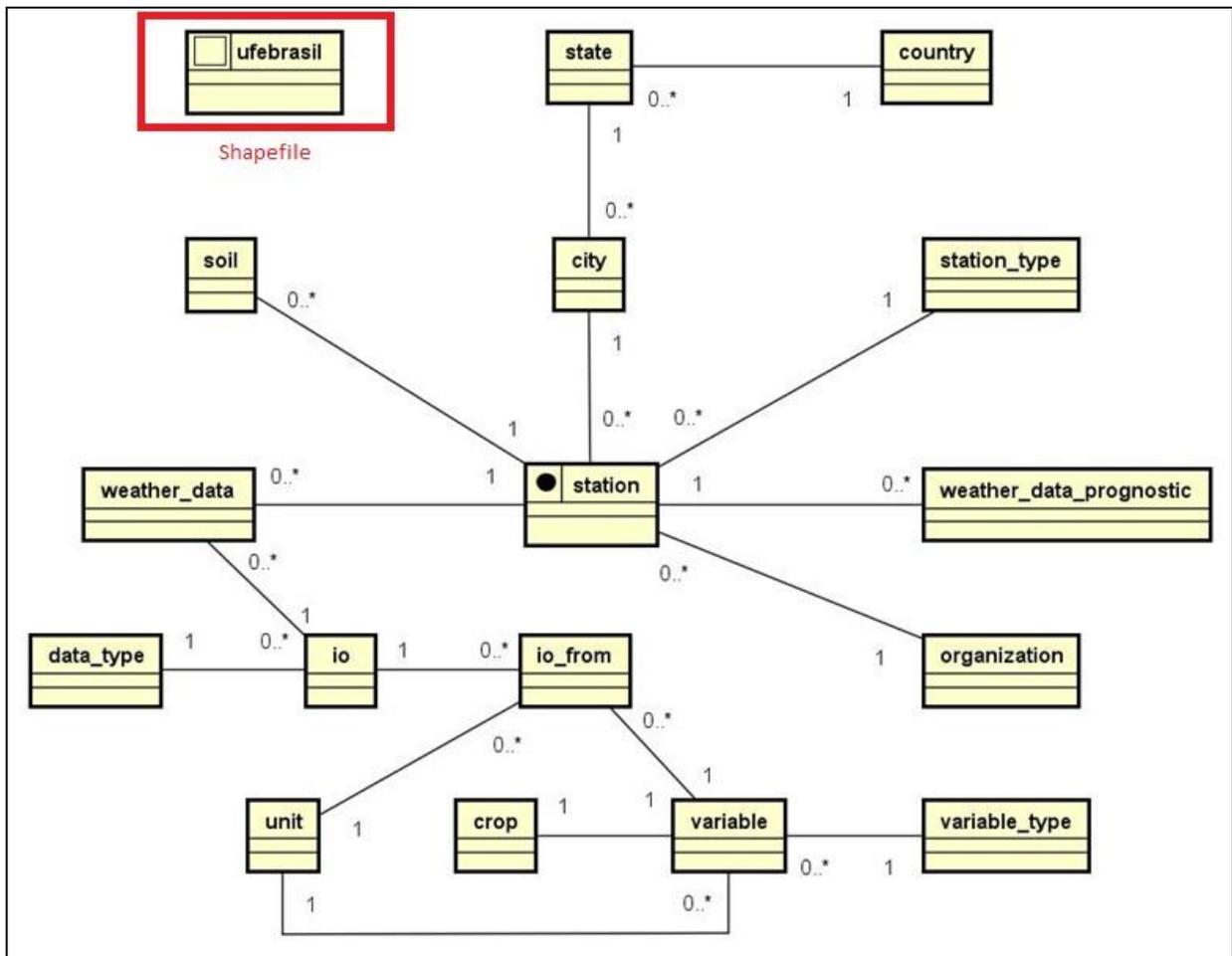
Esta seção contém detalhes sobre o desenvolvimento do trabalho e os resultados obtidos.

