



**Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"**

**LEONARDO KAIQUE ROCHA GUEDES**

**UM ESTUDO SOBRE GEOTECNOLOGIA E  
BANCOS DE DADOS GEOGRÁFICOS**

**ASSIS  
2018**



**Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"**

**LEONARDO KAIQUE ROCHA GUEDES**

**UM ESTUDO SOBRE GEOTECNOLOGIA E  
BANCOS DE DADOS GEOGRÁFICOS**

Monografia apresentada como exigência para  
obtenção do grau de Tecnólogo em Análise  
e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Municipal de  
Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação  
Educacional do Município de Assis – FEMA.

**Aluno:** LEONARDO KAIQUE ROCHA GUEDES

**Orientador:** Prof. Dr. ALEX SANDRO ROMEO DE SOUZA POLETTO

**ASSIS  
2018**

## FICHA CATALOGRÁFICA

G924e GUEDES, Leonardo Kaique Rocha

Um estudo sobre geotecnologia e banco de dados geográficos /  
Leonardo Kaique Rocha Guedes. – Assis, 2018.

59p.

Trabalho de conclusão do curso (Análise e Desenvolvimento de  
Sistemas). – Fundação Educacional do Município de Assis-FEMA

Orientador: Dr. Alex Sandro Romeo de Souza Poletto

1.Geotecnologia 2.Banco de dados 3.Localização

CDD 005.74

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a minha família que sempre me apoiou, me fazendo acreditar que seria possível chegar a este ponto tão importante em minha vida,  
Aos amigos que eu conheci durante este período de faculdade  
A eles todos meus mais sinceros agradecimentos.

## RESUMO

Com o intuito de mostrar a importância e eficiência dos bancos de dados geográficos em sistemas de geoprocessamento e topologia, o presente estudo conta com uma pesquisa científica que visa agregar informações conceituais sobre geotecnologia, mostrando suas funcionalidades, finalidades, aplicações no dia-a-dia de pessoas físicas e pessoas jurídicas. O projeto também idealiza um estudo aprofundado sobre as funcionalidades desses bancos de dados voltados a dados geográficos, mostrando detalhadamente suas características e exemplificando seu uso por meio de amostras práticas. Utilizando um Sistema de Informação Geográfica, combinado a um Banco de Dados Geográficos, o usuário poderá obter dados sobre um determinado lugar, como dados populacionais, recursos do local, detalhes sobre o ambiente, e até mesmo, caso necessário, quais são as rotas de acesso ao local e qual a melhor rota a se usar considerando o ponto de partida, a facilidade de acesso e o tempo de viagem pelo percurso. Facilitando assim, a obtenção de conhecimento do local e a acessibilidade a ele.

**Palavras-Chave:** Geotecnologia; Banco de Dados Geográficos; Localização.

## **ABSTRACT**

In order to show the value and efficiency about geographical databases in geoprocessing and topology software, this job count with a scientific research that looks for adding conceptual information about geotechnology, showing its functionalities, finalities, and day to day applications for physical and legal person. The project as well idealizes an deepened study about the functionalities of these databases about geographical data, showing in details its characteristics and exemplifying their usage by means of practical examples. Using a Geographic Information System, combined with a Geographic Database, the user may get data about a certain place, details about the environment, and even about which are the router to access this location and which one of them is the best to take, considering the starting point, the ease to access and the travel time, thereby facilitating getting knowledge about the place and the accessibility.

**Keywords:** Geotechnology; Geographical Databases; Localization.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Componentes de um SIG .....                          | 16 |
| Figura 2 – Entradas e Saídas de um SIG .....                    | 17 |
| Figura 3 – Visão Abstrata do SIG .....                          | 18 |
| Figura 4 – MDT e Ortofoto .....                                 | 21 |
| Figura 5 – Drone UX-Spyro da SensorMap .....                    | 26 |
| Figura 6 – Tela Gerada pelo Software SMM-CAD .....              | 27 |
| Figura 7 – Visualização 3D do SA-API .....                      | 28 |
| Figura 8 – PostGIS Integrado ao PostgreSQL .....                | 32 |
| Figura 9 – Chave API para Geolocalização .....                  | 34 |
| Figura 10 – Função InitMap .....                                | 35 |
| Figura 11 – Condições de Mensagem .....                         | 35 |
| Figura 12 – Geolocalização do Usuário .....                     | 36 |
| Figura 13 – Chave API para Rotas .....                          | 36 |
| Figura 14 – Variáveis e Objetos .....                           | 37 |
| Figura 15 – Função que Calcula Rota .....                       | 38 |
| Figura 16 – Botão que Retorna Rota .....                        | 38 |
| Figura 17 – Traçagem de Rota Entre Dois Pontos .....            | 39 |
| Figura 18 – Criação de Novo BDG e Schema no pgAdmin III .....   | 45 |
| Figura 19 – Definindo Caminho para o Schema do Projeto .....    | 46 |
| Figura 20 – Função para Adicionar Colunas com Dados Point ..... | 47 |
| Figura 21 – Inserção de Nova Linha na Tabela Pontos .....       | 47 |

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 22 – Linhas Inseridas na Tabela Pontos .....                  | 48 |
| Figura 23 – Função para Adicionar Colunas com Dados Linestring ..... | 49 |
| Figura 24 – Inserção de Nova Linha na Tabela Linhas .....            | 49 |
| Figura 25 – Função para Adicionar Colunas com Dados Polygon .....    | 50 |
| Figura 26 – Inserção de Nova Linha na tabela Formas .....            | 51 |
| Figura 27 – Seleção das Tabelas do PostGIS Dentro do QGIS .....      | 52 |
| Figura 28 – Visualização dos Dados Inseridos no Capítulo 7.1 .....   | 53 |
| Figura 29 – Adicionando um Novo Point Pelo QGIS .....                | 54 |
| Figura 30 – Lago da Av. Getúlio Vargas Desenhado no QGIS .....       | 55 |



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

|       |                                                                      |
|-------|----------------------------------------------------------------------|
| SIG   | Sistema de Informação Geográfica                                     |
| GPS   | Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)         |
| BDG   | Banco de Dados Geográfico                                            |
| BDE   | Banco de Dados Espacial                                              |
| SGBDG | Sistema Gerenciador de Banco de Dados Geográfico                     |
| MDT   | Modelo Digital de Elevação                                           |
| UTM   | Universal Transversa de Mercator                                     |
| SAD   | South American Datum                                                 |
| VANT  | Veículo Aéreo Não Tripulado                                          |
| SAAPI | Sistema Aerotransportado de Aquisição e Pós-Processamento de Imagens |
| CAD   | Computer-Aided Design                                                |
| HTML  | HyperText Markup Language                                            |
| CSS   | Cascading Style Sheets                                               |
| SQL   | Structured Query Language                                            |
| GPL   | General Public License                                               |
| OGC   | Open Geospatial Consortium                                           |
| QGIS  | Quantum GIS                                                          |
| LONG  | Coordenada de Longitude                                              |
| LAT   | Coordenada de Latitude                                               |

## SUMÁRIO

|                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                | <b>12</b> |
| 1.1. OBJETIVOS DO PROJETO .....                           | 13        |
| 1.2. JUSTIFICATIVA .....                                  | 13        |
| 1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO .....                          | 14        |
| <b>2. GEOPROCESSAMENTO .....</b>                          | <b>15</b> |
| 2.1. SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA .....               | 16        |
| 2.1.1. Formas de Entrada e Saída .....                    | 17        |
| 2.2. PROCESSAMENTO DE IMAGEM .....                        | 19        |
| 2.2.1. Triangulação .....                                 | 19        |
| 2.2.2. Ortorretificação .....                             | 20        |
| 2.2.3. Mosaico de Imagens .....                           | 20        |
| <b>3. SOFTWARES RELACIONADOS A GEOPROCESSAMENTO .....</b> | <b>22</b> |
| 3.1. GOOGLE EARTH .....                                   | 22        |
| 3.1.1. Versões do Google Earth .....                      | 23        |
| 3.1.2. Projeções do Google Earth .....                    | 23        |
| 3.2. ENGEMAP .....                                        | 24        |
| 3.3. SENSORMAP .....                                      | 25        |
| 3.3.1. VANT .....                                         | 25        |
| 3.3.2. Mapeamento Móvel Terrestre .....                   | 26        |
| 3.3.3. SAAPI .....                                        | 27        |
| 3.3.4. Calibração de Câmaras .....                        | 29        |
| 3.3.4.1. Como é Realizada a Calibração .....              | 29        |
| 3.3.4.2. Equipe Técnica Especializada .....               | 29        |
| 3.3.4.3. Assistência Técnica Autorizada .....             | 29        |
| 3.4. AUTOCAD .....                                        | 29        |
| 3.4.1. Diferenças entre dados CAD e dados GIS .....       | 30        |
| 3.4.2. Versões do AutoCAD .....                           | 30        |
| <b>4. BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO .....</b>                 | <b>31</b> |
| 4.1. O QUE É UM BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO .....           | 31        |
| 4.2. POSTGRESQL E POSTGIS .....                           | 32        |

|                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| 4.3. WEBMAPPING(WEBGIS) .....                             | 33        |
| <b>5. TESTE PRÁTICO COM GOOGLE MAPS API .....</b>         | <b>34</b> |
| 5.1. GEOLOCALIZAÇÃO .....                                 | 34        |
| 5.2. ROTAS .....                                          | 36        |
| <b>6. INTEGRAÇÃO ENTRE BDG E SIG .....</b>                | <b>40</b> |
| 6.1. POSTGIS .....                                        | 40        |
| 6.1.1. Integração com SIG .....                           | 40        |
| 6.1.2. Tipos de Dados .....                               | 41        |
| 6.2. QGIS .....                                           | 42        |
| 6.2.1. Principais Funções .....                           | 42        |
| <b>7. TESTES PRÁTICOS UTILIZANDO POSTGIS E QGIS .....</b> | <b>44</b> |
| 7.1. TRABALHANDO NO POSTGIS .....                         | 44        |
| 7.2. TRABALHANDO NO QGIS .....                            | 51        |
| <b>8. CONCLUSÃO .....</b>                                 | <b>56</b> |
| <b>REREFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                   | <b>58</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A área da informação e da comunicação tem passado por grandes mudanças nos últimos anos, e isso se deve ao avanço tecnológico os quais tem proporcionado, a cada instante, uma nova opção para disseminação da informação. Tecnologias com o intuito de mapear e representar localizações não ficam de fora desse avanço, elas também têm se mostrado cada vez mais precisas e úteis.

O SIG (Sistema de Informação Geográfica) é a denominação de um sistema de geoprocessamento que possui informações espaciais e procedimentos que permitem e facilitam a análise, gestão e representação do espaço geográfico e dos fenômenos que neles ocorrem.

Historicamente a observação e a representação a superfície terrestre têm se apresentado como fator relevante na organização e desenvolvimento das sociedades. O conhecimento e distribuição espacial dos recursos naturais, infraestrutura instalada, distribuição da população, entre outros, sempre fez parte, das informações básicas sobre as quais eram traçados os novos rumos para o desenvolvimento regional.

As informações e dados espaciais têm sido apresentados de forma gráfica desde séculos atrás até a atualidade. Mapear áreas para classificar as informações sobre a distribuição de recursos, propriedades, animais e plantas sempre foi importante para as sociedades organizadas. Obter informações sobre a distribuição geográfica dos recursos alavancou o desenvolvimento de diversos povos e países.

Já neste século, o uso da WEB já está consolidado e as grandes corporações passam a adotar o uso de intranet, o GIS passa a fazer parte do ambiente WEB, os aplicativos são simples e os usuários não precisam ser especialistas. Surgem grandes SIGs como o Google Maps, o Google Earth, o Microsoft Visual Earth, Google Street View e o Wikimapia. Celulares já são fabricados equipados com GPS e mapas. Montadoras de carros fabricam seus veículos com sistemas de rastreamento por satélite. A cada dia dependemos mais desta tecnologia, mesmo sem perceber.

Para o desenvolvimento de um software assim, é necessário o uso de bancos de dados geográficos. O BDG é um banco de dados relacional, com a grande e importante diferença de suportar feições geométricas em suas tabelas. Este tipo de base com geometria oferece

a possibilidade de análise e consultas espaciais. É possível calcular nestes casos, por exemplo, áreas, distâncias e centróides, além de realizar a geração de buffers e outras operações entre as geometrias.

## 1.1. OBJETIVOS DO PROJETO

Com um estudo realizado na área de Geoprocessamento e Geotecnologia, além de pesquisas sobre Bancos de Dados Geográficos e softwares de empresas que atuam na área, o projeto tem o objetivo de apresentar um conteúdo de pesquisa científica para estudo e desenvolvimento de sistemas que sirvam de solução tecnológica para profissionais da área, focando em mostrar características detalhadas dos bancos de dados geográficos, proporcionando-os maior agilidade de coleta de dados em projetos realizados. O trabalho também facilita a busca de informações para aqueles que se interessem por conteúdo relacionado a área de pesquisa, melhorando assim seus conhecimentos e auxiliando na tomada de ações e decisões em suas tarefas relacionadas.

## 1.2. JUSTIFICATIVA

O projeto visa expor os benefícios da utilização de uma ferramenta que permita a usuários de diversas áreas, com seus diferentes objetivos, ter uma opção funcional e ágil para conseguir informações sobre locais e rotas.

Utilizando um Sistema de Informação de Geográfica, combinado a um Banco de Dados Geográficos, o usuário poderá obter dados sobre um determinado lugar, como dados populacionais, recursos do local, detalhes sobre o ambiente, e até mesmo, caso necessário, quais são as rotas de acesso ao local e qual a melhor rota a se usar considerando o ponto de partida, a facilidade de acesso e o tempo de viagem pelo percurso.

A motivação para o desenvolvimento deste trabalho surgiu com o desejo de expandir os conhecimentos sobre o tema escolhido e descobrir todas as funcionalidades e aplicações dos SIG, que é muito usado no planejamento e ordenamento territorial, como planejamento urbano de cidades, o planejamento ambiental, para a análise de evoluções espaciais e

temporais de fenômenos geográficos e as inter-relações entre diferentes fenômenos espaciais.

