

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS GOIÂNIA
DEPARTAMENTO DE ÁREAS ACADÊMICAS III
COORDENAÇÃO DE GEOMÁTICA
CURSO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA

GUILHERME RODRIGUES COELHO

**DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO MOBILE IFGEO - SISTEMA
DE ORIENTAÇÃO E AUXÍLIO DENTRO DO IFG - CAMPUS GOIÂNIA**

GOIÂNIA, GO

2021

GUILHERME RODRIGUES COELHO

**DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO MOBILE IFGEO - SISTEMA
DE ORIENTAÇÃO E AUXÍLIO DENTRO DO IFG - CAMPUS GOIÂNIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação de Geomática, do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Goiás, Campus Goiânia, como parte dos
requisitos necessários para a obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Cartográfica e de
Agrimensura.

Orientador: Prof. Dr. Nilton Ricetti Xavier de
Nazareno

Coorientador: Prof. Esp. Jorge Albernaz
Martins

GOIÂNIA, GO

2021

C232u Coelho, Guilherme Rodrigues
Desenvolvimento do aplicativo mobile IFGEO [manuscrito] :
Sistema de orientação e auxílio dentro do IFG - Campus Goiânia /
Guilherme Rodrigues Coelho. - 2021.
97 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Nilton Ricetti Xavier de Nazareno; co
orientador Prof. Esp. Jorge Albernaz Martins.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto
Federal de Goiás, Campus Goiânia, Engenharia de Cartografia e
de Agrimensura, Goiânia, 2021.
Bibliografia. Apêndice.
Inclui lista de figuras.

1. Dispositivos móveis. 2. Banco de dados geográfico. 3.
Sistema de Informações geográficas. 4. aplicativo. 5. Gestão. I.
Nazareno, Nilton Ricetti Xavier de, orient. II. Título

CDD 623.893

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Karol Almeida da Silva Abreu CRB1/ 2.740
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS GOIÂNIA

ATA Nº ECA 04 - TCC/2021.1

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 18 dias do mês de março do ano de dois mil e vinte e um, às 16:00 horas, na sala virtual meet.google.com/dve-yqmu-dge, foi realizada a sessão pública de apresentação e defesa do Trabalho de Conclusão de Curso da Graduanda **Guilherme Rodrigues Coelho** (matrícula 20151011190302) do curso de Bacharelado em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, do Departamento III, Câmpus Goiânia, do Instituto Federal de Goiás, no primeiro semestre do ano de dois mil e vinte e um. A banca foi composta pelos seguintes membros:

- Nilton Ricetti de Xavier Nazareno (Professor-Orientador)
- Jorge Albernaz Martins (Professor-Coorientador)
- Elaine Reis Costa Lima
- Giovanni de Araújo Boggione

sob a presidência da(o) primeira(o). O Trabalho de Conclusão de Curso tem como título "**Desenvolvimento do aplicativo Mobile IFGEO – Sistema de Orientação e auxílio dentro do IFG - Câmpus Goiânia**", sob orientação do Prof. **Nilton Ricetti de Xavier Nazareno** e coorientação do Prof. **Jorge Albernaz Martins**. Após a apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso, tendo sido a autora arguida pela Banca Examinadora, a nota obtida foi 8,2 (oito vírgula dois).

Encerra-se a sessão às 18 horas e 20 minutos. Eu, Profa. Marina Alberti Macedo, dato e assino a presente ata que segue assinada por todos os membros da Banca Examinadora.

Profa. Marina Alberti Macedo (Assinado eletronicamente)

Prof. Nilton Ricetti de Xavier Nazareno (Assinado eletronicamente)

Prof. Jorge Albernaz Martins Reis (Assinado eletronicamente)

Prof. Elaine Costa Lima (Assinado eletronicamente)

Prof. Giovanni Araújo Boggione (Assinado eletronicamente)

Documento assinado eletronicamente por:

- Marina Alberti Macedo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 22/03/2021 13:27:05.
- Jorge Albernaz Martins, JORGE ALBERNAZ MARTINS - 2331 - PROFESSORES DO ENSINO PROFISSIONAL - SENAC (03608475001710), em 18/03/2021 18:27:58.
- Elaine Reis Costa Lima, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 18/03/2021 18:23:11.
- Giovanni de Araújo Boggione, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 18/03/2021 18:23:04.
- Nilton Ricetti Xavier de Nazareno, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 18/03/2021 18:22:32.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 04/03/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 137278
Código de Autenticação: 55b96540b1



TERMO DE AUTORIZAÇÃO – ReDi IFG



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Guilherme Rodrigues Coelho

Matrícula: 20151011190302

Título do Trabalho: Desenvolvimento do Aplicativo Mobile IFGEO - Sistema de Orientação e Auxílio dentro do IFG – Campus Goiânia.

Autorização - Marque uma das opções

- ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
- ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

_____, Goiânia _____, ____/____/____, 2021.
Local Data

Guilherme Rodrigues Coelho

DEDICATÓRIA

Em primeiro lugar, eu, Guilherme Rodrigues Coelho, gostaria de agradecer à Deus por ter sido o meu alicerce durante todo o meu período acadêmico. A posteriori, a partir da dedicação da minha tese monográfica à toda a minha família, que sempre esteve servindo como apoio fundamental nessa jornada, e aos meus amigos, os quais foram fundamentais na minha perseverança no curso universitário, honro com fervor o fechamento desse ciclo. À luz dos agradecimentos, deixo registrado com excepcionalidade o reconhecimento da importância do papel dos meus pais ao longo do meu processo de formação, já que esses dedicaram-se a mim com carinho, afeto, paciência e amor no decorrer de toda a minha vida. Além disso, sou grato aos meus irmãos pelo cuidado, atenção e, principalmente, por eles persistirem ao meu lado e me encorajarem a sempre ser a melhor pessoa que eu consegui ser. Para mais, agradeço a minha namorada pelo amor incondicional e por continuamente me apoiar em todas as minhas decisões no âmbito da vivência. Por fim, respeitosamente, encorajo a todos aqueles que se encontram na jornada da vida a tornarem-se sujeitos autônomos da sua história, contribuindo para a formação de um mundo melhor, já que, como dizia João Guimarães Rosa: “O animal satisfeito dorme”.

AGRADECIMENTOS

A concretização deste trabalho contou com o auxílio e compreensão de diversas pessoas, dentre as quais agradeço:

- A Deus, pela minha vida, e por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso;
- Aos meus pais, pela determinação e luta, e por sempre me incentivar e não permitir que eu desistisse;
- Agradeço aos meus irmãos, que por mais difícil que fossem as circunstâncias, sempre me apoiaram e tiveram confiança em mim;
- Agradeço a minha namorada, que esteve comigo em todos os momentos turbulentos, e me incentivou a nunca desistir;
- Agradeço aos meus amigos da “Tribo”, que estiveram junto comigo desde o ensino médio, e me ensinaram o significado de amor e amizade;
- Agradeço à desenvolvedora de jogos eletrônicos Naughty Dog por desenvolver o jogo The Last of Us, que me proporcionou momentos de descontração durante a tensão do trabalho, com tantas emoções que só jogando para saber;
- Ao meu orientador prof, Dr. Nilton Ricetti de Xavier Nazareno pela confiança e suporte, e pelas correções e incentivos;
- Ao meu coorientador prof, Esp. Jorge Albernaz Martins por todo o suporte e prontidão oferecidos durante o estudo prático;
- Aos meus colegas de curso, da qual tive o orgulho de fazer parte, que sempre estiveram ao meu lado nos momentos engraçados, e por me transformarem em um verdadeiro comediante, agradeço a todos pela amizade, paciência, ternura e convivência destes anos;
- Aos meus professores do curso, que desempenharam com dedicação e preocupação as aulas ministradas;
- Agradeço a minha coordenadora pedagógica profa, Ma. Marina Alberti Macedo por fazer do meu trabalho uma experiência positiva e por transmitir seus conhecimentos;
- Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), seu corpo docente, direção e administração que demonstraram estarem comprometidos com a qualidade e excelência do ensino;
- Por fim, a todos que fazem parte da minha vida e que foram e são essenciais na minha formação como seres humanos melhores.

RESUMO

As pessoas têm enfrentado problemas para se situar em locais considerados fechados e desconhecidos, que recebem elevada demanda de pessoas. Para isso, a gestão de informações e a localização de espaços físicos dentro de ambientes fechados podem ser realizadas por meio da união de dispositivos móveis com o Sistema de Informações Geográfica (SIG). O SIG tem como função o gerenciamento de dados espaciais, que podem ser armazenados por meio de um banco de dados geográfico para que as informações possam ser acessadas pelo usuário. Desse modo, este trabalho tem como objetivo a construção de um aplicativo interativo (IFGEO) para auxiliar a comunidade de alunos, visitantes, professores e demais profissionais do IFG-Campus Goiânia, na localização interna de todos os espaços físicos da instituição, além da apresentação de informações. O desenvolvimento do aplicativo se baseou em *softwares* livres, que possibilitam a análise, manuseio e armazenamento dos dados geográficos, para que possam ser hospedados em um servidor central, e posteriormente, serem programados para a representação no aplicativo, permitindo que os usuários realizem pesquisas e possam traçar rotas de origem e destino para determinados recintos dentro do IFG.

Palavras-chave: Dispositivos móveis. Banco de Dados Geográfico. Sistema de Informações Geográficas (SIG). Aplicativo. Gestão de espaço.

ABSTRACT

People have been facing problems to locate themselves in places considered closed and unknown, which receive high demand of people. For this, the management of information and the location of physical spaces within enclosed environments can be accomplished through the union of mobile devices with the Geographic Information System (GIS). The GIS has the function of managing spatial data, which can be stored by means of a geographic database so that the information can be accessed by the user. This work aims to build an interactive application (IFGEO) to help the community of students, visitors, teachers and other professionals of the IFG-Campus Goiânia, in the internal location of all physical spaces of the institution, besides the presentation of information. The development of the application was based on free software, which enables the analysis, handling and storage of geographic data, so that they can be hosted on a central server, and then be programmed for representation in the application, allowing users to perform searches and can trace routes to and from certain enclosures within the IFG.