3.1 MODELAGEM GEOGRÁFICA DA BASE

O primeiro passo do trabalho foi realizar a modelagem geográfica da base de dados, a qual possuía informações geográficas armazenadas de forma convencional. Essa base possui dados de clima, de solo e água do território brasileiro, e estes estão atrelados a diversas estações meteorológicas de várias instituições. Partindo do pressuposto que a estação de dados

é o elemento chave para referenciar a área onde os dados foram coletados, uma coluna geométrica foi adicionada a tabela de estações referenciando de forma geográfica seu posicionamento. A Figura 9 representa a modelagem conceitual do banco de dados:

Figura 9 – Modelagem Conceitual da Base



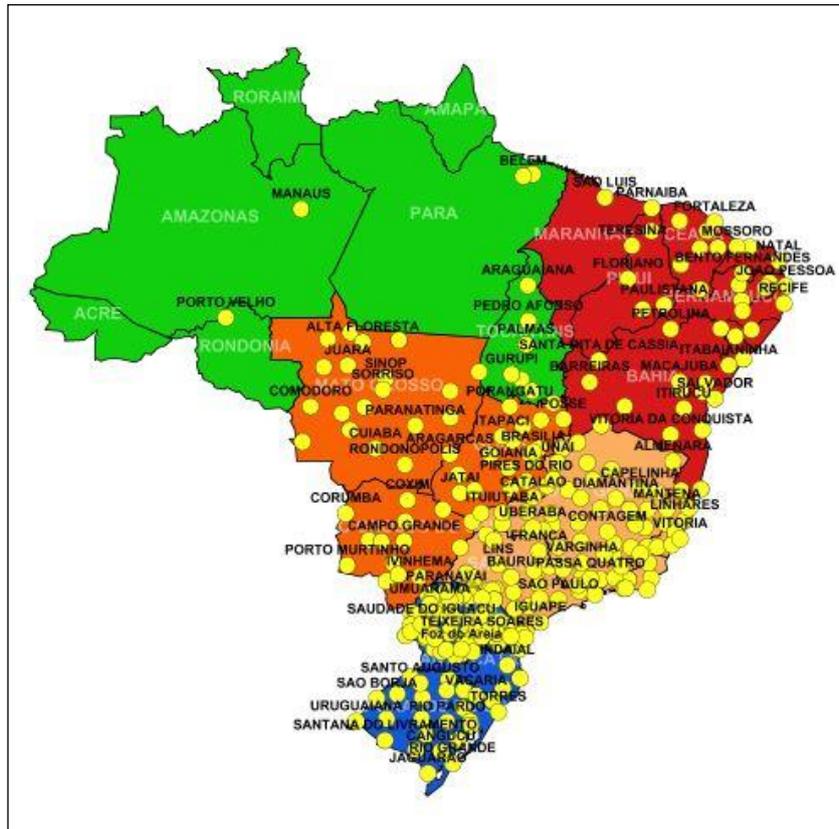
Fonte: Do Autor.

A coluna de nome “local” foi adicionada a tabela “station” e uma função foi criada para popular o atributo geométrico de cada estação, os dados de latitude e longitude contidos na própria tabela foram utilizados para gerar a geometria que representa a estação, um point, que foi obtido como resultado na saída da função abaixo:

```
ST_GeomFromText('POINT('||longitudo||' '||latitude||')',4326);
```

Além disso, um *shapefile*, arquivo que contém dados geoespaciais em forma de vetor, do território brasileiro foi importado para base de dados, para permitir a plotagem das estações sobre a imagem representativa do país, permitindo a identificação visual da real localização de cada estação conforme Figura 10.

Figura 10 - Plotagem das Estações sobre o mapa do Brasil



Fonte: Do Autor.

Com a modelagem aplicada foi possível fazer uso das funções para manipulação de dados fornecidas pela extensão geográfica PostGIS e iniciar o processo de desenvolvimento da aplicação *webmapping*.