### 1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

Para atender aos objetivos propostos, este trabalho está organizado em 7 capítulos, sendo o primeiro essa breve introdução.

O capítulo dois apresenta noções sobre geoprocessamento e técnicas de tratamento de imagens em geral.

O capítulo três apresenta e exemplifica alguns softwares existentes na área de pesquisa do trabalho, como os sistemas das empresas Engemap e SensorMap, o Google Maps e o AutoCAD.

O capítulo quatro introduz os Bancos de Dados Geográficos, explicando suas características e funções, e dando alguns exemplos existentes para pesquisa.

No capítulo cinco são apresentados dois testes práticos relacionados ao tema, utilizando-se de funções do Google Maps API.

O capítulo seis apresentará a conclusão obtida com a realização desta monografia, bem como a proposta para a continuação de seu desenvolvimento futuro.

Por fim, no capítulo sete são referenciadas as fontes utilizadas para o auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

## 2. GEOPROCESSAMENTO

Geoprocessamento representa a área de conhecimentos que utiliza recursos de processamento digital, técnicas matemáticas e computacionais para processar informações provenientes de um Sistema de Informações Geográfica (SIG) que ocorrem em um espaço geográfico. (CÂMARA, 2001)

Geoprocessamento caracteriza-se como uma área multidisciplinar, a qual está associada às disciplinas de Ciência da Computação, Comunicação de Dados, Cartografia, Gerenciamento da Informação, Sensoriamento Remoto, Fotogrametria, Geografia, Geodésia, Estatística etc. (BARCELOS, 2006)

A característica de geoprocessamento é a referência espacial ou geográfica das informações, estando elas divididas em níveis ou layers que são utilizadas para distinguir e classificar uma camada de outra.

As áreas abrangidas das tecnologias do geoprocessamento têm em comum interesse pelas suas características de expressão espacial, localização, distribuição espacial das informações, as áreas de Geologia, Hidrologia, Agricultura, Urbanismo, Engenharias Cíveis, e Transportes. Estas áreas estão diretamente ligadas com a ação do homem sobre o meio físico e tais atividades são representadas no geoprocessamento como:

- Planejamento urbano (redes de água, esgoto, telefone, gás);
- Projetos de Vias de Transporte (ferrovias, hidrovias, rodovias);
- Planejamento agrícola (plantio, colheita);
- Monitoramento (ambiental e urbana);

Entre as diversas atividades, o procedimento de coleta, tratamento e utilização das informações varia de acordo com a necessidade específica de cada área. (PAREDES, 1994)

## 2.1. SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

O conceito de Sistema de Informação Geográfica (SIG) foi criado nos anos 60, e tem como objetivo armazenar, recuperar e combinar diversos tipos de informações de um mesmo mapa em um sistema computacional. A figura 1 apresenta a arquitetura de um SIG.



**Figura 1. Componentes de um SIG.**

**(Fonte: MEDEIROS, 2010)**

No sistema computacional, a noção de mapa deve ser estendida para incluir dados e informações geográficas como modelo de terreno, informações alfanuméricas, imagens de satélite, fotos aéreas e uma infinidade de dados que variam de acordo com a necessidade e a sistematização do mapa. (PAREDES, 1994)

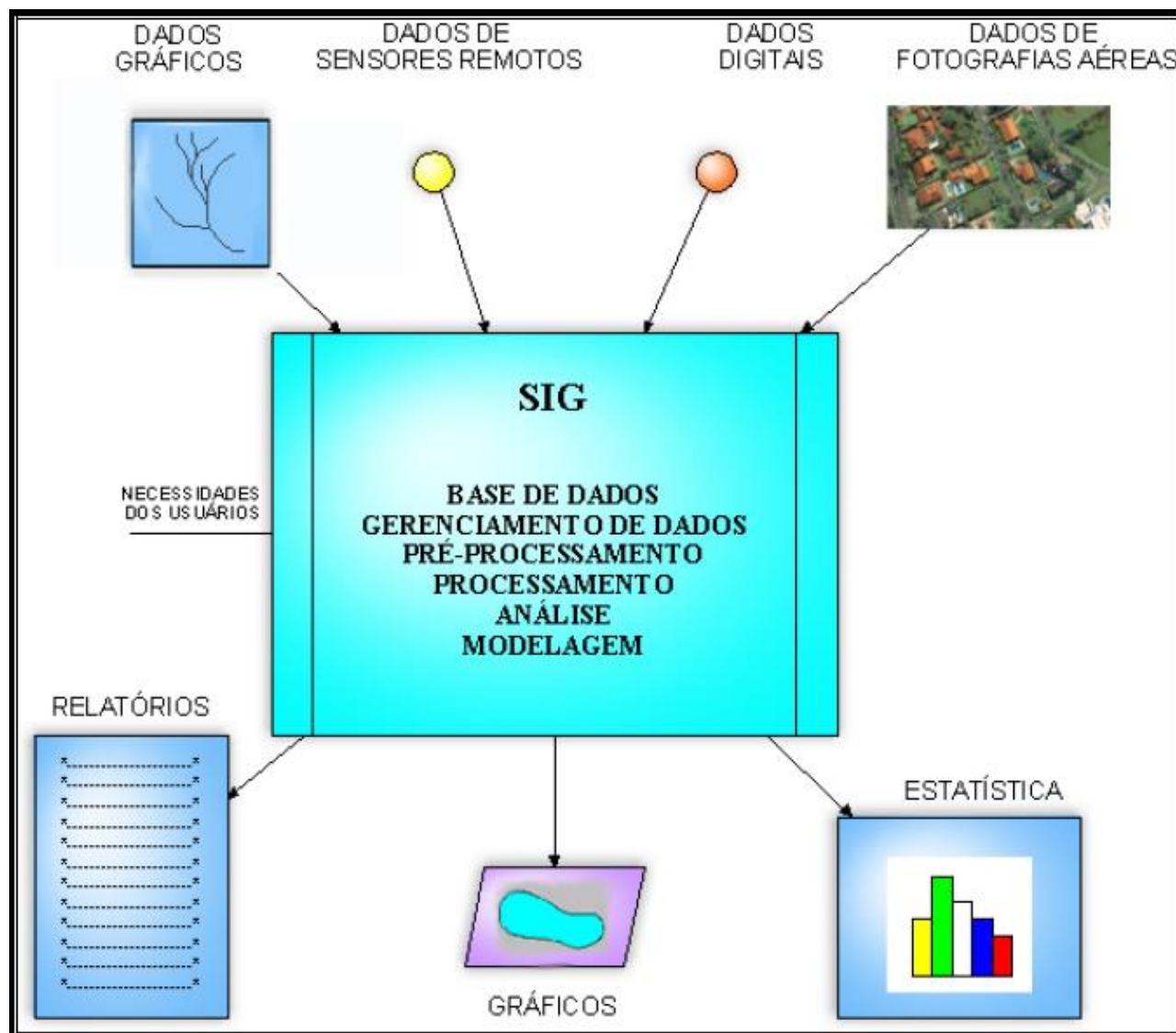
A aplicação de tecnologia SIG, aborda os seguintes elementos:

- Objetos (postes, condutos, rodovias, cabos etc);
- Eventos (vazamentos, incêndios, acidentes etc);
- Limites geográficos (políticos, geográficos, construtivos etc);
- Temas (solo, estatística, hidrografias, vegetação etc).



### 2.1.1. FORMAS DE ENTRADA E SAÍDA DE DADOS NUM SIG

A Figura 2 ilustra as técnicas de entrada e saída de informações, os módulos funcionais e operacionais de um SIG, bem como os produtos resultantes das análises desses processos.



**Figura 2. Entradas e Saídas de um SIG.**

(Fonte: Banco de Imagens do Google)

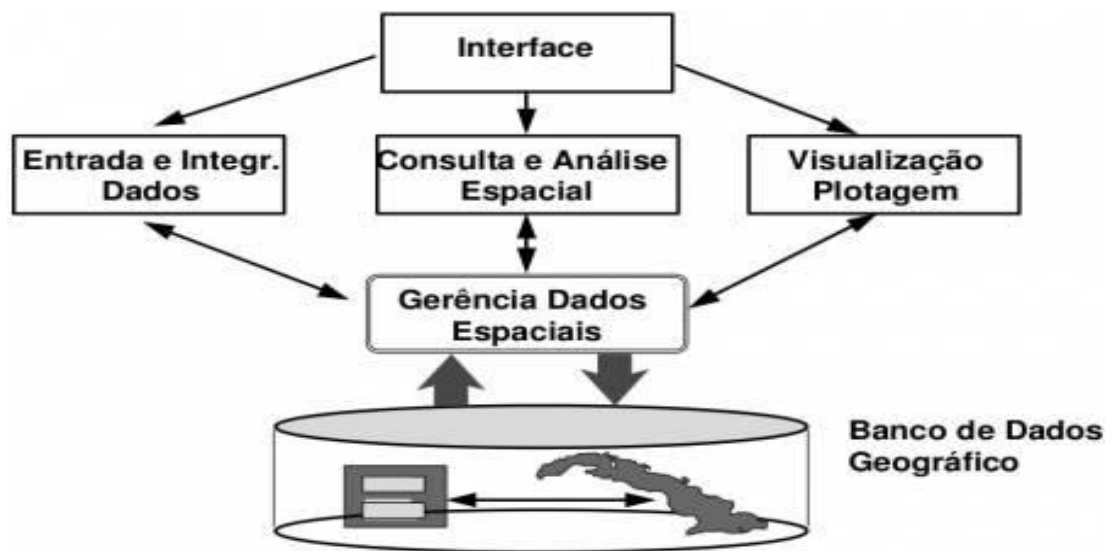
Os Sistemas SIGs nos dá a habilidade de executar combinações complexas de dados e realizar análise desses dados, propiciando ainda a automação de cálculos de avaliação dos fenômenos do mundo real. (PAREDES, 1994)

O SIG dispões das seguintes características:

- Integrar em uma única base de dados informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, ortofotos, imagens de satélite e modelos numéricos de terreno;
- Combinar e incrementar novas funcionalidades utilizando algoritmos de manipulação de dados para obter subprodutos;
- Processar as informações, recuperar, consultar, visualizar e plotar conteúdo da base de dados. (ALMEIDA, 2006)

O SIG, em uma visão abrangente possui os seguintes componentes: (Ver a Figura 3).

- Interface de comunicação com o usuário;
- Entrada e Integração de Dados;
- Funções de processamento gráfico de imagens;
- Base de Dados Geográfica;
- Consulta e Análise Espacial dos Dados;
- Visualização e Impressão das Informações. (ALMEIDA, 2006)



**Figura 3. Visão abstrata do SIG.**

(Fonte: PAREDES, 1994)

## 2.2. PROCESSAMENTO DE IMAGEM

As fotografias aéreas ou imagens de satélite são processadas de modo a garantir detalhes nítidos e densidade uniforme. Para a edição das imagens são utilizadas técnicas de processamento digital de imagens, analisando os seguintes aspectos:

- Ajuste radiométrico;
- Níveis de contraste;
- Tonalidade;
- Homogeneização das imagens;
- Balanceamento de cores e contraste.

São utilizados vários processos de cartografia digital para realizar os ajustes das imagens com o intuito de que as mesmas representem com exatidão o formato original de onde foram adquiridas.

### 2.2.1. Triangulação

Na triangulação, são utilizados métodos de ajuste por mínimos quadrados onde são minimizados os erros associados às instabilidades do sensor. Os efeitos da curvatura da Terra são significantes para as imagens envolvidas, porém são fatores também considerados no processo de triangulação.

A triangulação constitui-se na tarefa que precede a etapa de ortorretificação e pode ser entendida como o processo matemático de correção de imagem bruta. O objetivo da aerotriangulação é associar coordenadas de terreno com os parâmetros de orientação.

Após ter sido realizado o processo de triangulação em função do modelo matemático, parâmetros de calibração e pontos com coordenadas do terreno associados à imagem, são, então, implicitamente calculados os erros e as devidas correções na imagem resultante do processo de triangulação, ficando, assim, a imagem bruta pronta para ser ortorretificada.

### **2.2.2. Ortorectificação**

Método de ajuste da geometria original da imagem que pode ser definida como uma transformação geométrica aplicada a imagens digitais onde o objetivo é a correção das distorções inerentes ao sensor e as diferenças de relevo encontradas na superfície terrestre. Tecnicamente ortorectificar significa transformar uma imagem bruta com projeção perspectiva para uma imagem com projeção ortogonal, tornando-se assim um produto cartográfico para a produção de mapas.