Keywords: Mobile devices. Geographic data base. Geographic Information System (GIS). Application. Management of space.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: REPRESENTAÇÃO DE DADOS	20
FIGURA 2: ANÁLISE DE CONDICIONAMENTO	21
FIGURA 3: FORMAS DE TOPOLOGIA	22
FIGURA 4: REPRESENTAÇÃO VETORIAL	23
FIGURA 5: VISUALIZAÇÃO DOS COMPONENTES TÉCNICOS NO SIG	24
FIGURA 6: GEOMETRIAS VETORIAIS	25
FIGURA 7: MODELAGENS DE DADOS	26
FIGURA 8: FLUXOGRAMA DE PASSOS PARA CADASTRO DE INFORMAÇÕES	27
FIGURA 9: DIAGRAMA DE CLASSES	30
FIGURA 10: REPRESENTAÇÃO DA TABELA DE CLASSES	31
FIGURA 11: RELAÇÕES DE TOPOLOGIA	32
FIGURA 12: REPRESENTAÇÃO DO WEBGIS	33
FIGURA 13: WEBGIS	34
FIGURA 14: CICLO DEMONSTRATIVO DE PÁGINAS HTML NA WEB	35
FIGURA 15: LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO – IFG – CAMPUS GOIÂNIA	41
FIGURA 16: LISTA DE TECNOLOGIAS UTILIZADAS PARA O TRABALHO	42
FIGURA 17: FLUXOGRAMA DO PROJETO	44
FIGURA 18: PAVIMENTO TÉRREO – CAMADA TIPO POLÍGONO.	46
FIGURA 19: PAVIMENTO 1 – CAMADA TIPO POLÍGONO.	46
FIGURA 20: PAVIMENTO 2 – CAMADA TIPO POLÍGONO.	47
FIGURA 21: TOPOLOGIA	48
FIGURA 22: PAVIMENTO TÉRREO – ORIGEM DESTINO.	49
FIGURA 23: PAVIMENTO 1 – ORIGEM DESTINO.	49
FIGURA 24: PAVIMENTO 2 – ORIGEM DESTINO.	50
FIGURA 25: LINHAS-CORES	50
FIGURA 26: USO DA EXTENSÃO POSTGIS PARA IMPORTAÇÃO DOS DADOS	51
FIGURA 27: INTERFACE DA EXTENSÃO POSTGIS PARA A IMPORTAÇÃO DOS DADOS	52
FIGURA 28: REQUISITOS PARA A VISUALIZAÇÃO DOS MAPAS PELO USUÁRIO	53
FIGURA 29: REQUISITOS PARA ROTAS	54
FIGURA 30: DIAGRAMA DE CASOS E USO	54
FIGURA 31: DESCRIÇÃO DAS FUNCIONALIDADES	55
FIGURA 32: CASOS DE USO ADMINISTRADOR	55
FIGURA 33: DESCRIÇÕES DAS FUNÇÕES DO ADMINISTRADOR	56
FIGURA 34: ESQUEMA PARA O DESENVOLVIMENTO DO ROTEAMENTO.	57
FIGURA 35: DIAGRAMA DE ENTIDADE E RELACIONAMENTO	58

FIGURA 36: EXEMPLO DE FUNCIONAMENTO DA PGRROUTING.	59
FIGURA 37: TABELA CAMINHO PAVIMENTO 1 (ANTES)	60
FIGURA 38: TABELA CAMINHO PAVIMENTO 1 (DEPOIS).....	60
FIGURA 39: PROCESSAMENTO DA FUNÇÃO “PGR_CREATETOPOLOGY”	61
FIGURA 40: GEOMETRIAS DOS ESPAÇOS (POLÍGONOS) E CORREDORES (LINHAS).....	61
FIGURA 41: FERRAMENTA PGR_CREATETOPOLOGY.	62
FIGURA 42: DESCRIÇÃO DOS IDENTIFICADORES DOS CAMPOS DA TABELA.	62
FIGURA 43: TABELA DE AUTENTICAÇÃO DO USUÁRIO NO BANCO DE DADOS.....	63
FIGURA 44: FLUXOGRAMA PARA CONFIGURAÇÃO DO GEOSERVER	64
FIGURA 45: TELA WORKSPACE DO GEOSERVER (ESPAÇO DE TRABALHO).	65
FIGURA 46: PRÉ-VISUALIZAÇÃO DAS CAMADAS DOS PAVIMENTOS NO GEOSERVER.	66
FIGURA 47: PRÉ-VISUALIZAÇÃO DA CAMADA VETORIAL (CAMINHO).....	67
FIGURA 48: ESTRUTURAL FUNCIONAL DO APLICATIVO IFGEO	68
FIGURA 49: ARQUIVO GEOJSON	69
FIGURA 50: TELA DE LOGIN E SENHA	70
FIGURA 51: LAYOUT DO APLICATIVO IFGEO	71
FIGURA 52: TELA DESENVOLVIDA COM BASE NO LAYOUT	72
FIGURA 53: VISUALIZAÇÃO DA ROTA – EXEMPLO 1.	72
FIGURA 54: VISUALIZAÇÃO DA ROTA - EXEMPLO 2.	73
FIGURA 55: VISUALIZAÇÃO DA ROTA – EXEMPLO 3.	73
FIGURA 56: PRÉ VISUALIZAÇÃO NO FORMATO MOBILE	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Aplicativo
BD	Banco de Dados
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
DF	Distrito Federal
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System)</i>
GPL	<i>General Public License</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFG	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
OCG	<i>Open Geospatial Consortium</i>
PHP	<i>Hypertext Preprocessor</i>
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SQL	<i>Standard Query Language</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UTM	Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	17
2.1	OBJETIVO GERAL.....	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
3.1	DISPOSITIVOS MÓVEIS	18
3.2	SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG).....	19
3.2.1	RELAÇÕES TOPOLÓGICAS.....	21
3.2.2	BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO.....	24
3.3	SISTEMA DE CADASTRO DE INFORMAÇÕES.	26
3.4	MANIPULAÇÃO DE DADOS GEOGRÁFICOS	27
3.4.1	QGIS.....	28
3.4.2	POSTGRESQL.....	28
3.4.3	POSTGIS	29
3.4.4	MODELO DE DADOS OMT-G.....	29
3.4.5	WEBGIS.....	32
3.5	LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO.....	34
3.5.1	LINGUAGEM PHP.....	34
3.5.2	LINGUAGEM HTML.....	35
3.5.3	LINGUAGEM JAVASCRIPT	36
3.6	TRABALHOS CORRELATOS.....	36
4	METODOLOGIA.....	40
4.1	ÁREA DE ESTUDO	40
4.2	PROGRAMAS UTILIZADOS PARA O DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO IFGEO	41
4.3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	43
5	DESENVOLVIMENTO	45
5.1	REPRESENTAÇÃO DOS DADOS GEOGRÁFICOS	45
5.2	CAMADA DE DADOS ESPACIAIS	47
5.2.1	CONSTRUÇÃO DA TOPOLOGIA	47
5.2.2	IMPORTAÇÃO DOS DADOS PARA O POSTGRESQL	51
5.2.3	MODELAGEM DE DADOS NO POSTGRESQL.....	52
5.2.3.1	Requisitos funcionais e não funcionais	53
5.2.3.2	Diagrama de casos de uso	54
5.2.3.3	Diagrama de classes e relacionamento OMT-G	56

5.3	criação de rotas (PgROUTING).....	59
5.4	Autenticação do usuário	63
5.5	Configuração das camadas no servidor GeoServer	64
5.6	Desenvolvimento da interface do IFGeo	67
6	Resultados	70
6.1	Interface e funcionalidades do aplicativo IFGeo.....	70
7	Conclusão e recomendações.....	75
8	Referências	77
9	Bibliografia consultada	81
10	Apêndice A - Código de sala	82
11	Apêndice B - Código de autenticação para os usuários	83
12	Apêndice C - Código de requerimento dos dados das salas.....	84
13	Apêndice D - Código para pesquisa de sala	85
14	Apêndice E - Código conexão com o banco de dados	86
15	Apêndice F - Código classe caminho para as rotas.....	87
16	Apêndice G - Código navbar.css	92
17	Apêndice H - Código principal – index.php	93
18	Apêndice I - Código javascript navegação openlayers	98

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia, nos dias atuais, está diretamente relacionada à rotina de milhões de pessoas ao redor do mundo e tem contribuído para o bem-estar da sociedade como um todo, uma vez que facilita a relação dos indivíduos em diversos âmbitos sociais. Desse modo, a tecnologia contribui para que ocorram alterações no compartilhamento de informações, na otimização de atividades e, principalmente, na gestão de pessoas e espaços.

As informações desempenham um papel importante nas soluções de problemas e na tomada de decisões em todos os meios sociais e a forma como as informações são armazenadas e detalhadas é crucial para o crescimento e gerenciamento de inúmeras empresas e organizações.

Um banco de dados geográfico é uma estrutura organizada que agrupa grandes fluxos de informações que podem se relacionar entre si e que são gerenciadas por meio de um programa, para serem utilizadas com dados não-espaciais ou espaciais. O banco de dados usado para o armazenamento de dados espaciais permite a representação geográfica e é, normalmente, utilizado como ferramenta de apoio no Sistema de Informação Geográfica (SIG) (NASCIMENTO, 2016).

Um dado do IBGE, mostrou que 116 milhões de brasileiros conectam-se a *internet* usando um *smartphone* e 79,3% da população com 10 anos ou mais de idade possuem um celular (IBGE, 2020). Os aparelhos móveis possuem a capacidade de programação, acesso à *internet* e localização via GNSS permitindo a aplicação de ferramentas de geoprocessamento e contribuindo para a solução de problemas de deslocamentos.

O termo Sistema de Informações Geográficas (SIG) é uma metodologia que envolve o somatório de dados, pessoas e instituições, gerenciados por um *software* e armazenadas por um *hardware*, que possibilita a coleta, armazenamento, processamento e análise dos dados, para a produção de informações referentes ao espaço físico geográfico (NAZARENO, 2005). Por promover esses fatores, o SIG pode ser desenvolvido e utilizado em aplicativos capazes de interagir com o usuário com a finalidade de armazenar informações ligadas à sua localização geográfica, obtida através de posicionamento GNSS e, o acesso à *internet* pode fornecer, por exemplo, mapas na tela do celular, além de traçar rotas de destino, gerando informações estruturadas e representadas. Sendo assim, o uso da tecnologia SIG vinculada a dispositivos

móveis desempenha um papel inovador e desafiante na gestão dos espaços físicos em ambientes fechados.

O Instituto Federal de Goiás (IFG) - Campus Goiânia recebe semestralmente em suas dependências novos alunos dos ensinos médio e superior, além de visitantes, os quais desconhecem a infraestrutura física e administrativa da instituição. Assim, as pessoas que chegam no Campus deparam-se, inicialmente, com um ambiente novo e sem informações que as orientem na localização de espaços como salas de aula, laboratórios, banheiros, ginásios, teatro, espaços administrativos, entre outros. Tal situação foi a principal motivação para a elaboração da ferramenta desenvolvida neste projeto de conclusão de curso.

A proposta desse trabalho é associar as tecnologias SIG e as dos dispositivos móveis para possibilitar o desenvolvimento de um aplicativo com a finalidade de auxiliar na localização dos espaços físicos e com a possibilidade de indicar caminhos (roteamento origem/destino) entre esses diversos locais do IFG-Campus Goiânia.

2 OBJETIVOS

A seguir são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos a serem alcançados por meio deste estudo.

2.1 Objetivo Geral

Esse trabalho teve por objetivo o desenvolvimento do aplicativo IFGEO que, por meio de uma interface desenvolvida para dispositivos baseados no sistema Android, possibilita aos usuários visualizar informações cadastrais dos espaços físicos do IFG - Campus Goiânia armazenadas em um banco de dados geográfico. Além disto, o aplicativo também permite a determinação de caminhos (rotas) na instituição.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- Atualizar as plantas baixas (arquitetônicas) que mostram as informações das dependências do IFG - Campus Goiânia;
- Criar um banco de dados geográfico para o armazenamento dos dados espaciais dos pavimentos do IFG - Campus Goiânia;
- Disponibilizar uma interface para o usuário consultar as informações sobre os locais;
- Determinar rotas origem/destino entre os espaços internos e visualizar os caminhos por meio de mapas; e
- Desenvolver um aplicativo com funcionalidades para auxiliar os alunos, docentes funcionários e visitantes na instituição.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Essa seção apresenta a fundamentação teórica deste trabalho. São apresentados os aspectos teóricos sobre as tecnologias de plataformas móveis, sistema de informações geográficas e banco de dados, além de trabalhos correlatos ao que se propõe desenvolver neste projeto.

3.1 Dispositivos móveis

No início do século XXI, o uso de dispositivos móveis se expandiu para diversos setores, com destaque nos meios de comunicação e informação. O avanço das tecnologias da informação beneficiou a sociedade de muitas maneiras diferentes, de forma a tornar o trabalho mais produtivo por meio de inovações modernas aplicadas no cotidiano das pessoas (SABOIA et al. 2013).