3.2 APLICAÇÃO WEBMAPPING

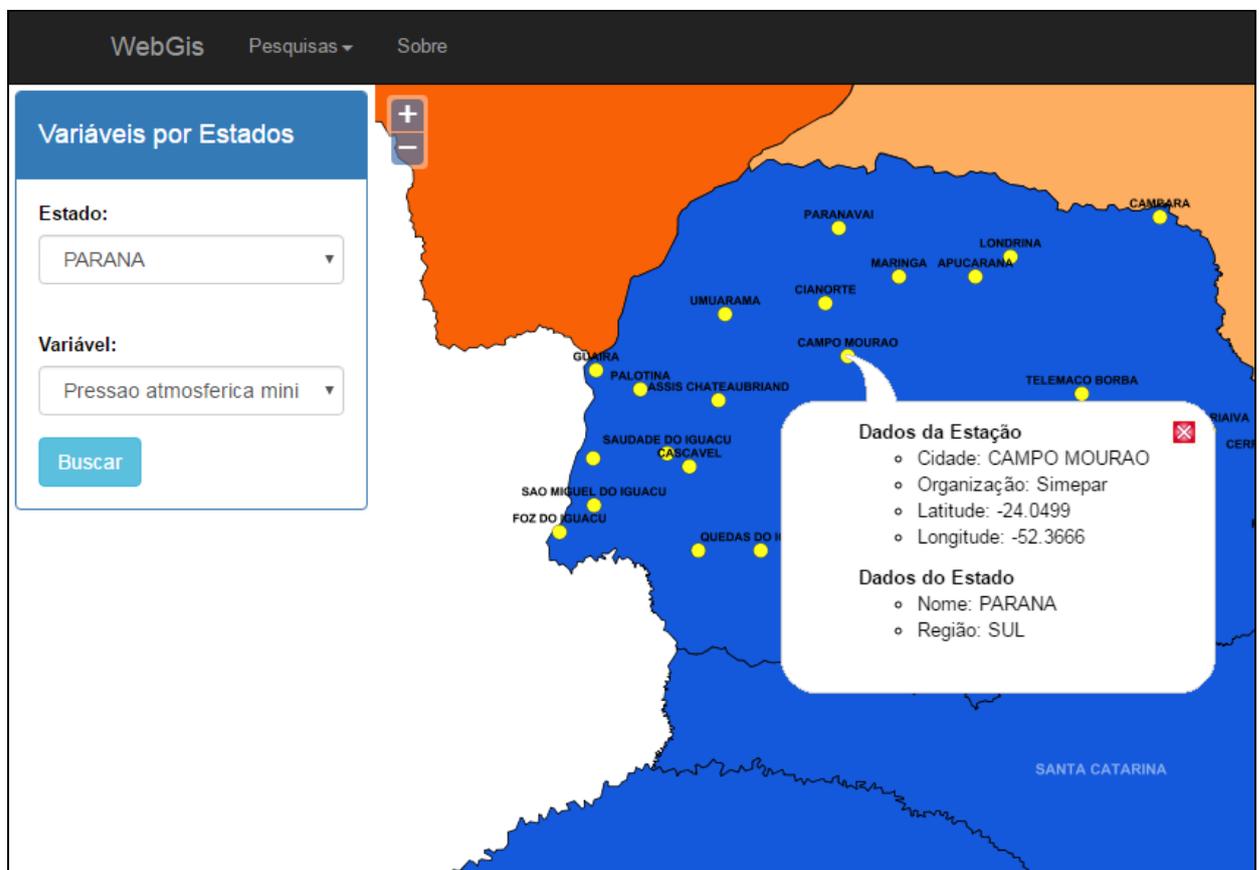
Após a criação e execução de consultas diretamente pelo console do SGBD, a aplicação *webmapping* para apresentação dos dados via navegador começou a ser desenvolvida. Para alcançar tal objetivo uma análise sobre tecnologias disponíveis para implementação da aplicação foi realizada, em suma optou-se por utilizar as tecnologias GeoServer, OpenLayers e GeoExt, por serem tecnologias de código aberto, maior quantidade de documentação em relação às demais e utilizadas em diversos trabalhos relacionados.

O GeoServer é responsável por buscar os dados contidos na base e provê-los em forma de serviço. Este possui uma área administrativa acessível via navegador onde camadas de dados comuns ou de visão são configuradas, as camadas comuns são aquelas que não

possuem interação do usuário na consulta, retornando sempre um mesmo resultado. Camadas de visão são consultas que possuem parâmetros dinâmicos, estas são utilizadas quando se necessita realizar alguma rotina de pesquisa na base. O protocolo utilizado para disponibilizar os dados foi o *Web Map Server* (WMS) onde os resultados da consulta são devolvidos pelo GeoServer na forma de imagens. Para consumir e exibir os mapas disponibilizados pelo GeoServer foi utilizado o framework GeoExt, este utiliza a biblioteca OpenLayers para comunicação com o servidor de dados, e a biblioteca ExtJS para a construção da interface de usuário. Para criação dos componentes comuns como menus e formulários o framework Bootstrap foi utilizado, por permitir o desenvolvimento de forma rápida e flexível.