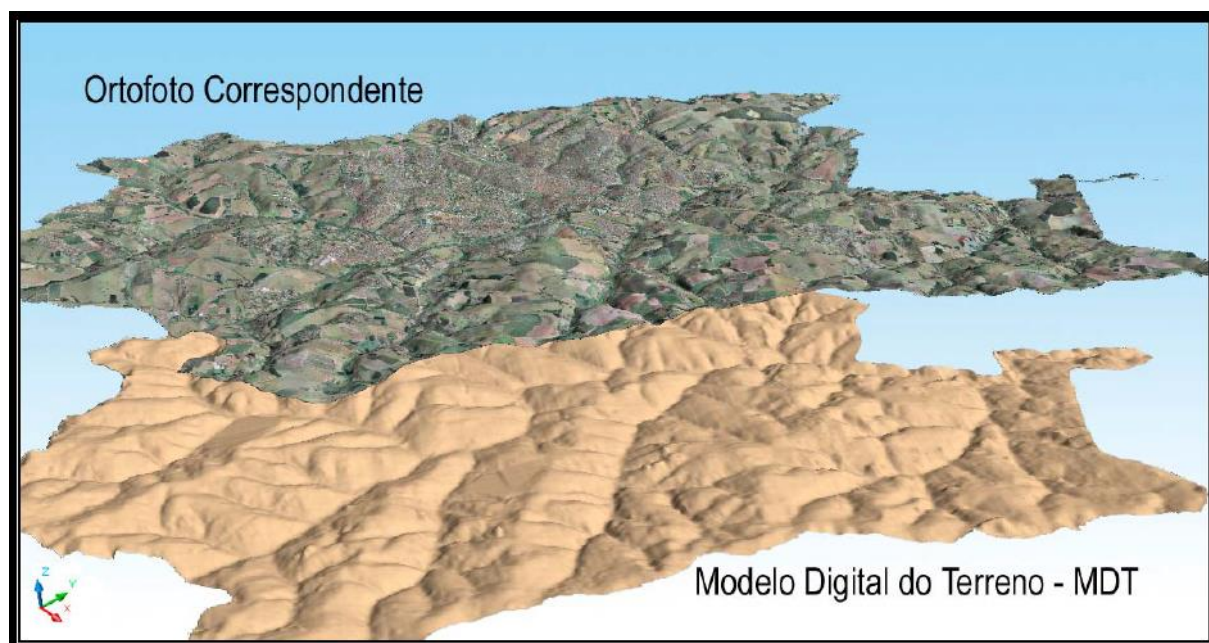
A ortorectificação trata-se do método mais confiável para a correção geométrica de imagens. A precisão do ajuste depende da precisão dos pontos de controle adotados (Ground Control Points), da correta interpretação das efemérides e da precisão do Modelo Digital de Terreno.

### **2.2.3. Mosaico de Imagens**

O processo de mosaicagem visa à obtenção de uma imagem contínua e espectralmente uniforme. A partir dos elementos cartográficos planialtimétricos e através de equipamentos e softwares apropriados, é gerado o MDT (Modelo Digital de Elevação), que representa por meio de uma superfície a altimetria e a declividade da área a ser ortorectificada.

Com a geração do MDT, as imagens são ortorectificadas, o que garante que tenham escala constante e que estejam, portanto, corrigidas do deslocamento de relevo. Os produtos deste processo são as ortofotos raster.

A Figura 4 ilustra o modelo digital do terreno e seu respectivo mosaico das ortofoto.



**Figura 4. Exemplo de MDT e Ortofoto Correspondente.**

**(FONTE: Banco de Imagens do Google)**

### 3. SOFTWARES RELACIONADOS A GEOPROCESSAMENTO

Existem diversos programas relacionados ao tema para estudo, muitos deles pagos, mas os softwares livres vêm se firmando como alternativas em relação aos softwares comerciais em várias áreas de aplicação, inclusive Geoprocessamento.

Algumas diferenças encontradas é que os SIGs comerciais costumam possuir diversas ferramentas que até mesmo os Open Source podem disponibilizar, mas estes primeiros as possuem de forma muito mais pronta e simplificada para uso, enquanto os segundos, a depender da tarefa, podem exigir conhecimentos maiores de informática (quando não de programação) por parte do usuário.

Além disso, os programas comerciais são sempre acompanhados de representantes de vendas, consultores, eles negociam pacotes com empresas, e oferecem outras “regalias” comumente requisitadas pelo mundo corporativo, enquanto os softwares livres disponibilizam informações em seus respectivos sites e fóruns pela internet afora, quando muito alguns vídeos feitos voluntariamente por usuários no Youtube. (FICARELLI, 2016)

Abaixo é citado alguns exemplos de softwares de geoprocessamento e seus propósitos.

#### 3.1. Google Earth

O Google Earth é um programa cuja finalidade é prover informações geográficas através da internet.

Utilizando imagens de satélite e técnicas de geoprocessamento, o Google Earth permite a visualização e navegação sobre todo o globo terrestre, possibilitando ao usuário navegar sobre as informações georreferenciadas.

Seu objetivo é fornecer a visualização de imagens de satélite de alta definição de todo o planeta.

Através do Google Earth, o usuário pode navegar sobre imagens de alta resolução que simulam a superfície terrestre e visualizar informações sobre imagens de satélites, mapas, terrenos, edificações em 3D, podendo explorar conteúdo geográfico farto, salvar seus locais de passeio e compartilhar com outros usuários.

### 3.1.1. Versões do Google Earth

O Google Earth possui versões livres para usuários comuns e versões avançadas para profissionais.

- GoogleEarthWin EARA.

Versão gratuita que permite navegação por imagens de alta resolução, o Google Earth EARA disponibiliza aos seus usuários mapas, terrenos, edificações em 3D. Permite ao usuário explorar conteúdo geográfico farto, salvar seus locais de passeio e compartilhar esses dados com outros usuários.

- Google Earth – Avançado

Google Earth Pro – A versão pro lhe permite acessar a ferramenta definitiva de pesquisa, apresentação e colaboração para informações específicas de locais.

- Google Earth Plus – A versão Plus pode-se acrescentar suporte a dispositivos GPS, desempenho mais rápido, recurso de importação de planilhas e impressões com resolução maior.
- Google Earth para empresas – As soluções para empresas estão disponíveis para implementação local de bancos de dados personalizados do Google Earth em sua empresa, órgão público ou organização (GOOGLE, 2008).

### 3.1.2. Projeções do Google Earth

Os dados importados no Google Earth são criados com um sistema específico de coordenadas geográficas, como a projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)

E um datum WGS84 (Datum da América do Sul de 1984). Cada sistema de coordenadas geográficas pode atribuir coordenadas ligeiramente diferentes ao mesmo local na Terra. Ao importar dados para o Google Earth, eles são interpretados de acordo com o sistema de coordenadas geográficas do próprio Google Earth WGS84 (GOOGLE, 2008).

Para o desenvolvimento da ferramenta, foi necessário realizar a reprojeção do datum SAD (South American Datum) 69 UTM22-SUL para o datum wgs-84 que é o datum utilizado como projeção das imagens pelo Google Earth.

Na Maioria dos casos, a reprojeção funciona conforme previsto. Em algumas situações, a transformação pode não funcionar de modo adequado. Nesse caso, é possível utilizar outras ferramentas para transformar seus dados do sistema de coordenadas original para que seja usado pelo Google Earth.

### 3.2. Engemap

Com mais de vinte e cinco anos de geotecnologia, Engemap é uma empresa dinâmica que consegue manter em uma mesma equação a solidez e a capacidade de estar em constante transformação.

A Engemap nasceu a partir de um sonho do engenheiro cartógrafo César Antonio Francisco: fazer mapas, a raiz do ofício. Isto foi em 1989, quando a empresa iniciou, produzindo mapas temáticos rodoviários, turísticos e urbanos dentre outros. Surgia a Zênite Engenharia. Desde então, a empresa agrega profissionais com novas especialidades e consolida importantes parcerias, passando por transformações em sua estrutura, formato operacional e gama de soluções, chegando, em 1997, à consolidação da atual Engemap.

Hoje, com uma equipe de mais de cem pessoas, três aeronaves próprias, estados inteiros mapeados, ótima infraestrutura e muito gás, a Engemap prova ser uma das melhores empresas do Brasil no segmento em que atua.

A Engemap possui Certificação de Sistema de Gestão da Qualidade em conformidade com a norma NBR ISO 9001:2008 para as áreas de Engenharia Cartográfica e Geotecnologia, incluindo Aerolevantamento, Sensoriamento Remoto por Imagens de Satélite, Geodésia, Topografia, Cadastros Técnicos, Geoprocessamento e Desenvolvimento de Sistemas.



### 3.3. Sensormap

A partir de dados e informações espacialmente referenciados, a Sensormap é uma empresa do Grupo Engemap, que revende, implanta e dá suporte em sistemas aerofotogramétricos e integração de sensores para aquisição de dados por meio de plataformas aéreas e terrestres. Com know-how para atender demandas de empresas públicas e privadas de diferentes mercados, nossa meta é o reconhecimento como empresa de excelência em soluções de geotecnologia.

A empresa tem como suas principais atividades a revenda e suporte de sistemas de aquisição, serviços especializados de aquisição de dados, integração de sensores fotogramétricos e geodésicos, desenvolvimento de software, calibração de câmaras fotograméticas e consultoria especializada, atualizando nos mercados relacionados ao meio ambiente, agricultura, transporte, mineração, energia, óleos e gás e defesa e segurança.

Com atenção constante às necessidades e demandas de cada cliente, a Sensormap utiliza metodologias que produzem ganhos contínuos de eficiência. A parceria com instituições de pesquisa e fabricantes de sensores e sistemas traz ganhos significativos de qualidade na aquisição de dados geoespaciais e entrega de soluções.

#### 3.3.1. VANT

A Sensormap traz para o mercado todo o seu conhecimento em integração de sensores, fotogrametria e mapeamento de alta precisão para o mundo dos VANTs (Veículo Aéreo Não Tripulado), ou popularmente conhecidos como drones.

Em uma parceria exclusiva no Brasil com a empresa portuguesa UAVision, a Sensormap oferece drones e sensores para diversos tipos de coleta de dados. São oferecidas plataformas comerciais já consolidadas no mercado e possibilidades de customização. Os produtos customizados são oferecidos de acordo com as necessidades do cliente, desenvolvidos por equipe qualificada.

Em sua parceria, a UAVision é a responsável pelo desenvolvimento e fabricação das plataformas e sensores, a Sensormap realiza a integração destes sensores e softwares e é a responsável por todo o suporte em território brasileiro.



**Figura 5. Drone UX-Spyro da Sensormap.**  
**(Fonte: SENSORMAP)**

### 3.3.2. Mapeamento Móvel Terrestre

Desenvolvido pela Sensormap, o Sistema de Mapeamento Móvel Digital SMM (SensorMap Mobile Mapping) coleta imagens digitais georreferenciadas para aplicações de Cadastro Multifinalitário – urbano, rodoviário e ferroviário. O sistema tem como aplicações o inventário rodoviário e ferroviário, cadastro urbano, registro de qualidade de vias e aplicações em arquitetura e urbanismo.

O Software SMM-CAD conta com a geocodificação automática de fotos de fachada com a base de dados geográficos para cadastro urbano, cadastro de atributos com dicionários de dados personalizado, medição de feições (coordenadas, largura, altura, área) em alta precisão por intersecção fotogramétrica e a geração de vídeos georreferenciados integrados às bases cartográficas.



**Figura 6. Tela gerada pelo software SMM-CAD.**

**(FONTE: SENSORMAP)**

### 3.3.3. SAAPI

Desenvolvido em parceria com o Departamento de Cartografia da UNESP – Presidente Prudente/SP, o SAAPI – Sistema Aerotransportado de Aquisição e Pós-processamento de Imagens Digitais é um sistema integrado de câmeras digitais profissionais especialmente adaptadas, sensores de posicionamento e navegação, e desenvolvimentos especializados de dispositivos eletrônicos e softwares para aplicações em aerofotogrametria.

Informações relevantes sobre o sistema:

- 8 sistemas comercializados no Brasil;
- Área recoberta com o SAAPI desde 2009: mais de 650.000 km<sup>2</sup> (8,0% do Brasil mapeado);
- Sistema personalizado pela Marinha do Brasil;
- Integração do SAAPI com Laser Scanner Aéreo Riegl.

### Características Específicas:

- Modularidade: O design dos suportes mecânicos, o projeto de instalação e os dispositivos eletrônicos e de hardware são desenvolvidos especificamente para as necessidades do cliente, possibilitando melhor relação custo/benefício e flexibilidade de instalação em diferentes tipos de aeronaves;
- Software: Softwares próprios e integrados de planejamento de voo, navegação e controle e pós-processamento dos dados de voo;
- Desenvolvimento Nacional: Desenvolvimento, instalação e manutenção com equipe própria da Sensormap;
- Baixo Peso e Consumo Elétrico: O peso total de todo o conjunto é inferior a 50kg, e o consumo máximo de 170W @ 24V (max);
- Integração RGB/Infravermelho: Possibilidade de integração de câmaras RGB e infravermelha de mesma resolução.



**Figura 7. Visualização 3D do SA-API.**

**(Fonte: SENSORMAP)**

### 3.3.4. Calibração de Câmaras

A Sensormap é especializada em calibração de câmaras para aplicações em fotogrametria. A empresa dispõe de estrutura dirigida a esta atividade, com laboratório completo e campos de calibração de alta precisão para imagens terrestres e aéreas.

#### 3.3.4.1. Como é realizada a calibração

São feitas fotos sobre o campo de calibração com ajustes internos e configurações específicos para aquisição das imagens. Após a coleta, os dados são processados em software especializado – desenvolvimento pela Sensormap, com análise técnica e controle de qualidade dos resultados. Por fim, é gerado o relatório de calibração com todos os parâmetros de orientação interna da câmara e demais informações estatísticas do processo, assinado pelo responsável técnico.

#### 3.3.4.2. Equipe Técnica Especializada

A Sensormap conta com profissionais especializados e pós-graduados (Mestrado e Doutorado) em Fotogrametria e Calibração de Câmeras, com parceria consolidada com a UNESP (Universidade Estadual Paulista) em atividades de pesquisa.

#### 3.3.4.3. Assistência Técnica Autorizada

Em setembro de 2013, a Sensormap tornou-se Autorizada Exclusiva PhaseOne no Brasil para a prestação de serviços de calibração do modelo de câmara aérea métrica PHASE-ONE IXA e lentes Schneider Kreuznach.

## 3.4. AUTOCAD

O programa AutoCAD, da AutoDesk, é o líder mundial de segmento de aplicativos CAD do mercado por inúmeras razões, entre elas podemos mencionar a sua constante atualização, a oferta de uma ampla gama de produtos customizados para atender diversas necessidades, baseados na mesma filosofia, arquitetura aberta, qualidade, confiabilidade, suporte de

apoio, flexibilidade de interface, número de aplicativos associados e uma bibliografia de apoio (GOMES, 2007).

A ferramenta CAD é uma prancheta virtual cuja sua principal finalidade é a criação de entidades geométricas, sendo elas linhas, pontos polígonos, elementos textuais e outros elementos que compõem um projeto.