A exemplo da evolução da tecnologia, tem-se a grande expansão de inovações no setor de telecomunicações. O telefone móvel celular é uma tecnologia projetada para a telecomunicação em rede que oferece serviços de comunicação por meio de ondas magnéticas do tipo rádio frequência (RF). No Brasil as operadoras de telefonia móvel utilizam três faixas de frequência: banda 7 (2600 MHz), banda 3 (1800 MHz e banda 28 (700 MHz).

Com o passar dos anos, o aparelho celular evoluiu não apenas na comunicação, mas também na adição de novas funcionalidades como o *touch-screen*, acesso à *internet*, câmeras digitais, GNSS e aplicativos. (VINHAL, 2020).

Em 2007, a *Apple* apresentava ao mundo o primeiro *smartphone*, cuja finalidade era oferecer recursos e ferramentas similares aos de um computador ou *notebook*, bem como os serviços de comunicação de um celular convencional (COUTINHO, 2014).

Os *smartphones* ofereceram uma revolução de funcionalidades importantes para as pessoas, permitindo que os usuários possam interagir com o dispositivo e criar suas próprias ferramentas, conhecidos como *aplicativos* (COUTINHO, 2014).

Com o desenvolvimento de aplicativos, o mercado de *smartphones* expandiu-se e manteve-se estável ao longo dos anos. Os *smartphone* são utilizados em várias áreas graças aos aplicativos que são desenvolvidos com a finalidade de automação de tarefas, auxiliando na

comunicação, de modo a promover entretenimento através de jogos e sendo usados dentro de ambientes de trabalho (TESSARI, 2016).

Os smartphones, com sua grande capacidade de processamento de dados, associado as redes móveis, tornaram-se um dos meios mais eficientes de conexão entre pessoas, promovendo interações em tempo real entre os indivíduos.

3.2 Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Para Nascimento (2016) o termo Sistema de Informação Geográfica (SIG) diz respeito a um sistema formado por uma combinação de ferramentas computacionais para o estudo do espaço natural e geográfico, gerenciados por um programa cujo objetivo é realizar o armazenamento, processamento, análise e saída dos dados espaciais, oferecendo a representação vetorial do espaço terrestre com base na sua referência geográfica.

O SIG pode ser utilizado em várias áreas de estudo. Câmara e Davis (2001) ressaltam que o SIG pode:

Inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno... Oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados

Zaidan (2017) explica que o SIG possui a função primordial de representar o mundo real por meio do tratamento de dados espaciais responsáveis por especificar a posição do objeto na Terra, bem como o georreferenciamento das informações do meio físico por intermédio da sua localização.

Os dados cartográficos precisam conter todas as informações para uma representação precisa do espaço em estudo, pois a pouca informação pode tornar o processamento dos dados limitado e tornar representação incompleta. (NASCIMENTO, 2016).

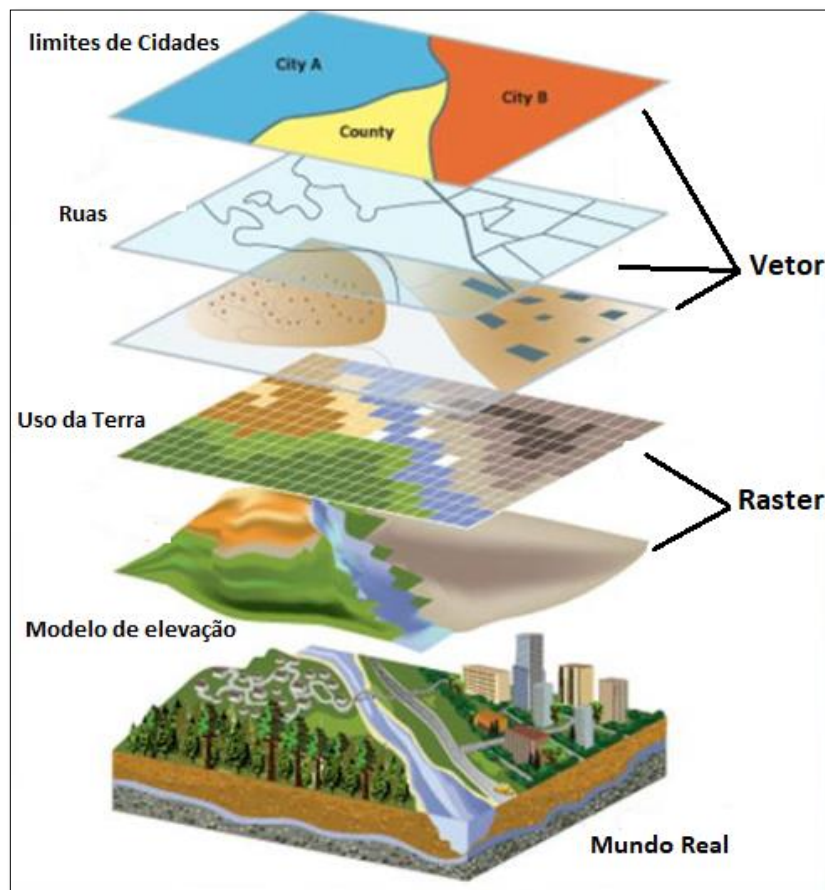
Segundo Fitz (2017), a organização de dados no SGBD de um SIG, é realizada por meio da existência de dois tipos de dados: espaciais e alfanuméricos.

Os dados espaciais são todas aquelas informações que podem ser representadas de forma gráfica e digital. Sendo assim, mapas e imagens são exemplos de dados que podem ser representados no ambiente computacional por meio de um formato vetorial ou matricial.

Os dados vetoriais são constituídos por informações que detalham a posição e direção e são representados graficamente nos mapas por meio de elementos geográficos: pontos, linhas e polígonos (CÂMARA; DAVIS, 2001).

No formato matricial os dados são representados por meio de uma estrutura no formato de uma matriz (grade regular), onde cada célula possui uma individualidade que a torna diferente das outras na estrutura, como por exemplo as imagens que representam formas indiretas de informação espacial (CÂMARA; DAVIS, 2001). A figura 1 exemplifica os formatos de dados.

Figura 1: Representação de dados



Fonte: (Noaa.)

Segundo Rosa (2011), para se analisar e manipular qualquer tipo de dado geográfico é necessário compreender o espaço terrestre, bem como as relações que existem e os fenômenos no nível espacial. Neste sentido, a análise espacial do espaço em estudo está diretamente ligada as relações topológicas entre as entidades geográficas, o que significa que é necessário

decompor os componentes para que seja realizada uma análise e compreensão do sistema, gerando uma nova informação do espaço geográfico estudado.

A análise espacial pode ser melhor compreendida entendendo que, além da localização, é necessário apresentar as relações entre os dados. O quadro da figura 2 exemplifica a análise de condicionamento associado as informações geográficas.

Figura 2: Análise de condicionamento

Análise	Pergunta Geral	Exemplo
Condição	“O que está...”	“Qual a quantidade de alunos cabe nessa sala?”
Localização	“Onde está...?”	“Quais salas com computadores?”
Tendência	“O que mudou...?”	“Esta sala já foi um almoxarifado?”
Roteamento	“Por onde ir...?”	“Qual o melhor caminho para o departamento X?”
Padrões	“Qual o padrão...?”	“Qual a posição dos banheiros masculinos e femininos por pavilhão?”
Modelos	“O que acontece se...?”	“Qual o impacto na mudança do laboratório para outra localidade?”

Fonte: (Adaptado, Spring)

3.2.1 Relações topológicas

O SIG aborda relações espaciais que estão diretamente ligadas na consulta espacial e nas aplicações geográficas. Durante a fase de processamento das relações espaciais, é fundamental que o usuário realize as relações entre as entidades espaciais para entender como são estruturados os dados e como os elementos vetoriais estão interconectados (BORGES et al., 2005).

Os dados geográficos possuem atributos que descrevem informações específicas do local e têm localização geográfica específica e que, juntos, são usados para formar uma “**Topologia**” cuja função resume-se em criar uma rede de dados, por meio da conexão de informações sobre os objetos geográficos e sua localização. (CÂMARA; ORTIZ, 1998).

Segundo Câmara (2004), a topologia é responsável por descrever os conceitos de vizinhança, incidência e sobreposição entre as feições, para serem usadas para representar fluxos e para serem analisados geograficamente. O banco de dados geográfico ligado a topologia é fundamental, é por meio dele que é possível realizar a consulta de informações e relacionar as informações no banco de dados.

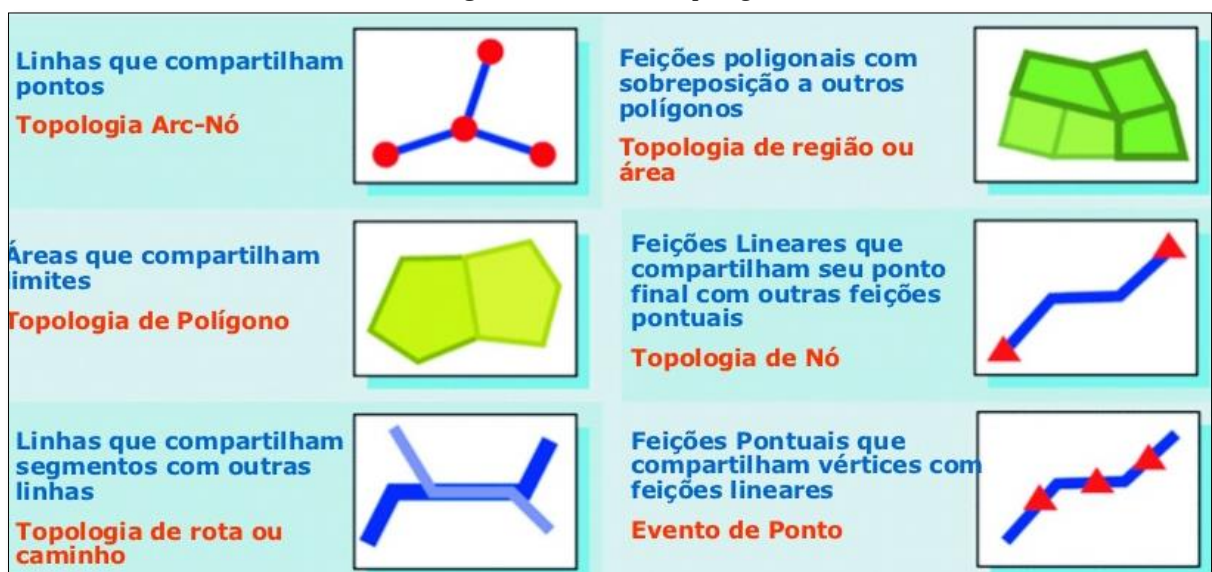
Vale destacar as diferentes categorias de relações topológicas que são formadas pelas relações métricas, relativas e direcionais. Essas categorias desempenham um papel fundamental no armazenamento e recuperação dos dados, consistindo no significado e geometria dos dados a partir da análise realizada no banco de dados geográfico (BORGES et al., 2005).

As categorias de topologia são:

- Topologia métrica: representa a relação de direções e distâncias dos objetos no espaço em estudo.
- Topologia direcional: representa a descrição da orientação no espaço, como por exemplo, norte e sul.
- Topologia relativa: descrevem as preposições dos objetos, como por exemplo, em frente a, atrás de, acima e abaixo. Essa categoria também é conhecida por topologia parcial.