A função $ST_Within(A, B)$, realiza a comparação se a geometria A está totalmente contida na geometria B gerando como resposta um *boolean*, contida retorna “true”, não contida retorna “false”. E foi utilizada na consulta de estações que possuíam determinada variável por estado, neste caso a geometria da estação foi comparada a geometria que representa o estado escolhido, e o retorno obtido são as estações que possuem determinado tipo de dado por estado, conforme Figura 11.

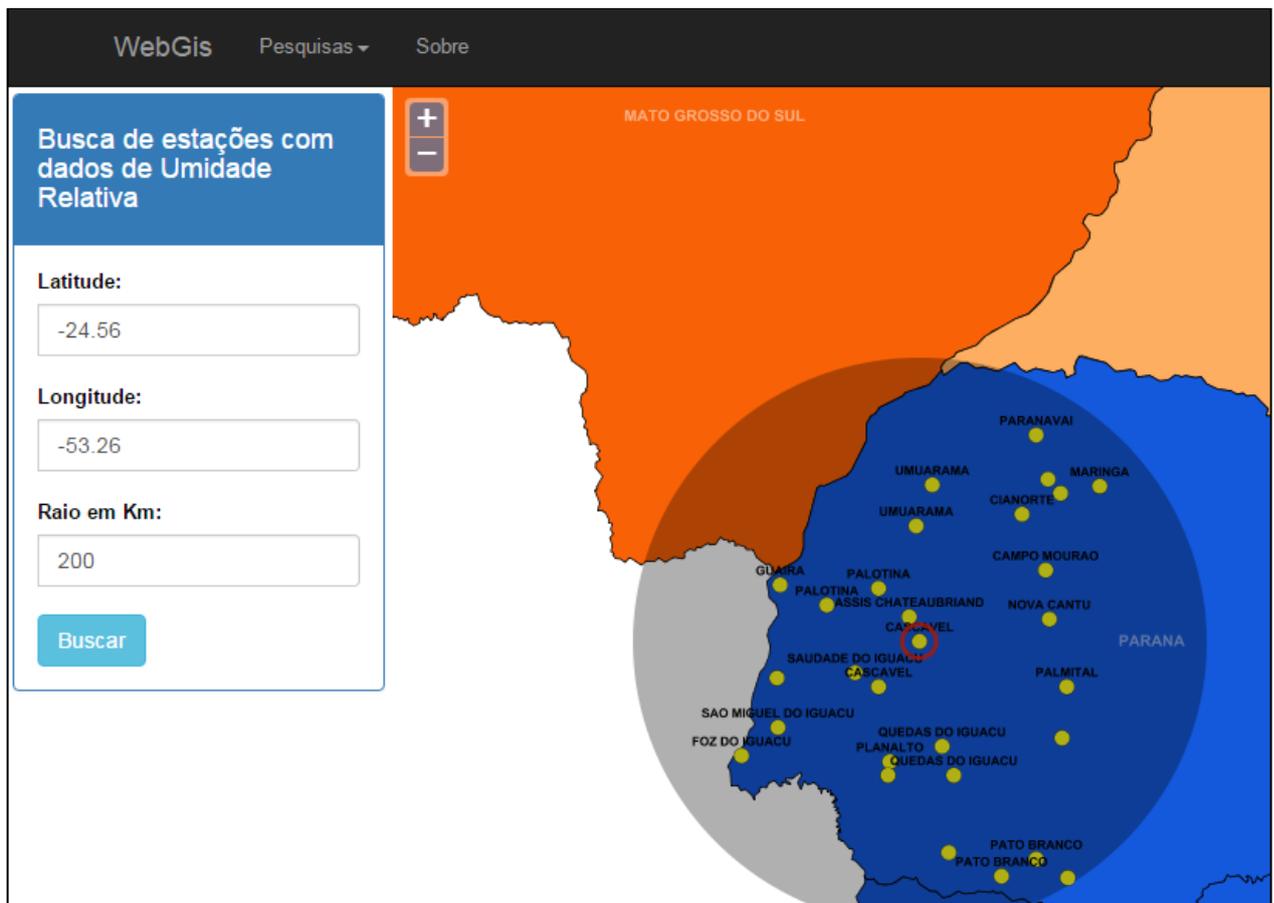
Figura 11 – Consulta de variáveis por estado



Fonte: Do Autor.