A organização de arquivos CAD é feita através de layers, onde cada layer é utilizado para discriminar as informações gráficas. Cada layer pode incluir diferentes tipos de elementos, como pontos, linhas, polígonos, etc. Algumas informações como nome de entidades, numerações e endereços, normalmente são armazenados como objeto texto ou blocos atributos (GOMES, 2007).

#### 3.4.1. Diferença entre dados CAD e dados GIS

Dados CAD normalmente são denominados como dados “sem inteligência” devido à dissociação entre a informação e a geometria, os dados são alocados em uma planta x, y, z e não possuem localização geográfica. Em contrapartida, os dados GIS (Geographic Information System) são georreferenciados e através de um sistema de coordenadas possuem uma localização geográfica. Estas classes organizam os dados que estão para que possam ser compreendidos e manipulados (GOMES, 2007).

#### 3.4.2. Versões do AutoCAD

A partir da versão R14 (publicada em 1997) potencializa a expansão de sua funcionalidade por meio da adição de módulos específicos para desenho arquitetônico, GIS, controle de materiais, etc. Outra característica marcante do AutoCAD é o uso de uma linguagem consolidada de scripts, que são AutoLISP (derivado da linguagem LISP) e VBA (Visual Basic for application) que é uma variação do Visual Basic da Microsoft.

Embora o AutoCAD tenha se consolidado como software padrão mundial na área de CAD, muitas alternativas em ambiente de software proprietário e software livre, vem também sendo difundidos. Entre os softwares CAD livres se destacam o CadStd Lite, Free2design e ProgeCAD LT 2006.

## 4. BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO

Todo local, físico ou virtual onde estão armazenados dados, pode em certo sentido, ser chamado de banco de dados. Por exemplo, uma enciclopédia pode ser considerada um banco de dados. Mas para nós, aqui, da área de Geoprocessamento é mais importante o conceito especial de banco ou base de dados relacional. Ou seja, um banco onde dados são armazenados na forma de tabelas relacionáveis entre si através campos chaves.

As mais diversas facetas de atividades, desde locadoras de DVD até grandes indústrias metalúrgicas usam-se deste tipo de base para ter um maior controle sobre fatores como cadastro de clientes e sua condição em relação à empresa (Inadimplência, por exemplo).

Neste ponto, é importante evitar confundir o BD em si (conjunto de tabelas relacionáveis) com o programa que o gerenciará, o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD). Em outras palavras, softwares como Access, MySQL, Oracle, PostgreSQL não são BD, mas sim SGBD.

### 4.1. O que é um Banco de Dados Geográfico

O BDG, também chamado de Banco de Dados Espacial (BDE), é semelhante ao descrito acima (relacional), com a grande e importante diferença de suportar feições geométricas em suas tabelas. Este tipo de base com geometria oferece a possibilidade de análise e consultas espaciais. É possível calcular nestes casos, por exemplo, áreas, distâncias e centróides, além de realizar a geração de *buffers* e outras operações entre as geometrias.

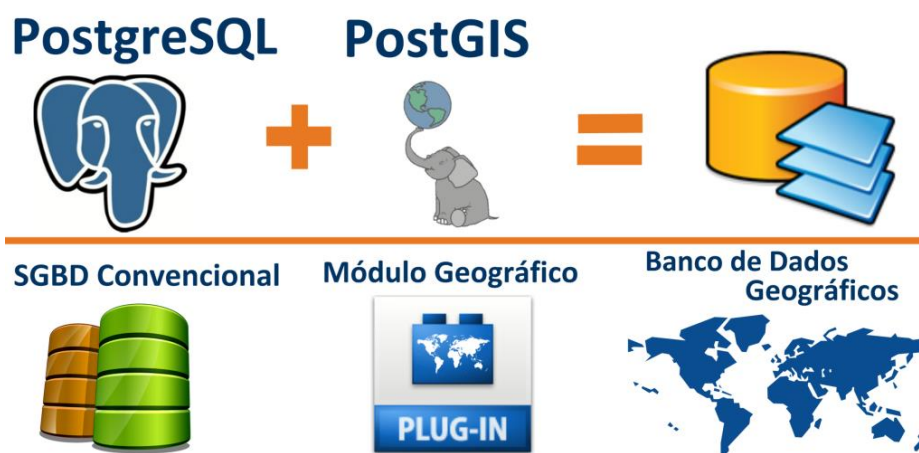
Atualmente, alguns programas de SGBD desenvolveram extensões que inserem no *software* características de Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados Geográficos (SGBDG) o PostgreSQL, MySQL, e Oracle, sendo os dois primeiros softwares livres e o último proprietário.

## 4.2. PostgreSQL e PostGIS

Vamos falar um pouco mais do PostgreSQL e como ele passa a agir como SGBDG. O PostgreSQL é desenvolvido atualmente pela PostgreSQL Global Development Group. Quando se percebeu a necessidade de estender este SGBD para suportar dados espaciais desenvolveu-se a extensão conhecida como PostGIS.

Sendo assim, vamos entender que o PostGIS não é um BDG ou um SGBDG, ele é apenas uma extensão, um plugin, do PostgreSQL que lhe confere funções para armazenamento e manipulação de dados geográficos.

A ilustração da Figura 8, de Anderson Medeiros, mostra a diferença entre o PostgreSQL e “seu filho”. Note que para termos um BDG no PostgreSQL faz-se necessária a devida instalação da extensão (módulo geográfico) PostGIS.



**Figura 8. PostGIS integrado ao PostgreSQL.**

**(Fonte: MEDEIROS, 2010)**

É possível importar arquivos vetoriais shapefile (\*.shp) para dentro de um “Banco PostGIS” utilizando recursos oferecidos pelo próprio programa ou utilizando algum software de SIG com essa funcionalidade.



O shapefile será convertido em uma tabela espacial que pode ser integrada com as convencionais contidas na base, além de poder ser visualizada e manipulada através de programas como o gvSIG, Kosmo, Quantum GIS (QGIS), uDig e muitos outros desta safra.

### 4.3. Webmapping (WEBGIS)

A internet vem se destacando nos últimos anos como uma excelente ferramenta para disponibilização e interligação de dados das mais diversas fontes e naturezas.

A geomática, como área do conhecimento, também encontrou na internet um nicho para suas atividades. A disponibilização de mapas digitais online, os chamados WebGIS ou Webmapping, tem-se tornado comum, permitindo que um maior número de usuários tenha acesso a dados espacializados, de forma hábil e atraente. É provável que o estopim para o crescimento das aplicações SIG para internet tenha sido a popularização de serviços online gratuitos de localização como o Google Earth e Google Maps.

Mapas na web se apresentam de três formas principais:

- **Mapas Estáticos** – Mapas no formato de imagem (\*.jpg, \*.gif, \*.png, etc) integrados a páginas da internet;
- **Mapas Gerados a partir de formulários** – Fornece-se parâmetros para geração de mapas na forma de imagem;
- **Mapas Dinâmicos** – O usuário seleciona uma área de seu interesse em um mapa geral, gerando uma navegação para outro mapa ou imagem mais específico com informações mais detalhadas desta região. Em geral apresentam interface atraente com ícones para consulta espacial cálculo de distância e etc.

Há muitos softwares e frameworks livres para o desenvolvimento de aplicações WebGIS. Podemos destacar alguns: MapServer, GeoServer, i3Geo, Alov Map, Time Map, OpenLayers e P.Mapper. (MEDEIROS, 2017)

## 5. TESTE PRÁTICO COM GOOGLE MAPS API

Para uma simples representação de algumas funcionalidades básicas de softwares da área estudada, foram desenvolvidas algumas páginas WEB simples com integração de um mapa utilizando-se da ferramenta Google Maps APIs, a qual nos permite utilizar o código do Google Maps em uma aplicação própria e importar suas funcionalidades.

Nesta demonstração, foi utilizada a linguagem HTML, com recursos de CSS e JavaScript para a criação de duas páginas, uma com a função de mostrar o mapa e definir seu local inicial a partir da localização de GPS do dispositivo em que o usuário está acessando a página, e a outra tem a funcionalidade de traçar uma rota acessível entre dois pontos, no caso do mapa utilizado, foram escolhidas as cidades de Assis e Tarumã como ponto de partida e chegada do caminho.

A seguir será mostrado uma breve explicação do código utilizado e uma foto que mostra o resultado de cada uma das páginas desenvolvidas:

### 5.1. Geolocalização

```
<script async defer  
src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=AIzaSyC6BU6TSL56XwFCCBcbtmK4asZn0BT-CQE&callback=initMap">  
</script>
```

**Figura 9. Chave API para Geolocalização.**

**(Fonte: Autorial Própria)**

Para carregar a Google Maps JavaScript API, usa-se uma tag script como a mostrada acima na Figura 9. A parte destacada contém a chave API do aplicativo, que deve ser inserida no parâmetro key, essa chave pode ser conseguida nas próprias configurações do Google, de forma totalmente gratuita.

```

<div id="map"></div>
<script>
  function initMap() {
    var map = new google.maps.Map(document.getElementById('map'), {
      center: {lat: -22.660, lng: -50.418},
      zoom: 10
    });
  };

```

Figura 10. Função InitMap.

(Fonte: Autoria Própria)

A Figura 10 mostra a função que inicia o mapa, definindo o local que será mostrado no centro dele utilizando a latitude e longitude especificada no center, e a distância de visão no zoom.

```

var infoWindow = new google.maps.InfoWindow({map: map});

if (navigator.geolocation) {
  navigator.geolocation.getCurrentPosition(function(position) {
    var pos = {
      lat: position.coords.latitude,
      lng: position.coords.longitude
    };

    infoWindow.setPosition(pos);
    infoWindow.setContent('Local Encontrado!');
    map.setCenter(pos);
  }, function() {
    handleLocationError(true, infoWindow, map.getCenter());
  });
} else {
  // Navegador não suporta Geolocalização
  handleLocationError(false, infoWindow, map.getCenter());
}

function handleLocationError(browserHasGeolocation, infoWindow, pos) {
  infoWindow.setPosition(pos);
  infoWindow.setContent(browserHasGeolocation ?
    'Erro: A Geolocalização Falhou!' :
    'Erro: Seu Navegador Não Suporta Geolocalização!');
}

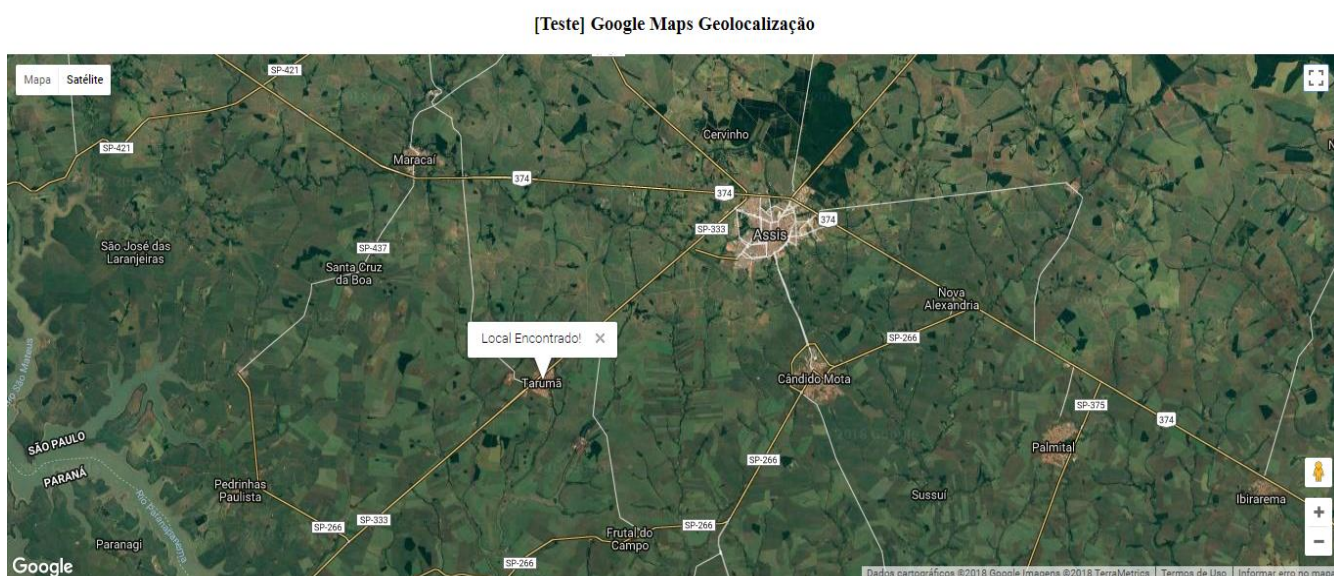
```

Figura 11. Condições de Mensagem.

(Fonte: Autoria Própria)

Na Figura 11, temos a parte que exibe a mensagem no mapa, tendo as seguintes condições: Se foi possível localizar o local do usuário no navegador, pelo seu GPS, o mapa mostra a mensagem “Local Encontrado!” em cima da parte do mapa onde o mesmo encontra-se. Caso não for possível, é exibida uma mensagem de erro informando que o processo falhou e o navegador não é capaz de exibir a geolocalização.

Abaixo, na Figura 12, há uma representação de como é exibida a tela com o mapa no navegador:



**Figura 12. Geolocalização do Usuário.**

**(Fonte: Autoria Própria)**

## 5.2. Rotas

```
<script src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=AIzaSyC6BU6TSL56XWFCBcbtmK4asZn0BT-CQE&libraries=places"
type="text/javascript">
</script>
```

**Figura 13. Chave API para Rotas**

**(Fonte: Autoria Própria)**

Assim como na Figura 9, na Figura 13 representada acima, também temos um script onde é inserido a chave API do Maps, mas aqui, ela tem a função de chamar a biblioteca responsável por tornar possível a traçagem de rotas no mapa.

```
var directionsDisplay = new google.maps.DirectionsRenderer();
var directionsService = new google.maps.DirectionsService();

var map;

var assis = new google.maps.LatLng(-22.660435, -50.418781);
var taruma = new google.maps.LatLng(-22.7497, -50.5793);

var mapOptions = {
  zoom: 10,
  center: assis
};
```

**Figura 14. Variáveis e Objetos.**

**(Fonte: Autoria Própria)**

A Figura 14 mostra a declaração de variáveis e objetos. O objeto DirectionsService se comunica com serviço Directions da Google Maps API, que recebe solicitações de rotas e retorna resultados calculados. o objeto DirectionsRenderer é o responsável por renderizar esses resultados.