As formas de topologia são apresentadas na figura 3:

Figura 3: Formas de topologia



Fonte: Santana, 2009

No geoprocessamento existem várias formas de representar as informações do espaço terrestre e a topologia pode ser aplicada para a representação de “rede”, como por exemplo: redes de drenagem, bacias hidrográficas e rodovias. Neste sentido, as redes podem ser representadas graficamente em coordenadas vetoriais, com topologia arco-nó.

Entende-se topologia arco-nó como uma rede linear que se associa a representação vetorial, em que um ponto de intersecção entre duas ou mais linhas é representado por um nó, independentemente de ele ser o ponto inicial ou final (CÂMARA, 2004).

O uso de elemento gráficos do tipo polígono é utilizado para interpretar área de superfícies de objetos no espaço geográfico. Loteamentos, casas e até mesmo salas de ambientes internos podem ser representados por polígonos. Desta forma, a topologia arco-nó-polígono é usada pra representar os objetos topologicamente do tipo área, manipulando essas propriedades juntamente com os elementos não espaciais igualmente em um mapa temático (OLIVEIRA et al, 2018). A figura 4 mostra a representação vetorial das geometrias.

Figura 4: Representação vetorial

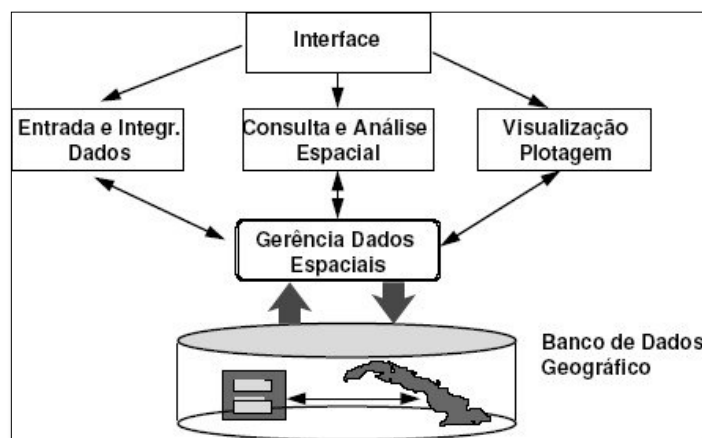


Fonte: Elementos de representação vetorial. (O autor).

3.2.2 Banco de dados geográfico.

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) segue uma estrutura hierárquica no ambiente computacional formada pelos seguintes componentes técnicos: interface com o usuário, entrada e integração dos dados e o armazenamento e recuperação dos dados por meio do banco de dados geográfico (AVELINO, 2004). A figura 5 permite a visualização dos componentes necessários de um banco de dados geográfico.

Figura 5: Visualização dos componentes técnicos no SIG



Fonte: (GeoBrasil, 2006)

Durante o processo de entrada e integração de dados, é importante entender que os fenômenos (dados) geográficos são representados por meio de “objetos” ou “campos”, e possuem uma identidade que as diferencia das demais, além de poder representar um valor temporal no espaço que está presente (NASCIMENTO, 2016).

Os objetos e campos são conceituados da seguinte forma (BARBOSA et al., 2015):

- Objeto: são os objetos localizáveis do espaço terrestre, possuem geometrias e características próprias e não precisam estar ligados aos fenômenos geográficos específicos, como por exemplo a representação de uma árvore por meio de um ponto.
- Campo: a cada ponto representado em um mapa temático é atribuído um valor, como por exemplo, a altura da árvore.

Neste sentido, os objetos e campos no espaço terrestre podem se interligar graficamente para representar um local, bem como, a orientação e a sua forma (MACIEL, 2017). É importante destacar, que a combinação dos objetos geográficos pode oferecer a dimensão da área de estudo no SIG, fazendo com que o objeto seja representado por meio do mapa virtual, como é apresentado na figura 6:

Figura 6: Geometrias vetoriais.



Fonte: Borges, 2005.

O Banco de Dados Geográfico possui uma estrutura lógica e operacional com requisitos específicos de modelagem de dados. De modo geral, o sistema de armazenamento do banco de dados do SIG possui três domínios de informações, classificados em: sistema organizacional de dados, o georreferenciamento da estrutura geográfica e a topologia, que denota o relacionamento espacial entre os elementos gráficos (OLIVEIRA et al., 2018).

O sistema organizacional de dados é considerado a parte lógica do sistema, representado pelos programas do computador e pelo banco de dados geográficos, ou seja, trata a conexão do grande volume de dados e os organiza adequadamente, de modo a moldar-se como referência para a tomada de decisões, na possibilidade de manusear e recuperar as informações (NAZARENO, 2005).

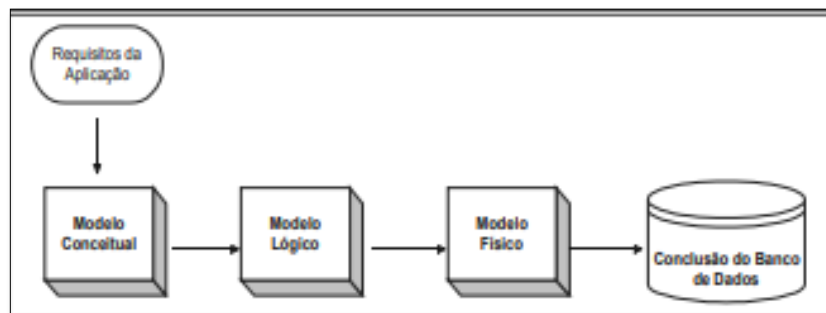
A fase de modelagem do banco de dados é realizada por meio da análise de todos os objetos da área de estudo, sua descrição e os relacionamentos topológicos existentes entre eles. É por meio da qualidade da modelagem que a interação das informações dos objetos espaciais e o banco de dados são combinados, e por fim, as informações estarão bem representadas, com o conjunto de dados e o relacionamento bem descritos, para o prosseguimento do processo (CASTRO et al., 2016).

Para compreender melhor a fase de modelagem de um banco de dados existe três modelos básicos de aplicação (MACIEL, 2017):

- **Modelo Conceitual ou Entidade-Relacionamento:** a finalidade de um modelo de dados conceitual é tornar visível a projeção de dados para o usuário, ou seja, representando quais entidades (descritas por seus atributos) são armazenadas e o relacionamento entre elas.
- **Modelo Lógico:** estruturação das entidades nas tabelas e o armazenamento. É a partir do modelo conceitual que é gerado o modelo lógico, além de depender também do tipo de SGBD para o uso.
- **Modelo Físico:** representação detalhada de como serão armazenados os dados no computador, descrevendo também os métodos para acessar os dados efetivamente.

A representados graficamente desses modelos básicos encontra-se na figura 7

Figura 7: Modelagens de dados.



Fonte: (Castro et al, 2016).

3.3 Sistema de cadastro de informações.

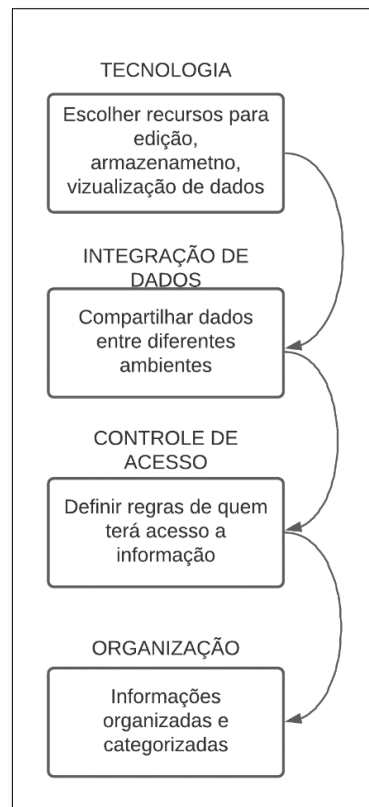
As informações sobre um ambiente podem ser organizadas por meio de um sistema de cadastramento tecnológico, incluindo práticas de processamento, armazenamento, classificação, identificação e o compartilhamento de registros digitais e físicos, garantindo que todos esses dados sejam disponibilizados para as pessoas sem que ocorram erros na integridade local (GARCIA, 2008).

A gestão de informação desempenha um papel muito importante para impulsionar as finalidades, que podem ser de todos os fatores. Com o uso de dados precisos, o sistema de

cadastro de informações pode otimizar a sua cadeia operacional, trazendo ferramentas diversificadas para o cruzamento de registros, além de promover a tomada de decisões mais prática (ASSIS, 2011).

Com base na figura 8 pode-se identificar os passos necessários para criar um sistema de cadastro de informações.

Figura 8: Fluxograma de passos para cadastro de informações



Fonte: O Autor.

3.4 Manipulação de dados geográficos

Esta seção apresenta os programas SIG, para o processamento dos dados geográficos para a representação da superfície terrestre.

3.4.1 QGIS

O QGIS (Quantum GeographicGIS), é um software livre de Sistema de informações Geográficas criado na plataforma SourceForge. Possui um sistema de ferramentas integradas com o objetivo de fazer a manipulação e análise de dados geográficos, podendo ser executado em diversas plataformas como a, Unix, Windows e OS X (MEDEIROS, 2017).

O *software* se destaca pela sua ampla diversidade de ferramentas e com o suporte para a conexão com outras aplicações e banco de dados, como é o caso do *PostGis*. O QGIS dispõe de uma interface interativa e com suporte para a visualização dos dados em formato matricial (raster) e formato vetorial, tendo potencial para usos de plug-ins e distribuição sob a GNU General Public License (GPL), com a capacidade de modificar o código (MEDEIROS, 2017).

3.4.2 POSTGRESQL

O *PostgreSQL* é um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) de código livre, coordenado pelo *PostgreSQL Global Development Group*, e que também adota uma abordagem relacional. O sistema é usado para o armazenamento e gerenciamento de grandes volumes de dados, podendo ser conectado com diversas outras aplicações com alta performance (CHOAS, 2010).

Nesta perspectiva, o banco de dados *PostgreSQL* foi o sistema pioneiro na utilização de um modelo objeto-relacional, contribuindo para a execução de operações e na manipulação de várias conexões simultâneas entre o usuário e o servidor (BARCELLOS; GOEDERT, 2019).

Exatamente no contexto de tecnologia e SIG, o *Postgre* possui uma infraestrutura completa com suporte para todas as operações na área da geotecnologia.

O PostgreSQL desempenha o mesmo papel que outros gerenciadores, baseando na evolução da arquitetura relacional para o objeto relacional, isto é, com a implementação de mais mecanismos de orientação a objeto, como é o caso da criação do módulo PostGIS.

3.4.3 POSTGIS

Segundo Choas (2010), o módulo PostGIS foi criado para adicionar objetos espaciais (geográficos) ao banco de dados PostgreSQL, podendo, desta forma, realizar as funcionalidades nas geometrias espaciais, como o armazenamento, recuperação e análise dos dados.

Com as inúmeras funcionalidades, o *PostGIS* é uma ferramenta perfeita para a construção de aplicativos para dispositivos móveis, possibilitando análises geográficas e topológicas e desenvolvimento de sistemas com inteligência SIG (CHOAS, 2010).

Segundo Rodrigues (2018), o *PostGIS* possui ainda uma característica diferente dos demais módulos, que é a facilidade para exportar/ importar os dados espaciais, promovendo ferramentas para integração e conversão dos dados para aplicações via WebGIS. Ele é capaz de se comunicar com os padrões da OGC (*Open Geospatial Consortium*, organização responsável pela regulamentação dos dados geográficos).

O módulo *PostGIS* está presente para uso em muitos softwares SIG, como no: QGIS, MapServer, GeoServer, GeoTools, GvSIG e JUMP.