Para realizar consulta onde o usuário informa determinada latitude e longitude, bem como um raio de distância deste ponto central, tendo como resultado as estações presentes neste perímetro, foram combinadas duas funções, sendo a primeira delas a função *ST_GeomFromText()*, citada anteriormente, a qual realiza a conversão da informação textual em um ponto geométrico, que é utilizado como dado de entrada na função *ST_DWithin(A, B, RAI0)*, semelhante à função *ST_Within(A, B)*, porém esta possui um terceiro parâmetro que define o raio de distância abrangente sobre a geometria B, ou seja, ela irá comparar se a geometria A está contida no espaço definido pela geometria B, sendo que a geometria B é constituída do ponto central somado da área a sua volta definida pelo valor do raio. Podemos visualizar o resultado da consulta na Figura 12, onde fica evidenciado a relação do ponto central informado, no caso as coordenadas relativas à cidade de Cascavel, e as estações a um raio de 200 km a sua volta que possuem dados de umidade relativa.

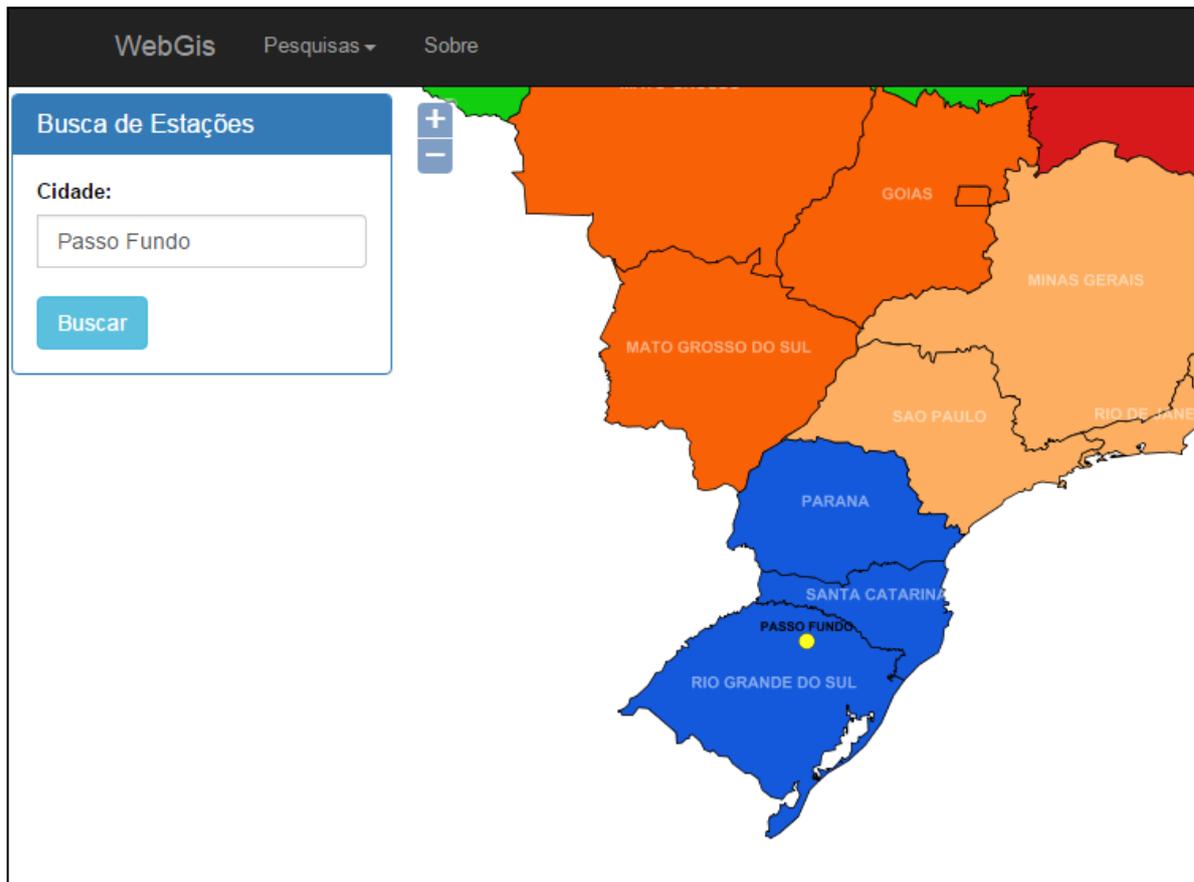
Figura 12 – Consulta de estações por Latitude, Longitude e Raio



Fonte: Do Autor.