Abaixo, temos as variáveis “assis” e “taruma”, que define os dois pontos que serão usados para o exemplo de calcular rotas. Os pontos são definidos por sua latitude e longitude, passado na mesma linha.

A variável mapOptions define o local que o mapa será iniciado, neste caso, foi escolhido a cidade de Assis como ponto inicial.

```
function calculateRoute(){
    var request = {
        origin: assis,
        destination: taruma,
        travelMode: 'DRIVING'
    };

    directionsService.route(request, function(result, status){
        //console.log(result, status);
        if(status == "OK"){
            directionsDisplay.setDirections(result);
        }
    });
}
```

**Figura 15. Função que Calcula Rotas.**

(Fonte: Autoria Própria)

A função `calculateRoute`, mostrada na Figura 15, define o local de origem, o destino e o modo de viagem que será usado como base para o mapa calcular a melhor rota disponível. É possível ver no log da página o status e o resultado retornado pela função, que mostrará no mapa, em destaque entre os pontos, a rota retornada.

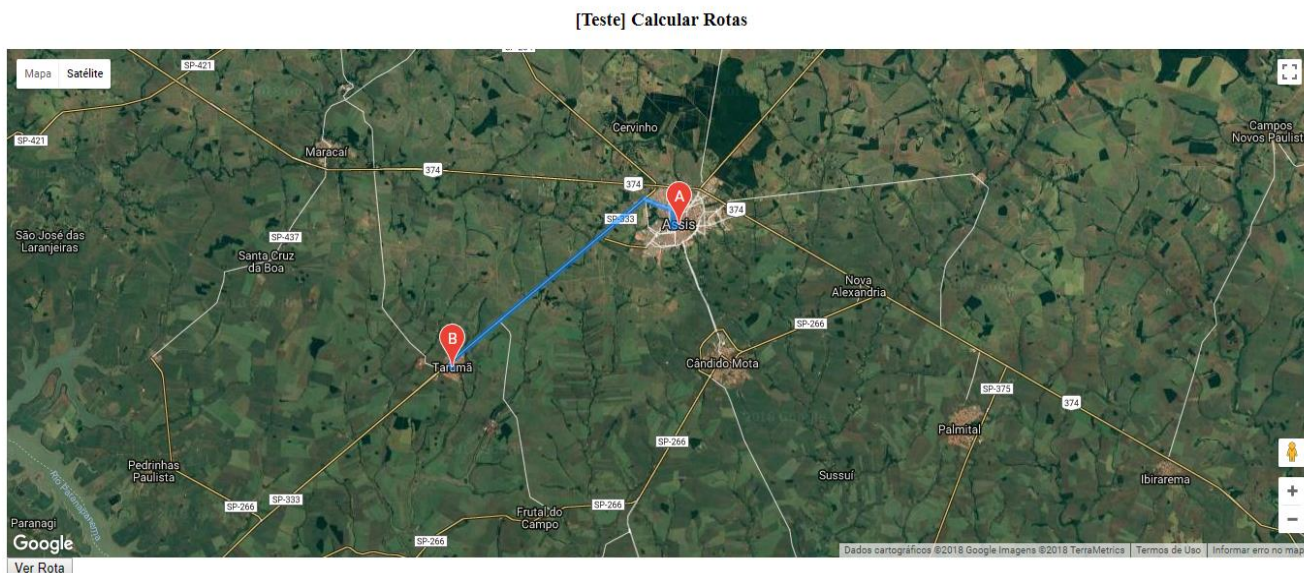
```
//botão calcular|
document.getElementById('get').onclick= function(){
    calculateRoute();
};
```

**Figura 16. Botão que Retorna Rota.**

(Fonte: Autoria Própria)



Por fim, inserimos um botão abaixo do mapa, representado na Figura 16, que retorna a função `calculateRoute` citada mais acima, e assim é exibido graficamente no mapa a rota entre os dois pontos escolhidos, como mostra a ilustração da Figura 17, logo abaixo:



**Figura 17. Traçagem de Rota Entre Dois Pontos.**

**(Fonte: Autoria Própria)**

## 6. INTEGRAÇÃO ENTRE BDG E SIG

Para melhor compreensão sobre como funciona a integração de Bancos de Dados Geográficos (BDG) com os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), vamos nos aprofundar no tema usando dois softwares gratuitos que executam perfeitamente esta funcionalidade, permitindo que os usuários tenham fácil acesso à um método de trabalhar com dados relacionados a geografia, topografia e afins.

O banco de dados usado é o PostgreSQL com sua extensão PostGIS que permite a manipulação de dados geográficos, e o SIG utilizado para a pesquisa é o QGIS.

### 6.1. PostGIS

O PostgreSQL já foi apresentado no capítulo 4, assim como sua extensão PostGIS como exemplo de banco de dados geográfico, mas agora será explicado a fundo suas aplicações e funções, assim como seu método de uso e como ele se complementa com os SIGs para a manipulação de dados.

É importante enaltecer o fato de que o PostGIS é um software livre e gratuito, distribuído de acordo com os termos da licença GNU/GPL (General Public License), ou seja, utilizar a combinação de PostgreSQL com seu plugin do PostGIS não trará despesa nenhuma no projeto. Ele oferece suporte ao uso de índices espaciais e centenas de recursos para análise e tratamento da informação espacial, e garante uma fácil importação e exportação de dados com suas ferramentas conversoras de forma nativa. (MEDEIROS, 2010)

#### 6.1.1. Integração com SIG

Segundo o especialista Anderson Medeiros, existem inúmeros aplicativos para Sistemas de Informação Geográfica no mercado. O PostGIS consegue se comunicar com a grande maioria deles, em especial com que também fazem uso dos padrões OGC (Open Geospatial Consortium). Alguns exemplos de softwares que funcionam junto do PostGIS são:



- QGIS;
- uDig;
- OpenJUMP;
- ArcGIS;
- Kosmo SIG;
- gvSIG;
- GRASS;
- TerraView;
- Spring;
- MapInfo;
- AutoCAD Map 3D.

#### 6.1.2. Tipos de Dados

O PostGIS adiciona tipos de dados extras ao PostgreSQL, como dados geométricos, geográficos, raster entre outros, além de funções e índices que se aplicam a esses novos dados. Os tipos mais comuns e que foram bastante usados nessa pesquisa são os seguintes:

- POINT: Com esse tipo de dado, o usuário pode marcar um ponto específico em um mapa, passando duas dimensões da coordenada do lugar escolhido (X e Y, ou latitude e longitude). Uma terceira dimensão Z também pode ser adicionada para guardar a elevação do local, mas nesse tipo de dado não costuma ser utilizado.
- LINESTRING: Neste tipo são armazenadas as dimensões de dois pontos no mapa, o que fará com que se gere uma linha que os liga formando um caminho entre o ponto inicial e o ponto final. Neste caso, não se usa a dimensão Z, pois o objetivo do tipo Linestring é apenas mostrar uma rota entre dois pontos.
- POLYGON: O tipo Polygon pode armazenar dimensões de vários pontos para que se crie uma forma geométrica no mapa, com a condição de que o primeiro par de longitude/latitude seja igual ao último para fechar o polígono. Neste tipo de dados podemos inclusive criar polígonos dentro de outros polígonos, caso se queira desenhar uma forma específica dentro de um local, como por exemplo um pequeno lago no meio de um parque, ou uma determinada sala dentro do prédio de um museu.

Os tipos podem variar de dimensões dependendo da necessidade do usuário. Geralmente é usado apenas latitude e longitude para fazer os desenhos, pontos e linhas, mas caso seja necessário saber a elevação do local também pode-se adicionar uma dimensão extra, assim como também existe uma “quarta dimensão M” que é usado quando se está fazendo o mapeamento de uma região que é composta por vários pontos separados geograficamente, como um aglomerado de ilhas por exemplo.

Há também uma forma de se armazenar todos esses tipos em apenas um, denominado por “MIXED”. Neste tipo podemos armazenar pontos, linhas e polígonos usando a mesma tabela, desde que se especifique no comando de inserção exatamente qual tipo de dado está sendo inserido na tabela.

## 6.2. QGIS

O QGIS é o Sistema de Informação Geográfica que usaremos integralmente com o PostGIS, e assim como o BDG escolhido, este também é um software livre e gratuito para download. Ele funciona na grande maioria dos sistemas operacionais, contando até mesmo com uma versão para Android para aqueles usuários que queiram começar a explorar o QGIS em um tablet ou celular. (MEDEIROS, 2010)

Esse software permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados. Nele, o usuário pode criar mapas com várias camadas usando diferentes projeções de mapas, podendo ser montados em diferentes formatos e para diferentes usos. O QGIS permite compor mapas a partir de camadas raster e/ou vetoriais. Os dados podem ser armazenados como pontos, linhas ou polígonos, em um banco de dados que suporte dados geográficos, como o PostGIS que estaremos usando.

### 6.2.1. Principais Funções

QGIS provê integração com outros pacotes GIS free/open-source, incluindo PostGIS, GRASS e MapServer para dar ao usuário a capacidade de estender suas funcionalidades. Plugins, escritos em Python ou C++, estendem as capacidades do QGIS. Existem

plugins para geocodificar usando a API do Google Geocoding, para realizar geoprocessamento similar às ferramentas padrão encontradas no ArcGIS, e para realizar a interface com bases de dados PostgreSQL/PostGIS, SpatiaLite e MySQL. (CAVALLINI, 2007)

Ele permite o uso de dxf, shapefile, MapInfo, PostGIS e inúmeros outros formatos. Para o uso de fontes externas, também são suportados webservices como Web Map Service e os serviços da Google com o Google Maps e Google Earth. (GRAY, 2008)

## 7. TESTES PRÁTICOS UTILIZANDO POSTGIS E QGIS

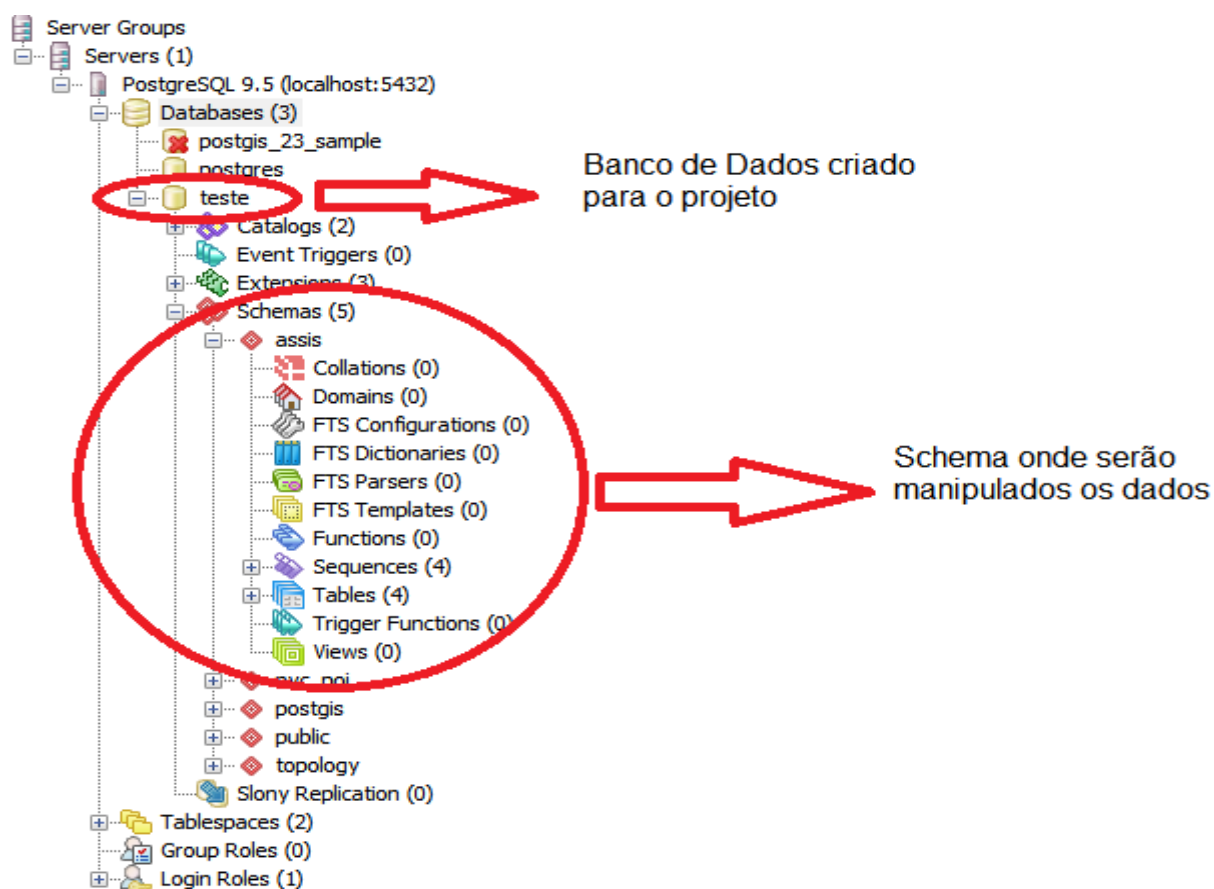
Para que se entenda melhor as utilizações do uso de traços geométricos em mapas utilizando banco de dados geográficos e as ferramentas de informação geográfica, foram feitos testes representativos utilizando os tipos geográficos citados anteriormente no capítulo 6 (POINT, LINESTRING e POLYGON). Esses testes foram produzidos utilizando duas ferramentas: o PostGIS em sua versão pgAdmin III, que tem como função o armazenamento e manipulação dos dados do tipo geográfico, e o QGIS em sua versão 2.18.19, que por sua vez serve para nos dar a visualização e análise dos dados georreferenciados, permitindo também que novos registros sejam criados manualmente e enviando-os diretamente para nosso banco de dados do PostgreSQL.