3.4.4 Modelo de dados OMT-G

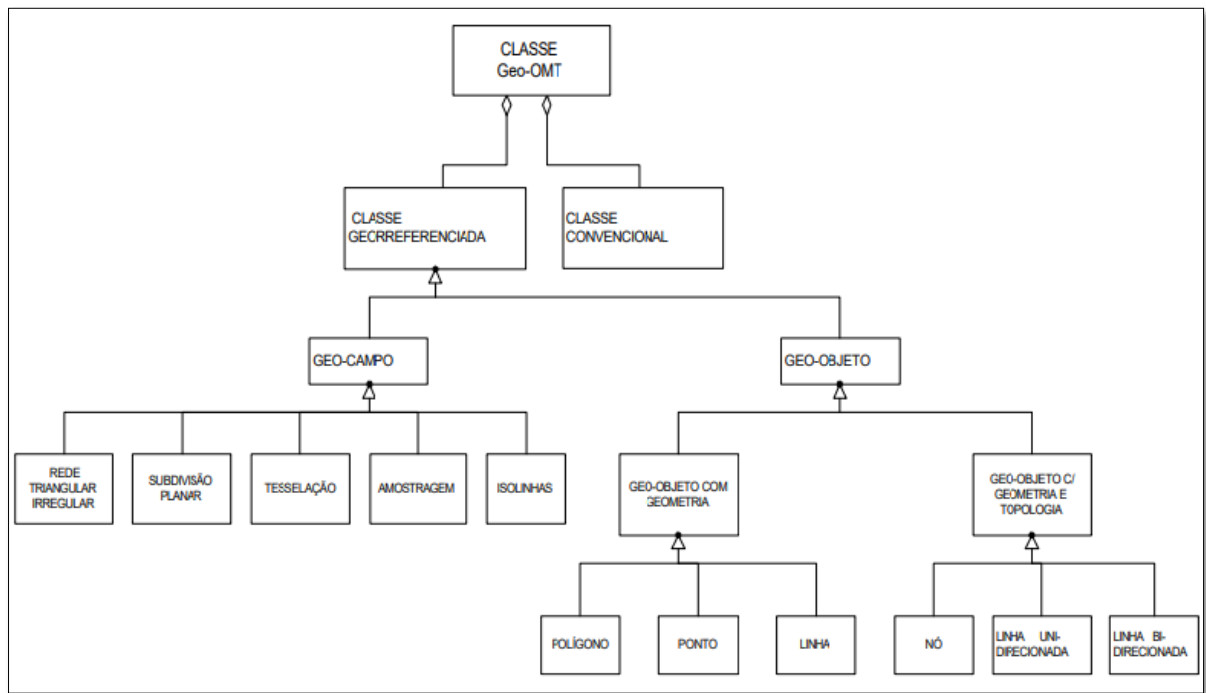
O modelo OMT-G, usado para modelagem de banco de dados, é uma representação técnica geográfica com orientação a objetos, e possui o objetivo de aumentar a capacidade de representação das informações geográficas contidas no espaço físico (COUTO et al., 2017).

Partindo de dados geográficos inseridos, o modelo OMT-G é definido por meio do diagrama de classes da *Unified Modeling Language* (UML), que é usado para aumentar a representação geográfica do espaço analisado, modelando as geometrias e a topologia dos dados geográficos, promovendo uma melhor interpretação das informações e o suporte às estruturas de relacionamento espaciais e objetos (BORGES et al., 2005).

O modelo é construído a partir de três conceitos primordiais, a saber: classes, relacionamentos e restrições de integridade espaciais. Ao inserir os dados geográficos é necessário definir os esquemas da aplicação com as classes e os relacionamentos e, posteriormente, é utilizado o conceito de integridade, que consiste em promover o condicionamento da análise no banco de dados (BORGES et al., 2005).

A figura 9 ilustra um exemplo conceitual de modelagem de dados, por meio do diagrama de classes.

Figura 9: Diagrama de classes.



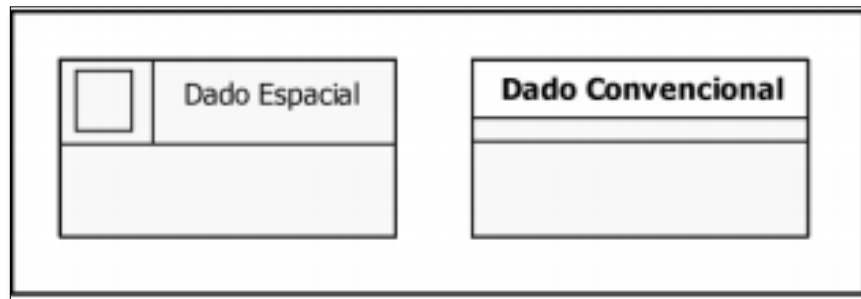
Fonte: Borges et al, 2005

Pode-se observar na figura 9 a hierarquia usada no modelo OMT-G, iniciando com duas classes básicas: classes georreferenciadas e classes convencionais. As duas classes possuem o objetivo de promover a visão integrada do espaço físico, muito utilizada em ambientes urbanos, podendo permitir o compartilhamento das informações dos dados não espaciais para o desenvolvimento de aplicações integradas de dados (MEDEIROS, 2017).

A classe georreferenciada é constituída por um conjunto de dados que estão representados espacialmente por objetos geométricos para representar a superfície da Terra. A classe convencional é representada por propriedades, comportamentos e as relações topológicas dos objetos, mas não possuem propriedades geométricas, ou seja, não são representadas espacialmente e são arquivadas em forma de cadastro como, por exemplo, o cadastramento de imóveis (IPTU) (AGOSTINHO, 2017).

Em uma modelagem conceitual, as tabelas de dados espaciais e convencionais possuem diferença em sua forma, como pode ser visto na figura 10.

Figura 10: Representação da tabela de classes.



Fonte: Borges et al., 2005.

Em um diagrama OMT-G, um dado espacial é representado com base na localização e suas determinadas características geográficas, e são representados com base no tipo de geometria espacial, diferentemente do dado convencional, que é uma representação cadastral e não possui espacialização do dado na forma de vetor.

No modelo OMT-G, os dados definidos como classes georreferenciadas podem ser definidos geometricamente como geo-objetos e geo-campos. Os geo-objetos são representações de objetos individualizáveis do mundo real, ou seja, possuem uma identificação clara no espaço físico em estudo, tais como rios, trechos de rodovias e postes de iluminação (BORGES et al., 2005).

Neste sentido, as geometrias só estarão contidas no geo-objeto se o objeto possuir as características necessárias para ser representado geometricamente. A topologia também estará presente na classe geo-objeto, caso possuir fluxos de rede ou rotas no espaço físico (BORGES et al., 2005).

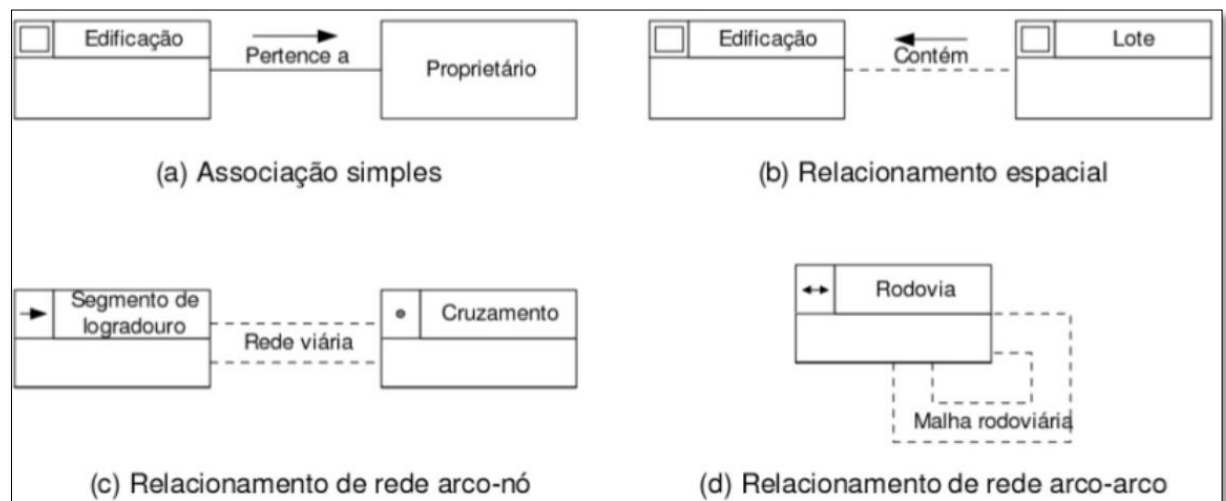
As classes do tipo geo-campo representam os objetos correspondendo a grandezas e como são distribuídos no espaço, como por exemplo a topografia, tipo de solo ou o conjunto de minerais presentes.

As relações de topologia entre os objetos é um fator muito importante para se determinar o relacionamento entre os objetos convencionais e espaciais. Dessa forma, existem três tipos de relacionamentos associados às classes de objetos: relacionamento espacial, associação simples e relação de rede ou roteamento (MEDEIROS, 2017).

- Relacionamento espacial: representado por uma linha pontilhada entre as classes de objeto geográfico.
- Associação simples: representado por uma linha contínua entre os objetos, estabelece a topologia entre o objeto convencional e o objeto espacial.
- Relação de redes ou roteamento: por meio da topologia arco-nó, estabelecendo duas linhas paralelas entre as classes de objetos geográficos.

A figura 11 ilustra as diferentes formas de relacionamento topológico entre entidades espaciais.

Figura 11: Relações de topologia.



Fonte: Borges et al., 2005.

3.4.5 WEBGIS

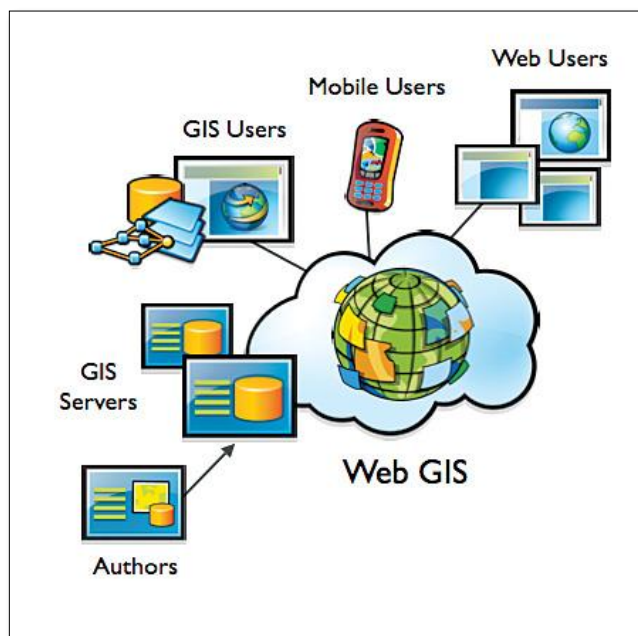
A maioria dos dados digitais possui referencial espacial, formando um conjunto de informações que, posteriormente, são transformadas para o estudo.

Com o avanço da tecnologia, a internet passou a ser a principal aliada para disposição de dados cartográficos, tornando os dados no SIG mais poderosos e flexíveis, para a visualização, manipulação e análise (ROCHA, 2014).

O termo WebGIS foi designado para que o usuário pudesse representar os dados e suas características para o público através da internet. Desta forma, é considerado um WebGIS, todo SIG compartilhado por meio de uma rede para comunicação entre os componentes, e deve possuir um servidor e o usuário (ROCHA, 2014).