Além das consultas utilizando as funções do PostGIS consultas convencionais foram realizadas como a pesquisa de estações por cidade, conforme Figura 13, onde é possível informar o nome, ou parte do nome, de uma cidade e o sistema pesquisa e retorna a(s) estação (oes) correspondentes.

Figura 13 – Busca de estações por cidade



Fonte: Do Autor.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A extensão PostGIS para o PostgreSQL demonstrou cumprir seu papel na manipulação de dados georreferenciados. Com suas funções foi possível realizar as consultas geográficas necessárias para atender a demanda dos requisitos da aplicação.

Para o desenvolvimento da aplicação *webmapping* fez-se necessário o uso de diversas tecnologias, cada uma com um papel específico, o qual é um ponto que torna o desenvolvimento um tanto complexo no início da implementação, pois foi necessário estudar como trabalhar e configurar cada uma das ferramentas.

Os resultados alcançados com o estudo realizado foram de acordo com os objetivos delimitados. Como uma tarefa futura pretende-se explorar melhor os recursos do framework GeoExt para aprimorar a aplicação *webmapping*, implementando novas funcionalidades dentro da aplicação e acrescentando utilidades as consultas já implementadas, com o intuito de produzir uma ferramenta que consiga realizar cruzamento entre os dados armazenados por cada estação possibilitando uma análise comparativa entre regiões em aspectos climáticos e de cultivo.

ABSTRACT

This article presents a study on the geographical extension PostGIS for PostgreSQL database, and the development of a webmapping application for use and geographic data visualization. The initial goal is to apply the geographic modeling on a database likely to be worked geographically, with this information will be accessible and compatible for use tools for manipulating geographic data. With PostGIS will be possible to build queries geographically and allow the use of data through the webmapping application, as it is intended to promote an enrichment of the information that can be used and displayed in other ways by allowing its geographical reading. To promote interactivity of queries and data visualization resulting one webmapping application was created using technologies that are discussed in this article, as GeoExt, OpenLayers and GeoServer, besides those for small routines we used the Java language to common routines in back-end tool and the Bootstrap framework to aid in the development of front-end.

Keywords: PostGIS. PostgreSQL. Webmapping. GeoExt. OpenLayers. GeoServer.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Bruno Zumba; JAQUES, Luíza da Silva. Apresentação: *Sistema de Informações Geográficas SIG*. Universidade de Brasília, 2010.

BORGES, Karla A. V. *Modelagem de Dados Geográficos*. Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.

CÂMARA, Gilberto. *Modelos, linguagens e arquiteturas para bancos de dados geográficos*. São José dos Campos: INPE, 1995. Tese de doutorado, 1995.

CÂMARA, Gilberto; ORTIZ, Manoel Jimenez. *Sistemas de informação geográfica para aplicações ambientais e cadastrais: uma visão geral*. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. 1998. p. 59-82.

CASANOVA, Marco; CÂMARA, Gilberto, DAVIS, Clodoveu; VINHAS, Lúbia; QUEIROZ, Gilberto Ribeiro. *Bancos de Dados Geográficos*. Curitiba: MundoGEO, 2005.

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B. *Sistemas de Banco de Dados*. São Paulo: Pearson, 2005.

GeoExt. Site oficial da ferramenta. Disponível em: <<http://geoext.org/>>. Acesso em 07 jun 2016.

GeoServer. Site oficial da ferramenta. Disponível em: <<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/introduction/overview.html>>. Acesso em 24 mai 2016.

HAZZARD, Erik. *OpenLayers 2.10 Beginner's Guide*. Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2011.

HSU, Leo S; OBE, Regina O. *PostGIS in Action*. Stamford: Manning Publications Co., 2011.

Open Geospatial Consortium (OGC). Site oficial do consórcio. Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org/ogc>>. Acesso em: 14 jun. 2015.

SILBERCHATZ, Abraham; KORTH, Henry F. e SUDARSHAN, S. *Sistema de Banco de Dados*. São Paulo: Pearson, 1999.

SILBERSCHATZ, Abraham; KORTH, Henry F.; SUDARSHAN, S. *Sistema de Banco de Dados*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.