### 7.1. Trabalhando no PostGIS

Antes de usarmos o QGIS para a visualização de dados, temos que passar por um pouco de trabalho manual no banco de dados do PostgreSQL com sua ferramenta PostGIS. O processo é de criação e alimentação de tabelas nesse BDG é bastante parecido com o uso de bancos de dados comuns, com a exceção dos tipos geográficos que serão inseridos.

Para começar, criamos um novo banco de dados no pgAdmin III, cujo nome dado foi “teste”, e adicionamos um novo Schema com um nome que seja, de preferência, referente ao local geográfico que será mapeado, o que no caso deste projeto é um mapeamento de pontos na cidade de Assis, portanto, chamei-o simplesmente de “assis”. Dentro do Schema temos diversas abas onde podemos criar domínios, funções, views, dentre diversas outras, mas para esse projeto criaremos somente tabelas.

A imagem a seguir mostra como ficam o novo banco de dados e o novo Schema criados na aba do navegador de objetos do pgAdmin III:



**Figura 18. Criação de novos BDG e Schema no pgAdmin III.**

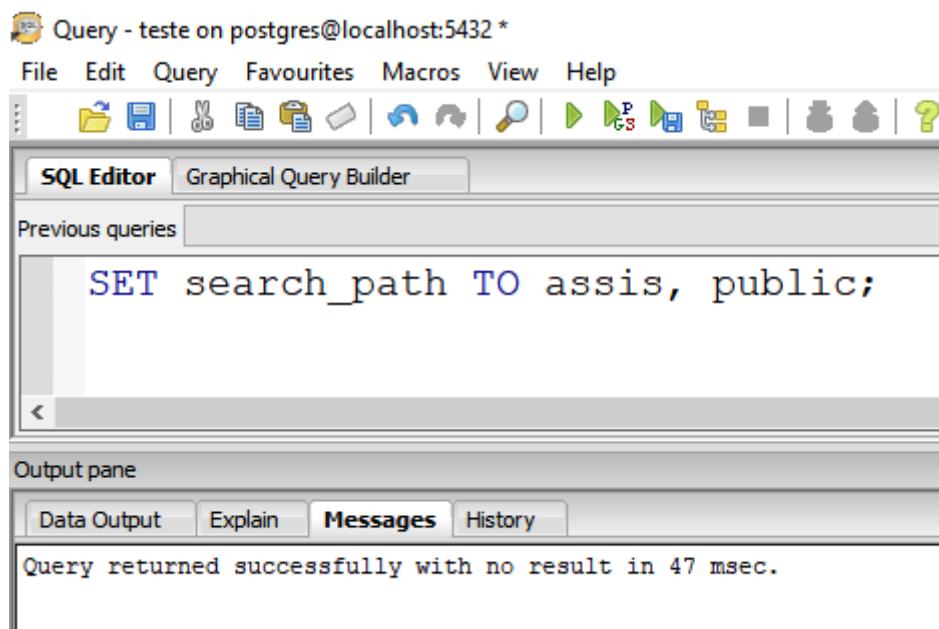
**(Fonte: Autoria Própria)**

Agora partimos para a criação de tabelas dentro do schema “assis”. Na primeira, armazenaremos pontos geográficos que serão mostrados graficamente no mapa para a marcação de determinados locais, portanto, foi dado o nome de “pontos” à tabela. Ela terá três colunas: a primeira será chamada de gid (geometry ID), do tipo serial, que servirá como a chave primária de auto incremento da tabela para guardar nossos dados organizadamente. A segunda coluna será uma para armazenar o nome dos pontos que serão criados, do tipo caractere, onde o usuário irá nomear como quiser um novo registro.

Na terceira coluna da tabela é onde finalmente vemos algo diferente em relação aos demais bancos de dados que já conhecemos, pois é aqui que criaremos um tipo que armazenará dados geográficos. Invés de inserirmos essa última coluna diretamente como foram criadas as duas anteriores, faremos ela de forma manual no SQL Query do pgAdmin III, por meio

de uma função do PostGIS chamada “AddGeometryColumn()”, usando os seguintes passos:

Primeiro, devemos redefinir os caminhos do pgAdmin para trabalhar no nosso Schema recém-criado, usando o SET, seguido do caminho de nosso schema assis.

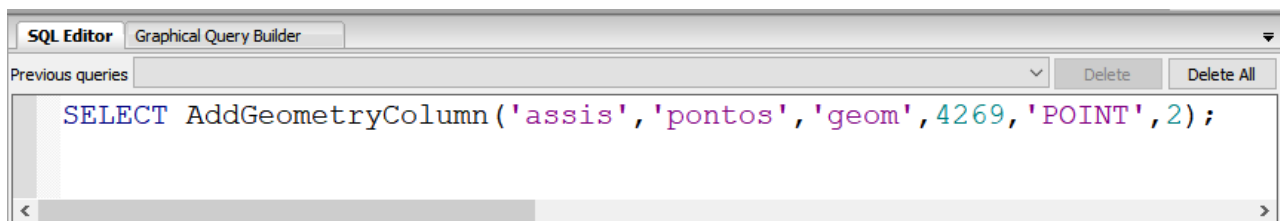


**Figura 19. Definindo caminho para o schema do projeto.**

**(Fonte: Autoria Própria)**

Agora podemos inserir a nova coluna usando a função citada anteriormente, mas antes uma explicação da sintaxe da linha que será digitada no Query para a criação da coluna: Por mais estranho que pareça, a linha para adicionar a nova coluna não começa por um “INSERT”, como é de costume em bancos de dados convencionais, mas sim com um “SELECT AddGeometryColumn”, seguido de seus argumentos.

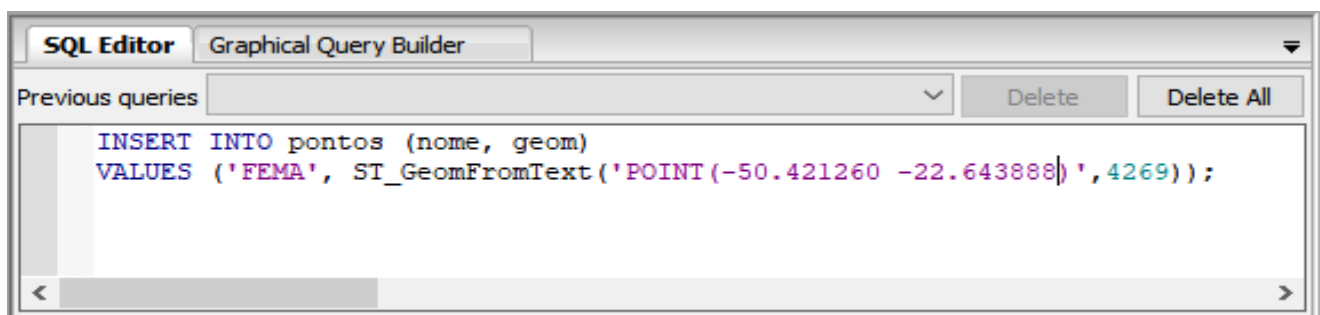
A ordem dos argumentos nessa função é a seguinte: primeiro se coloca o nome do schema, depois o nome da tabela onde será inserida a coluna, seguido do nome da coluna que chamaremos pelo nome padrão de “geom”, um ID de referência espacial, o tipo de geometria que a coluna guardará, que nesse caso será pontos, então usaremos o tipo “POINT”, e por fim a quantidade de dimensões que a coordenada terá (neste projeto foi usado somente latitude e longitude, portanto esse último argumento sempre será = 2).



**Figura 20. Função para adicionar colunas com dados Point.**

**(Fonte: Autoria Própria)**

O próximo passo é adicionar linhas à nossa nova tabela, isso pode ser feito com uma série de “INSERTS”, assim como em bancos de dados tradicionais. Segue um exemplo de como inserimos o ponto que guarda a localização da FEMA em nosso banco:



**Figura 21. Inserção de nova linha na tabela Pontos.**

**(Fonte: Autoria Própria)**

É importante destacar que o ponto chave para o funcionamento deste comando é o uso da função `ST_GeomFromText()`. Essa função converte um dado geométrico fornecido em formato de texto para a forma hexadecimal em que as geometrias do PostGIS são armazenadas. O outro argumento é a referência espacial da geometria. Esse argumento é necessário nesse caso, pois quando criamos uma coluna geográfica usando a função `AddGeometryColumn()`, ela adiciona uma constraint cujo valor nessa coluna deve conter uma referência espacial, que aqui foi especificada como 4269.

Para adicionar novas linhas basta usar o insert da mesma forma, trocando o nome do ponto e sua coordenada, a referência do último argumento seguirá sendo sempre 4269, pois ela deve ser constante na tabela.

Há outras formas de fazer a inserção de dados do tipo point no banco, como o uso de outra função chamada ST\_MakePoint() dentro da função ST\_SetSRID(). Isso é possível porque em muitos casos o PostGIS oferece diversas formas de fazer a mesma coisa, mas o objetivo desse método e do método que foi usado na Figura 21 é exatamente o mesmo.

Para visualizar se os inserts foram executados corretamente, basta clicar na tabela pontos no pgAdmin e selecionar View/Edit Data > All Rows.

|   | gid<br>[PK] serial | nome<br>character varying(50) | geom<br>geometry(Point,4269)                       |
|---|--------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1 | 1                  | FEMA                          | 0101000020AD100000460A65E1EB3549C05130630AD6A436C0 |
| 2 | 2                  | UNESP                         | 0101000020AD1000002D1640FFFC3749C0451CAFE250A636C0 |
| 3 | 3                  | UNIP                          | 0101000020AD100000AD58E2C0363249C0C1F435D75DA536C0 |
| * |                    |                               |                                                    |

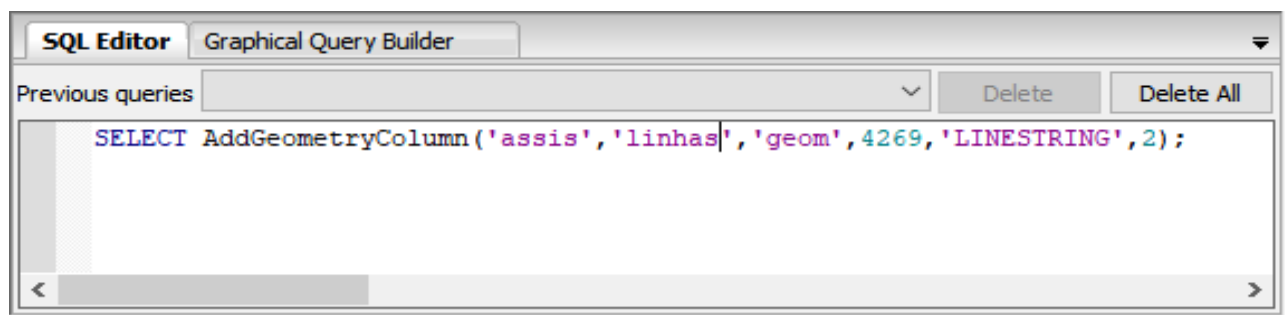
**Figura 22. Linhas inseridas na tabela pontos.**

**(Fonte: Autoria Própria)**

Agora que já foi explicado como inserir dados do tipo point, vamos ver como trabalhar com dados do tipo linestring, que serve para traçar linhas entre dois ou mais pontos no nosso mapa.

A criação da tabela segue os mesmos passos de quando criamos a tabela para armazenar os dados do tipo Point anteriormente. O comando para a criação da coluna que armazenará dados do tipo linestring é muito parecido com o comando que fizemos para criar a coluna que guardou dados point, ilustrando na Figura 20. As diferenças são que agora chamaremos a tabela pelo nome de “linhas” e no argumento onde passamos o tipo geométrico que a coluna guardará, agora será passado “LINESTRING” ao invés de “POINT”.

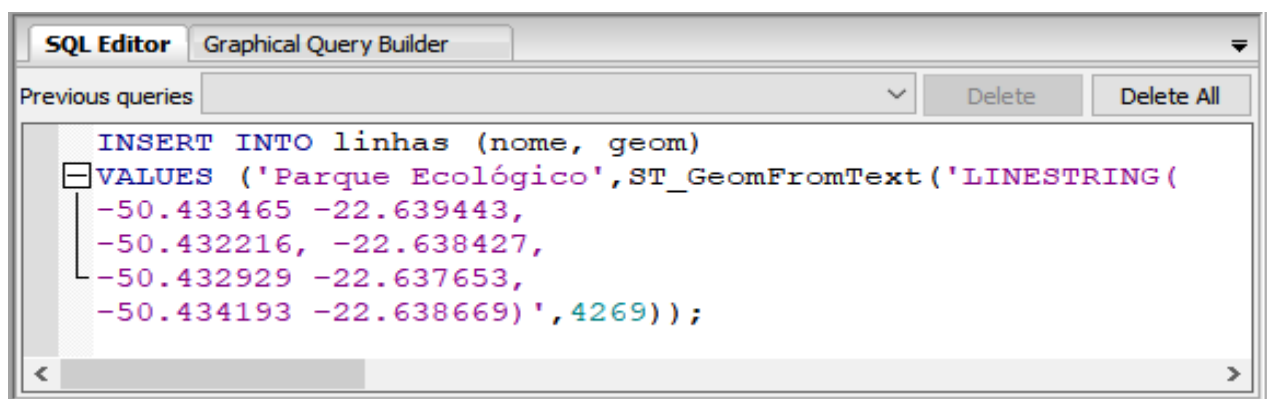




**Figura 23. Função para adicionar colunas com dados Linestring.**

**(Fonte: Autoria Própria)**

A inserção de linhas nesta nova tabela é um pouco mais complexa que na tabela anterior, pois aqui não se coloca apenas um par de coordenadas (latitude e longitude), mas sim quantos pares forem precisos para desenhar todo o caminho que sua linha mostrará no mapa, com esses pares sendo conectados sequencialmente por pedaços de linhas. Essas coordenadas são passadas da seguinte forma: dentro da função ST\_GeomFromText(), especificamos que estamos passando dados para formar uma linestring, e então inserimos a primeira longitude, seguido da primeira latitude, separados por um espaço simples. Depois, usamos uma vírgula para separar este par do próximo que será inserido, e assim se repete até que todos os pares de coordenada estejam dentro da função. No final, inserimos nossa referência geográfica e encerramos a linha.