O servidor é o local para hospedagem das aplicações web, e o usuário será o indivíduo que irá acessar a aplicação por meio de um desktop ou aplicativo mobile, como pode ser observado na figura 12:

Figura 12: Representação do WebGIS



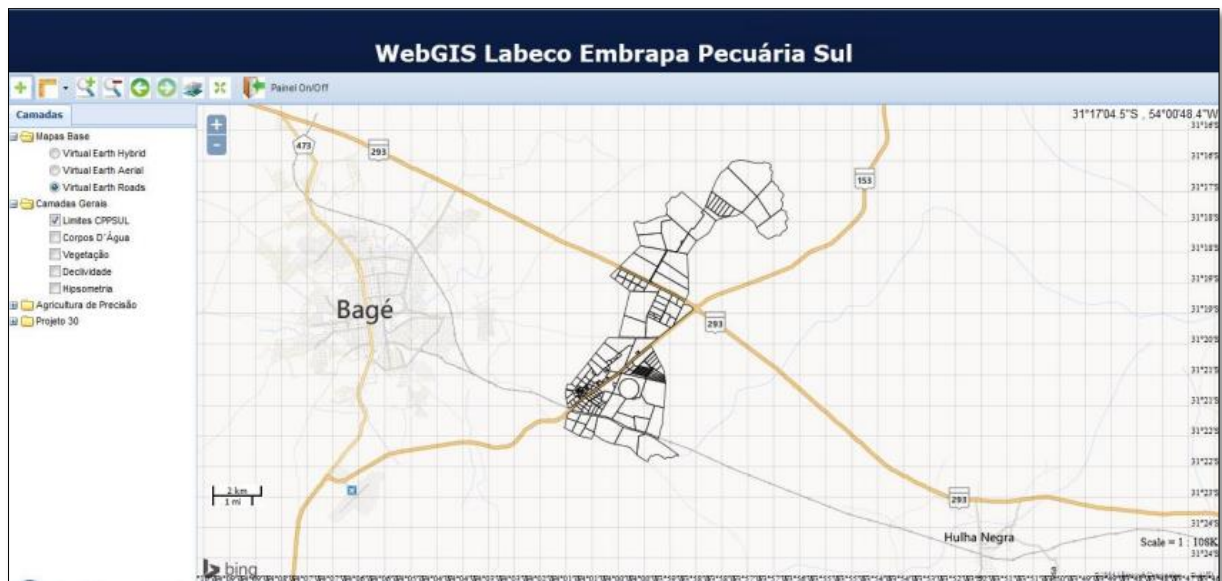
Fonte: Rocha, 2014

Assim como nos softwares SIG, os dados geográficos são representados de forma interativa para o usuário, de forma que é possível visualizar esses dados por meio de mapas na *Web*. Os dados geográficos podem ser disponibilizados na web ou através de aplicativos para smartphones por meio de dois métodos: estáticos e interativos (PRINA et al, 2019).

Para Rocha (2014), o método estático é usado para a publicação de mapas em uma página na web, o qual o programador insere o mapa digitalizado, como um documento, para ser consultado pelos usuários. O método interativo é similar, porém, requer um pouco mais de complexidade na execução, pois o programador precisa executar funcionalidades para que o usuário possa interagir com o mapa na web.

A interação com o mapa possibilita que o usuário possa acessar camadas do mapa, localizar áreas de interesse, instruções de direção e o roteamento. A figura 13 mostra um exemplo de *WebGIS* onde suas ferramentas de interação aparecem na parte superior direito do mapa.

Figura 13: WebGIS



Fonte: Rocha, 2014.

3.5 Linguagem de programação

A seguir serão apresentadas as linguagens de programação usadas no desenvolvimento de aplicativos para internet.

3.5.1 Linguagem PHP

A linguagem *PHP* (um acrônimo recursivo para *Hypertext Preprocessor*) constitui uma tecnologia *open source* de *script* embutida no HTML para o desenvolvimento *web* e outras aplicações, cujo objetivo é permitir escrever páginas com o uso de várias sintaxes adicionadas, por exemplo, o Java, o C++ e o Perl (TAVARES, 2012).

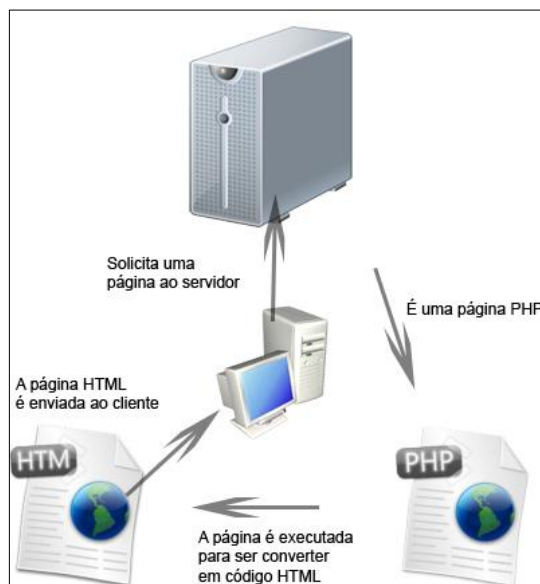
A função do *PHP* é ser processada no servidor web antes da página ser enviada a internet para ser visualizada. Na internet, as páginas criadas são executadas no servidor para ter acesso aos dados armazenados no banco de dados central, para posteriormente desenvolver o conteúdo final que será visto pelo usuário, ou seja, o conteúdo HTML (ROCHA, 2014).

A linguagem *PHP* possui características significativas para suporte em diversas aplicações:

- Infraestrutura sólida para os bancos de dados;
- Multiplataforma para todos os dispositivos móveis;
- Criação e desenvolvimento de gerenciadores de conteúdo, como plugins e ferramentas;
- Desenvolvimento de aplicações para a internet;
- Suporte a sintaxe para orientação a objetos para aplicações mais complexas;

Na figura 14 é exemplificado um aplicativo web, cujo processamento foi realizado com o uso da linguagem *PHP*:

Figura 14: Ciclo demonstrativo de páginas HTML na Web



Fonte: www.hypertext-processor.com.br

3.5.2 Linguagem HTML

O HTML é o recurso usado pelo programador para criar um conjunto de elementos para o desenvolvimento de parágrafos, cabeçalhos, imagens, documentos e links para o conteúdo dentro da página (MILETTO; BERTAGNOLLI, 2014).

O programador conecta esse conjunto de elementos para formar uma rede de informação, cuja principal finalidade é propor lógica para a comunicação dos dados, podendo

promover a organização de informações relacionados e também o seu armazenamento (ROCHA, 2014).

Todas as informações precisam de uma linguagem que possa estruturada para todos os meios de acesso, para isso o HTML é a linguagem mais usada. Criado em 1991 na Suíça, por Tim Berners-lee, no CERN (*European Council for Nuclear Research*), o HTML é responsável por interligar instituições de pesquisa e o compartilhamento de informações.

3.5.3 Linguagem JavaScript

JavaScript é uma linguagem de programação que permite implementar itens complexos em páginas web, por meio da criação de scripts que atuam como operador das funcionalidades do aplicativo. Desta forma, o programador ordena a execução de tarefas por meio de algoritmos embutidos no script de programação. (MILETTO; BERTAGNOLLI, 2014).

Segundo Rocha (2014), o *JavaScript* tem função de orientação de objetos, e é desenvolvida através de scripts para criar páginas interativas virtuais. Assim como no PHP, a linguagem *JavaScript* é inserida em códigos HTML, e posteriormente traduz todo o conteúdo das páginas para o usuário visualizar.

Na construção de um aplicativo, o desenvolvedor usa o paradigma de orientação a objetos, ou seja, determina todas as ações desses objetos na página, podendo também criar eventos e funcionalidades interativas.

3.6 Trabalhos correlatos

Nesta seção são apresentados projetos com características similares ao que foi desenvolvido no aplicativo IFGEO, ou seja, possuem como objetivo a implantação de um aplicativo SIG que auxilia na localização de espaços físicos. O fundamento principal da tecnologia apresentada é o fornecimento de informações provenientes de modelagem de banco de dados geográfico.

O autor Tessari (2016) desenvolveu o aplicativo *FinderGPS*, o qual tem como objetivo o cadastramento de locais em Caxias do Sul – RS e a visualização da distância desses locais com o uso do GPS. O aplicativo criado pelo autor é voltado para a plataforma *IOS*, isto é, para usuários de *Smartphones Iphone*. Nesse processo, foi utilizado o programa *XCode*,

caracterizado como ambiente de programação de desenvolvimento da *Apple* usado para a plataforma IOS.

A metodologia utilizada por Tessari (2016) foi a inserção de *Frameworks* para automatizar a construção do seu *app*. Foram destinadas ferramentas para cada sessão do aplicativo, bem como a Interface, a qual embute mapas diretamente nas *Views* do aplicativo, o banco de dados SQLite, o qual garante acessibilidade do usuário para consultar informações, e um *framework* que permite o acesso ao GPS.

O aplicativo *FinderGPS* foi desenvolvido mediante a linguagem *Object-C* e possui telas com mapas do Google, voltadas para o cadastramento dos locais, de modo que o usuário possa selecionar o local desejado no mapa e, a partir disso, o módulo permite o ajuste das coordenadas na posição do local escolhido. Caso o usuário deseje locomover para o local registrado, o usuário do aplicativo pode realizar o salvamento dos locais cadastrados para mostrar a rota. Foi concluído que o aplicativo foi bem desenvolvido e implementado, pois obteve resultados satisfatórios, além de ter sido postado no *iTunes Connect* para ser comercializado.

Presa (2015) desenvolveu um protótipo interativo de um aplicativo que facilita a localização dos usuários no interior de prédios e espaços físicos do campus Jardim das Avenidas da Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC.

O protótipo baseia-se na solução de problemas de localização para os recém chegados, professores e visitantes, em função do desconhecimento dos ambientes internos da universidade e dificuldades para localizar as salas de aula. Fundamentando-se na pesquisa de tecnologias para o aplicativo, Presa (2015) buscou metodologias de engenharia de software para criar as funcionalidades do aplicativo, assim como o sistema de geolocalização.

Presa (2015) evidencia a diferença entre localizar um ambiente externo e interno, na medida em que são apresentadas diferentes técnicas de localização do usuário dentro das dependências internas da faculdade baseadas em redes *wi-fi* que utilizam o tempo, o ângulo de chegada do sinal, a sua potência e a sua propagação, o uso de sensores e, por fim, o autor destaca as vantagens e desvantagens de cada tipo de localização.

Definiu que a técnica de localização para o seu protótipo era por Angulação de Chegada-AoA, por causa dos pontos de acesso (*wi-fi*), e desenvolveu um diagrama para

representar o esquema de raciocínio, de sistema de cadastro de informações e do acesso dos usuários.

Utilizou no aplicativo um mapa usando a tecnologia *QR-Code*, de maneira que a leitura do código seja feita e direcione o usuário para um mapa de localização.

Rocha (2014) desenvolveu o trabalho cujo objetivo é avaliar as potencialidades de geotecnologias para desenvolvimento de um *WebGIS* e da gestão de dados geoespaciais de pesquisa agropecuária. Ao longo do trabalho, Rocha (2014) evidencia a importância do SIG para a construção da ferramenta *Web*, a partir da organização e compilação dos dados espaciais para a modelagem do banco de dados geográfico. Destaca que para a construção de um *WebGIS* é necessário escolher os softwares adequados para o tipo do trabalho, sendo necessário possuir um servidor central para a hospedagem do SIG para que os clientes possam acessá-lo. Nesta lógica, o autor faz uso do servidor web *Apache open source*, uma vez que suporta dados vetoriais e dados matriciais, a sua funcionalidade com o banco de dados. O autor define a área de estudo e processa todos os dados geográficos com os softwares SIG para posteriormente atribuir as informações ao banco de dados e realizar a programação do aplicativo *Web* que irá hospedar os dados processados.