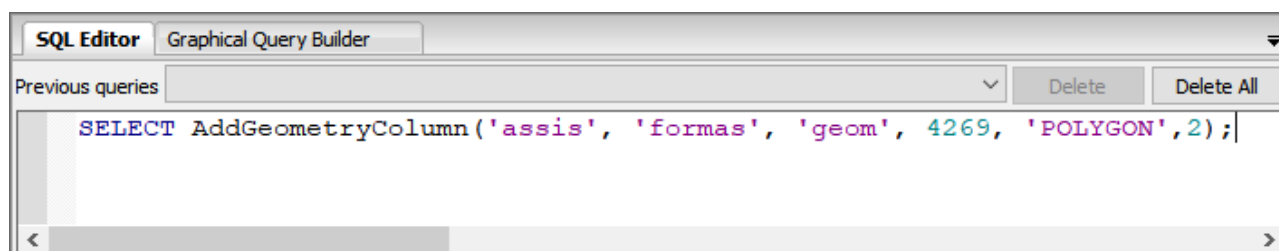


**Figura 24. Inserção de nova linha na tabela Linhas.**

**(Fonte: Autoria Própria)**

Para finalizar, falta mostrar como se trabalha com dados do tipo POLYGON, que são os mais complexos levando em consideração a quantidade de coordenadas que se usa para fazer as formas geométricas no mapa.

Novamente, a criação da tabela segue o mesmo esquema das anteriores, e na função AddGeometryColumn() especificamos que o nome agora será “formas” e seu tipo “POLYGON”.

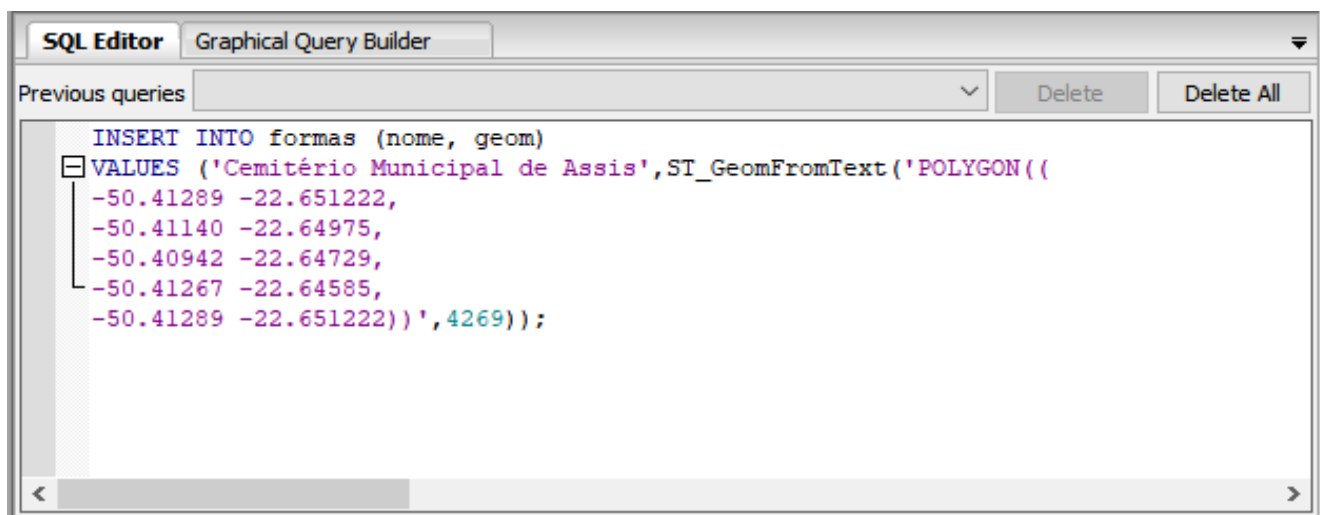


**Figura 25. Função para adicionar colunas com dados Polygon.**

**(Fonte: Autoria Própria)**

A sintaxe da linha de inserção de dados polygon parece muito similar à linestring, mas tem duas diferenças que são muito importantes:

- O primeiro par de coordenadas Lat/Long deve ser exatamente o mesmo que o último, para que a forma se feche no mesmo ponto em que se iniciou.
- A lista de coordenadas é composta por um parêntese adicional. Esse parêntese é necessário, pois polígonos são compostos por múltiplos anéis. Cada polígono tem um anel que define seu exterior, assim podemos fazer anéis que tenham buracos em seu interior, como se por exemplo desenhássemos um rio em meio a um parque. Cada anel desses é composto por parênteses e os anéis são separados por vírgulas.



**Figura 26. Inserção de nova linha na tabela Formas.**

**(Fonte: Autoria Própria)**

A forma criada na figura acima é simples, por isso foram utilizadas poucas coordenadas para formar uma imagem de apenas cinco lados, mas quando se precisar desenhar algo mais complexos, cheio de curvas, a linha pode tornar-se enorme e bastante confusa, por isso quando se é assim é recomendável que se desenhe à mão em um aplicativo como o QGIS.

## 7.2. Trabalhando no QGIS

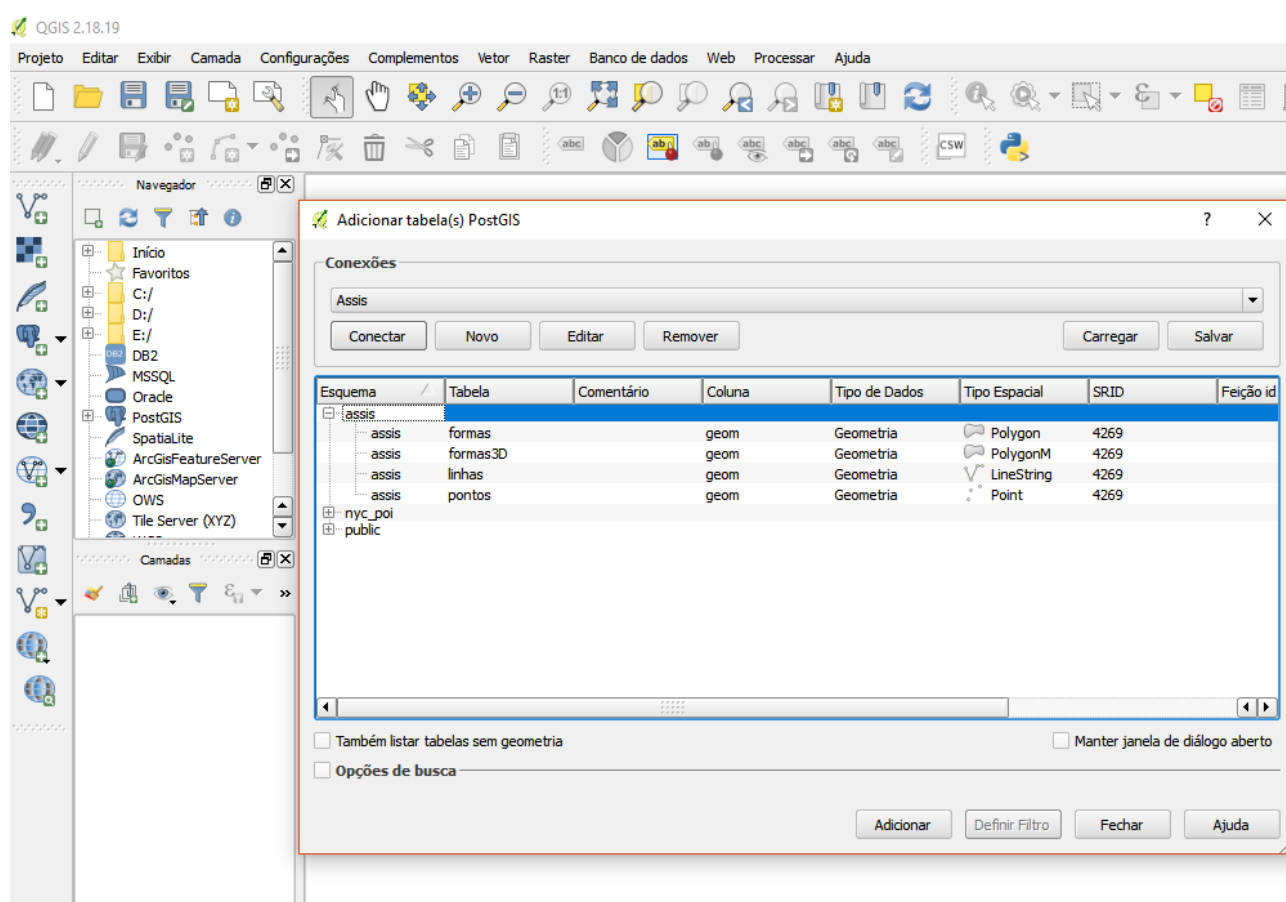
No QGIS finalmente teremos uma forma de visualizar como que ficam todos esses dados que inserimos em nosso Banco de Dados Geográficos num mapa real, e também como fazemos para adicionar novos dados diretamente pela aplicação, sem precisarmos ir no banco de dados e digitar todos os dados novamente.

Primeiro, temos que adicionar nossos dados do PostGIS ao QGIS. Para isso, devemos abrir as opções de uso do PostGIS pelo menu lateral esquerdo do QGIS e selecionar “New Connection”, para abrir uma nova conexão com nosso banco.

Uma janela será aberta para que se preencha os dados da nova conexão, como seu nome, a máquina local, a porta e o nome do banco de dados.

Preenchendo estes campos, se for a primeira vez que o QGIS é usado na máquina, será solicitado que se crie um nome de usuário e uma senha de segurança para acessar o QGIS na máquina.

Tendo feito tudo corretamente, basta clicar na flecha próxima à conexão criada e será mostrada a lista de schemas disponíveis no banco de dados, expandindo esta lista surgirá nosso schema “assis”, criado no PostGIS. Selecionando o esquema, o QGIS mostrará nossas tabelas.



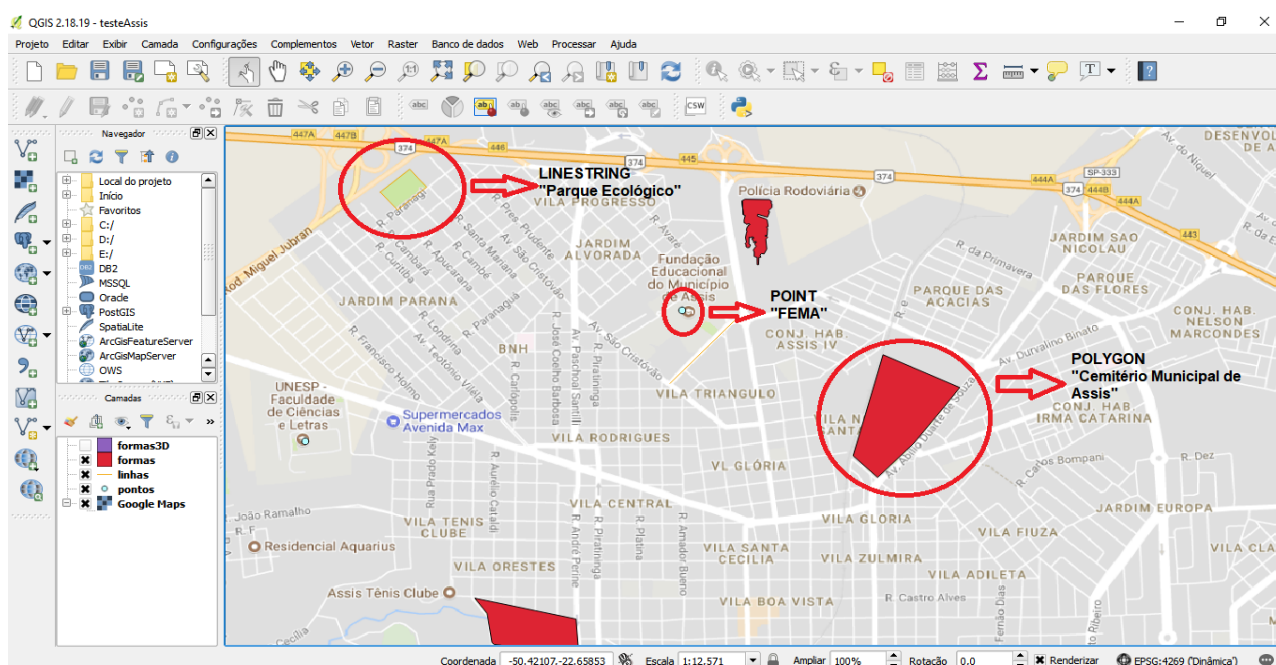
**Figura 27. Seleção das tabelas do PostGIS dentro do QGIS.**

**(Fonte: Autoria Própria)**

Tendo tudo isso feito corretamente, basta selecionar quais tabelas você deseja que sejam mostradas no menu de Camadas no canto inferior esquerdo do QGIS, e então será gerado um mapa dentro da aplicação com os desenhos daquilo que foi inserido previamente no

PostGIS. O mapa pode ser alterado e o QGIS dá diversas opções para que o usuário escolha aquele que melhor se encaixar em sua proposta. No caso deste projeto, o mapa oferecido pela extensão do Google Maps se encaixou perfeitamente para a visualização dos dados.