No desenvolvimento de um *WebGIS* é necessário incorporar funcionalidades, pois se trata de uma aplicação interativa, na qual o autor Rocha (2014) utiliza o *open layers*, e, para o processamento dos dados geográficos, os softwares *Spring* e *QGIS*.

O autor conclui o trabalho com eficiência e apresenta um *WebGIS* que disponibiliza aos usuários a visualização das informações com correspondência geográfica e permite que os usuários extraiam as informações importantes. Com uma interface padrão o *WebGIS* desenvolvido pode ser acessado por meio dos *browsers Chrome, Mozilla Firefox e o Safari*.

Varela (2016) permite que o usuário tenha acesso a dados atuais disponibilizados nos sites da OMS, OPAS e SES. A autora utilizou programas que permitiram a realização da organização desses dados, instalando os componentes necessários em um computador central, o qual é o ambiente de criação do programa. Os dados foram distribuídos e organizados em bancos de dados na plataforma *MySQL*, com o intuito de referenciar e localizar os hospitais do Distrito Federal (DF) e, além disso, contabilizar a relação de pacientes infectados dentro dos hospitais. Assim, os hospitais foram mapeados, por meio da ferramenta “*streets*” que se assemelha ao *Google Street View*, criando-se pontos para a identificação dos centros

hospitais e georreferenciados com o uso do MAPBOX, com o intuito de delimitar a região e o rastreamento dos hospitais, com ênfase na construção do SIG.

Na fase final Varela (2016) interligou o aplicativo ao mapa georreferenciado pelo MapBox e Banco de Dados com os levantamentos realizados pela máquina virtual. Por fim, concluiu-se que os resultados do trabalho foram satisfatórios com possibilidade de expansão para o Brasil.

Oliveira et al. (2018) desenvolveu um SIG com a finalidade de gestão do espaço físico do IFG- Campus Goiânia. O trabalho intitulado, “Gerenciamento do espaço físico do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás-IFG com o uso de ferramenta SIG”, foi realizado por alunos do curso de tecnologia em geoprocessamento. Para o desenvolvimento do trabalho os autores utilizaram dados digitais de uma planta arquitetônica fornecidos pela própria direção geral do IFG e, posteriormente, realizaram a conversão desses dados para o formato *shapefile*. As informações foram organizadas e estruturadas para ambiente SIG com suas informações cadastrais, utilizando o software ArcGIS para o processamento dos dados.

O aplicativo IFGeo partiu dos dados fornecidos por esse trabalho, sendo feitas as atualizações necessárias.

4 METODOLOGIA

Nesta seção são apresentadas a caracterização da área de estudo, os materiais e os procedimentos utilizados na realização do presente trabalho.

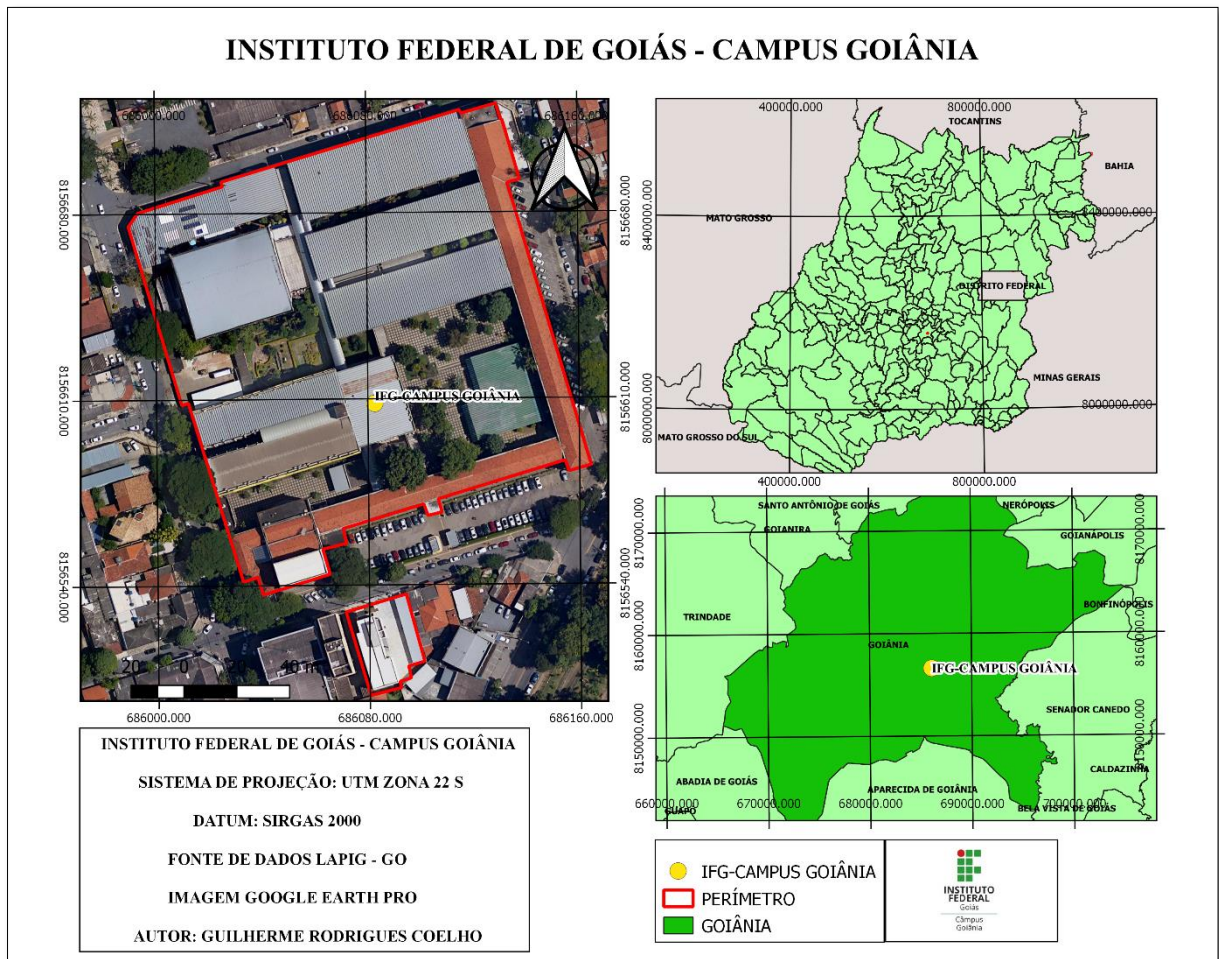
4.1 Área de Estudo

O presente trabalho foi realizado nas dependências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) Campus Goiânia, que está localizado na região central de Goiânia em frente ao Parque Mutirama e ao lado do Corpo de Bombeiros Militar – 1ª GB, nas coordenadas geográficas: latitude 16°39'55,99" Sul e longitude 49°15'18,71" Oeste (figura 15).

Este Campus é a maior unidade do IFG e oferece atualmente 33 cursos, sendo 15 cursos superiores (bacharelados e licenciaturas), 7 cursos técnicos integrados ao ensino médio, 3 cursos técnicos integrados na modalidade de educação de jovens e adultos (EJA), 4 cursos técnicos subsequentes, além de 3 cursos de especialização e um mestrado profissional.

O IFG-Campus Goiânia com 32.780,43 m² de construção, possui espaços físicos formados por laboratórios, salas de aulas, ginásio poliesportivo, biblioteca, teatro, cinemateca, mini auditório, miniginásio, sala de ginástica, laboratório gastronômico, salas para atendimento médico, odontológico e psicológico aos estudantes, setores administrativos, áreas de circulação e locais de acesso (corredores, escadas, rampas e elevadores) e banheiros. Possui 53 salas de aula comuns e 72 laboratórios de ensino distribuídos por 3 pavimentos. Possui também um prédio anexo na rua 75 onde fica a Pós-Graduação e a Coordenação de Registros Escolares (CORAE).

Figura 15: Localização da área de estudo – IFG – Campus Goiânia



Fonte: O autor.

4.2 Programas utilizados para o desenvolvimento do aplicativo IFGEO

Nesta seção são relacionados os programas utilizados para a realização desse trabalho, referentes ao levantamento dos dados e as tecnologias utilizadas.

A escolha do software SIG para a manipulação dos dados geográficos foi o QGIS (*Quantum Geographic Information System*). O QGIS foi escolhido por possuir uma interface gráfica de fácil utilização, ferramentas necessárias para manipulação dos dados espaciais, por permitir que o usuário se conecte ao banco de dados, e possuir custo zero para a implementação.

Foi considerado o uso de dois bancos de dados para a realização do trabalho, o *MySQL* e o *PostgreSQL*. O *MySQL* foi escolhido para estruturar os dados não espaciais, e o *PostgreSQL* para os dados espaciais (geográficos), que representam as camadas vetoriais. Ambos são programas de código aberto e podem ser facilmente conectados com o QGIS.

As ferramentas desenvolvidas no aplicativo com o objetivo de localizar as salas de aula, laboratórios e demais locais, foram implementadas seguindo o uso da ferramenta do *PgRouting* durante a fase de modelagem do banco de dados e com o sistema cartográfico UTM.

A estrutura da interface visual do aplicativo, as funcionalidades empregadas e as informações disponibilizadas, foram realizadas por meio das linguagens de programações e bibliotecas funcionais *HTML*, *JavaScript*, *Css* e o *jQuery*.

O servidor escolhido para a hospedagem do IFGEO foi o *Geoserver*, pois se trata de um software livre para visualização de dados geográficos.

Os materiais utilizados para o levantamento dos dados foram as plantas arquitetônicas dos três pavimentos do Instituto que mostram a localização e informações das dependências do IFG. Essas plantas se encontram em formato digital.

No quadro da figura 16 são mostradas as ferramentas e as tecnologias utilizadas para a modelagem e a implementação do sistema.

Figura 16: Lista de tecnologias utilizadas para o trabalho

FERRAMENTA/TECNOLOGIA	VERSÃO	REFERÊNCIA	FINALIDADE
Sublime Text	3.0	https://sublimetext.com/	Ambiente de programação
QGIS	2.18.14	https://qgis.org/en/site/forusers/download.html	SIG
MySQL Workbench	8.0	Download XAMPP (apachefriends.org)	Banco de dados não-espacial
PostgreSQL	10.16	https://www.postgresql.org/download/	Banco de Dados Geográfico
HTML	5	https://sublimetext.com/	Estruturação da interface
Java	15.0.2	Fazer Download do Java para Windows	Linguagem de programação
jQuery	3.5	Download jQuery jQuery	Biblioteca de funções JavaScript para interação com o HTML
GeoServer	2.18.2	GeoServer	Servidor de Dados geográfico
Leaflet	1.6.0	Plugin-Leaflet	Biblioteca Javascript para visualização dos mapas no Aplicativo.

Fonte: O Autor.