Na figura a seguir, podem ser visualizados no mapa todos os dados que foram inseridos durante a explicação do funcionamento do PostGIS, sendo eles: um POINT que marca a localização da FEMA, um LINESTRING que mostra o Parque Ecológico de Assis, e um POLYGON que desenha o formato do Cemitério Municipal de Assis no mapa. Além desses, há também outros registros no mapa que foram inseridos diretamente pelo QGIS.

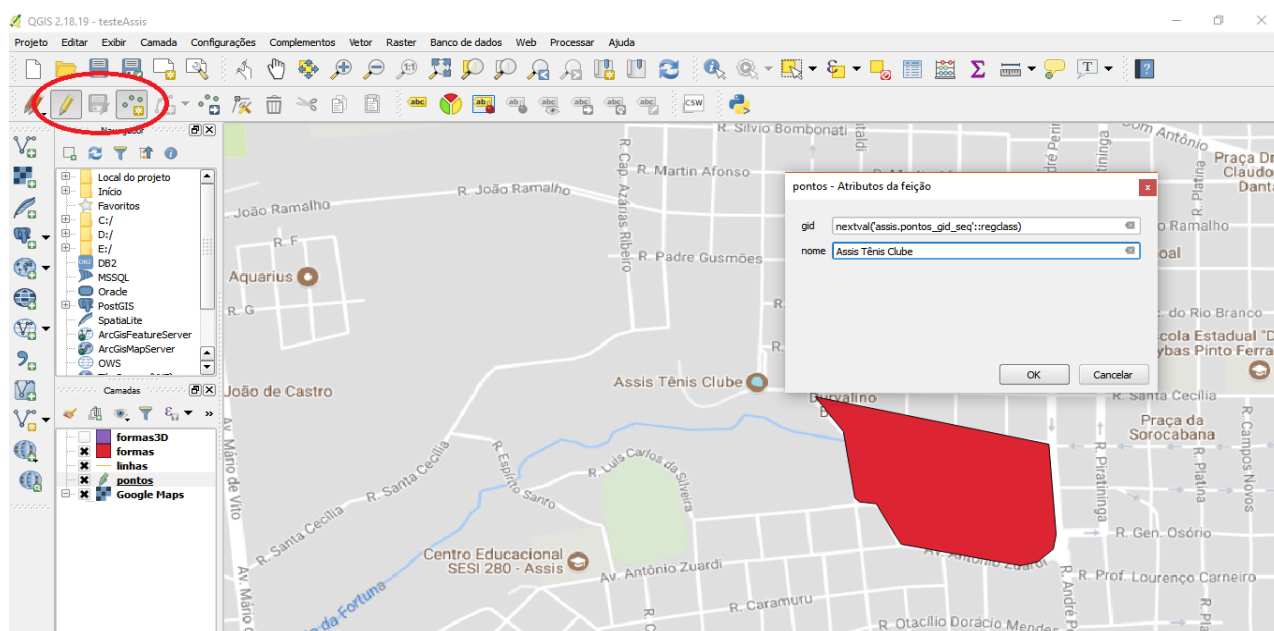


**Figura 28. Visualização dos dados inseridos no capítulo 7.1.**

**(Fonte: Autoria Própria)**

Agora que já foi explicado como se conecta o QGIS com nossos dados no PostGIS, e mostramos o que foi trabalhado no PostGIS sendo representado visualmente no mapa, podemos ver outra forma de adicionar dados às nossas tabelas no banco de dados geográficos. Para isso, basta ter o QGIS conectado com nosso banco, o que já temos pois foi necessário conectá-los para a demonstração. Com a camada “pontos” selecionada, usamos os botões

“alternar edição” e “adicionar feição”, e agora basta selecionar no mapa o ponto que queremos marcar no mapa e adicionar ao nosso banco. Feito isto, o QGIS abrirá uma janela para que o usuário digite o nome deste novo ponto, somará o ID de forma automática e na coluna “geom”, as coordenadas salvas serão as do local que foi selecionado no mapa, sem que o usuário precise digitar no banco.



**Figura 29. Adicionando um novo Point pelo QGIS.**

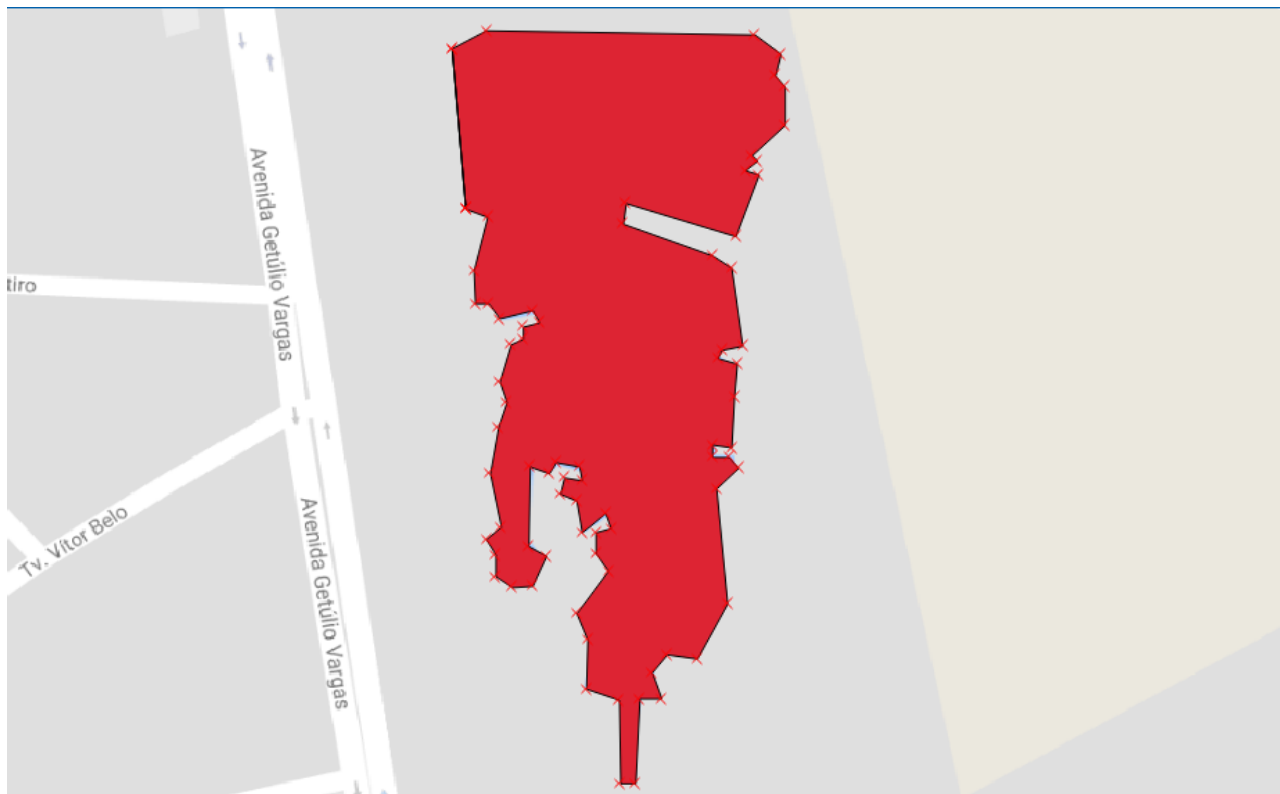
**(Fonte: Autoria Própria)**

Se tudo for feito corretamente, basta voltar no PostGIS e recarregar a tabela “pontos” que nosso novo registro estará salvo por lá, e seu ponto ficará marcado no mapa assim como os demais que foram inseridos manualmente.

Esse método também serve para inserir dados dos outros tipos, com a diferença que no linestring o usuário pode selecionar vários pontos que ficarão conectados um após o outro até que ele marque toda a linha desejada, e no polygon o usuário deve desenhar a forma que deseja cuidadosamente sem se esquecer que o ultimo ponto deve ser idêntico ao ponto inicial para que o polígono se feche e forme a figura geográfica corretamente.

Na figura abaixo mostra-se um teste feito com o tipo Polygon, onde foi desenhado um lago localizado na Av. Getúlio Vargas, nas proximidades da FEMA, em que podemos ver como

pode ser complicado o processo de desenhar neste formato quando se tem muitas curvas no local desejado.



**Figura 30. Lago da Av. Getúlio Vargas desenhado no QGIS.**

**(Fonte: Autoria Própria)**

Nota-se vários pontos em formato de “X” ao redor do desenho do lago. Esses pontos são, na verdade, todas as vezes que foi necessário utilizar um novo par de coordenadas Lat/Long para ter corretamente as curvas da forma. Por volta de 70 pares foram utilizados somente para o desenho deste polygon.

Após preencher toda a área desejada, basta dar um nome à figura e ela estará salva no banco, assim como feito quando adicionamos um novo ponto, e então, teremos esse novo registro salvo em nosso banco de dados.

## 8. CONCLUSÃO

O presente projeto de pesquisa científica visou ampliar o conhecimento sobre sistemas de Geotecnologia e principalmente Bancos de Dados Geográficos, mostrando como o uso de Geoprocessamento e os SIGs pode ser extremamente útil e eficaz em diversas situações. No estudo foram apresentados diversos exemplos de ferramentas que trabalham com o tema ou que prestam um importante suporte para aqueles que desenvolvem pesquisas na área.

Diversas características desses sistemas foram explicadas nos capítulos do trabalho, mostrando partes que compõe o geoprocessamento, como o processamento de imagens com triangulação e ortorretificação, mosaicagem de imagens, entre outros. Alguns exemplos de softwares também foram citados, como o QGIS, Google Earth e Maps, assim como Engemap e Sensormap, que são empresas da região que contam com o desenvolvimento de softwares relacionados.

Foi apresentado também a função dos Bancos de Dados Geográficos, detalhando quais suas principais diferenças em relação aos Bancos de Dados comuns, o que exatamente eles fazem, e também alguns exemplos de BDG como o PostGIS e o WebGIS.

Dois exemplos foram desenvolvidos para o trabalho de qualificação, ambos sendo páginas WEB compostas por códigos HTML, CSS e JavaScript. Ambos os exemplos contam com a importação de mapa disponibilizada pelo Google, por meio do Google Maps API, diferenciando-se por suas funções. A primeira delas conta com um mapa capaz de definir o local físico em que a página foi acessada, fazendo uso do GPS do dispositivo utilizado pelo usuário, e mostrando no mapa onde o mesmo está localizado no momento. A outra página apresenta a função de traçagem de rotas entre dois ou mais pontos no mapa, onde é inserido no código as coordenadas geográficas dos locais desejados, e com o uso de uma função disponibilizada por uma biblioteca do Google Maps API, é retornado visualmente no mapa uma rota entre os locais.

No prosseguimento do projeto, rumo para sua versão final, foi pesquisado mais amplamente sobre os bancos de dados geográficos e os tipos que eles podem armazenar, assim como formas de manipular estes dados em sistemas gerenciadores de dados geográficos, para



fazermos a visualização daquilo que criamos em BDG e como podemos usar esses sistemas para trabalhar com os tipos de dados explorados.

A realização do trabalho resultou em um grande aprendizado na área de pesquisa de Geoprocessamento e sistemas relacionados. Além disso, foram assimilados importantes conceitos sobre bancos de dados geográficos e o desenvolvimento de aplicações sobre localização. O projeto permitiu a aplicação do conhecimento adquirido durante o curso na busca de conhecimento para construção de sistemas geográficos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Régis R. – **Sistema de Informações Geográficas – SIG**, Mundo da Educação, 2006, Disponível em:  
< <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/sistema-informacoes-geograficas-sig.htm>>  
Acesso em: 09/Nov/2017.

BARCELOS, Iolanda Oliveira - **Geoprocessamento - Uma Introdução**. Disponível em < [http://www.malima.com.br/article\\_red.asp?id=269](http://www.malima.com.br/article_red.asp?id=269)>  
Acesso em 25 de maio de 2018.

CÂMARA, Gilberto – **Bancos de Dados Geográficos**, Disponível em:  
< <http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/capitulos.html>>.  
Acesso em: 02/Mar/2018.

CAVALLINI, Paolo - **Free GIS desktop and analyses: QuantumGIS, the easy way**, Disponível em < <https://www.geospatialworld.net/>>  
Acesso em: 3 de Julho de 2018.

DETWILER, Jim; SLOAM, Jim; DUTTON – **Dutton e-Education Institute: PostGIS Geometry Types**, Disponível em < <https://www.e-education.psu.edu/spatialdb/>>  
Acesso em: 20 de Maio de 2018.

ENGEMAP Geoinformação – Disponível em:< <http://engemap.com.br/v3/>>  
Acesso em: 24/Fev/2018.

GOMES, Fabio L - **AutoCAD Map 3D 2008 do CAD para GIS**. São Paulo: AUGICAD Campo Brasil, 2007.

GOOGLE MAPS APIs – Disponível em:  
<<https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/tutorial?hl=pt-br>>  
Acesso em: 11/Mar/2018.

GRAY, James – **Getting Started With Quantum GIS**, Disponível em  
<<https://www.linuxjournal.com/content/getting-started-quantum-gis>>  
Acesso em: 22 de Maio de 2018.

HAMADA, Emília; GONÇALVES, Renata R. V. - **Introdução ao Geoprocessamento: princípios básicos e aplicação**, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP, Dez/2007.

MEDEIROS, Anderson - **O Geoprocessamento e Suas Tecnologias**, Disponível em: <<http://www.andersonmedeiros.com/geotecnologias-parte2/>>. Acesso em: 04/Nov/2017.

PAREDES, Evaristo Atencio - **Sistema de Informação Geográfica**. 1ª Edição. Tatuapé: Editora Érica, 1994.

SENSORMAP Mapeamento Móvel e Terrestre – Disponível em: <<http://www.sensormap.com.br/>> Acesso em: 24/Fev/2018.