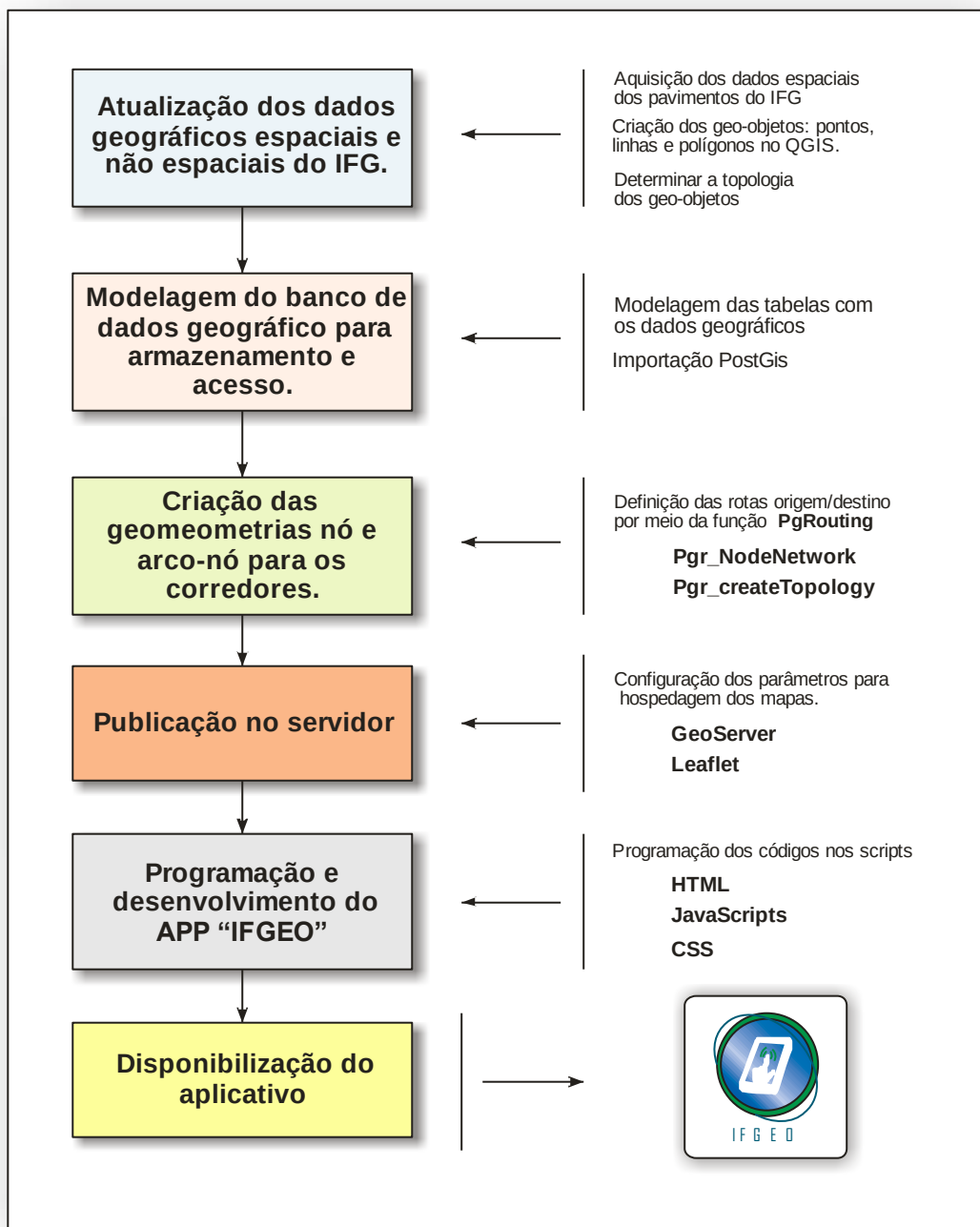
4.3 Procedimentos Metodológicos

O desenvolvimento do IFGEO consistiu das seguintes etapas:

- Atualização dos dados geográficos (espaciais) e não-espaciais, com respeito as informações das dependências do IFG;
- Definição da modelagem do banco de dados para o armazenamento de informações e a organização do acesso aos dados;
- Criação das geometrias “linhas” e “pontos” para serem identificados como corredores e pontos de intersecção e, assim, determinar o relacionamento topológico entre elas.
- Uso da extensão do PostgreSQL “PgRouting”, para definição das rotas de origem/destino.
- Programação da interface visual do aplicativo; e
- Inserção e publicação dos planos de informações no aplicativo e, posteriormente, no servidor.

A figura 17 apresenta o fluxograma de trabalho.

Figura 17: Fluxograma do Projeto



Fonte: O Autor

5 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo será detalhado os procedimentos utilizados para desenvolver o aplicativo IFGEO.

5.1 Representação dos Dados Geográficos

No SIG, os dados e as informações do espaço terrestre são a base para qualquer construção de projeto vetorial e, por isso, todas as informações precisam estar bem estruturadas para ser realizada a modelagem do banco de dados geográfico.

Neste trabalho foi utilizado os arquivos digitais do trabalho de conclusão de curso desenvolvido por Oliveira et al. (2018), que foram atualizados e convertidos para o formato GeoJSON.

Os dados em formato *shapefile* presentes no aplicativo IFGEO são:

- Cômodo: geometria vetorial do tipo polígono, para representar todos os espaços físicos;
- Ponto de entrada: geometria vetorial do tipo ponto, para representar a entrada dos cômodos.
- Corredores: geometria vetorial do tipo linha (arcos), para representar todos os corredores que interligam os espaços físicos.

No projeto, para representar graficamente a área do campus Goiânia, foi adotada a projeção (UTM). O referencial geodésico foi o WGS 84, cujo código no QGIS é o EPSG:3857. Embora o protótipo desenvolvido não tenha localização em tempo real, o sistema de projeção UTM foi escolhido para que os espaços do campus estejam integrados com as coordenadas utilizados em aplicativos de navegação como o *Google Maps* e *Waze*.

O aplicativo IFGEO foi criado para representar todas as informações dos espaços e também designar os caminhos (rotas) entre os diversos locais e, para que funcione com precisão, foi necessário construir o relacionamento entre as entidades da programação, ou seja, as geometrias usadas para a representação.

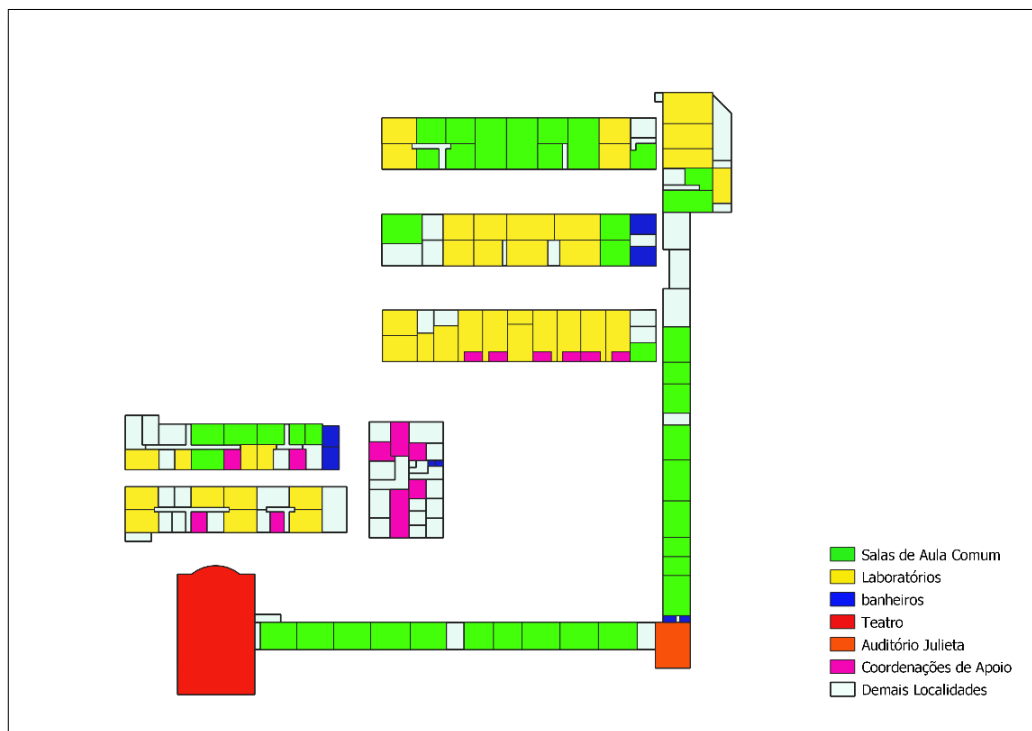
As figuras 18, 19 e 20 mostram a camada do tipo “polígono” representando os pavimentos e seus respectivos espaços físicos do IFG.

Figura 18: Pavimento Térreo – camada tipo polígono.



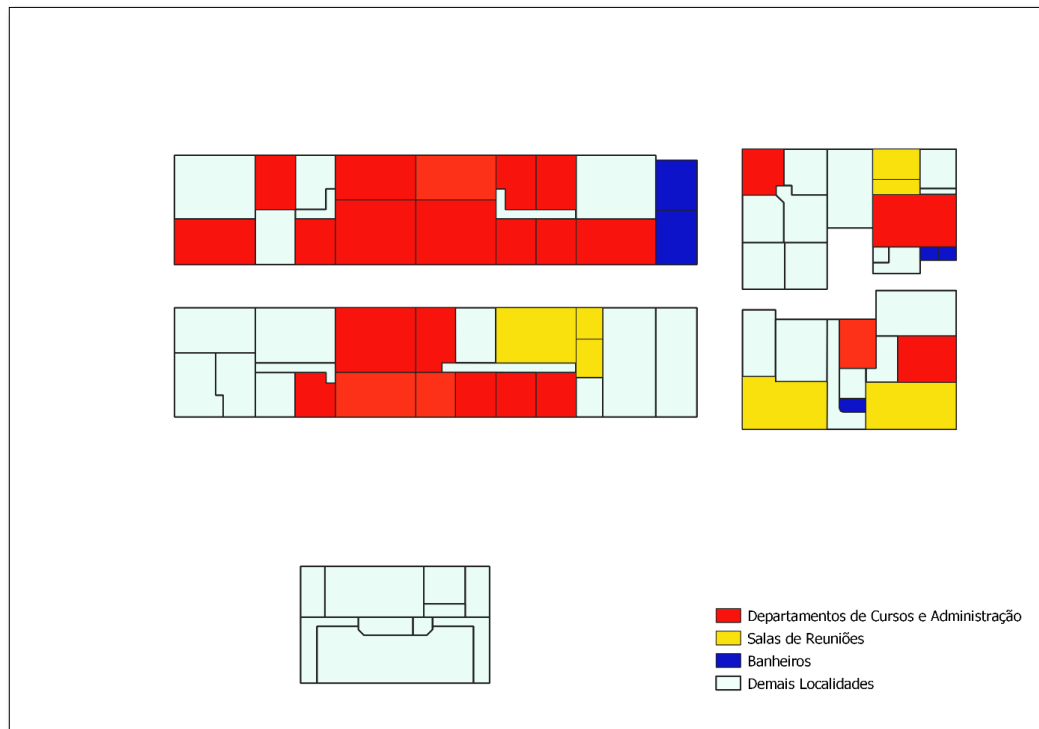
Fonte: O autor

Figura 19: Pavimento 1 – camada tipo polígono.



Fonte: O autor

Figura 20: Pavimento 2 – camada tipo polígono.



Fonte: O autor

5.2 Camada de dados espaciais

Neste Tópico será apresentado a construção da topologia no software QGIS, com o objetivo de simular a representação das rotas dentro do aplicativo IFGEO e, como a modelagem do banco de dados irá representar as informações das rotas para o usuário acessar.

5.2.1 Construção da Topologia

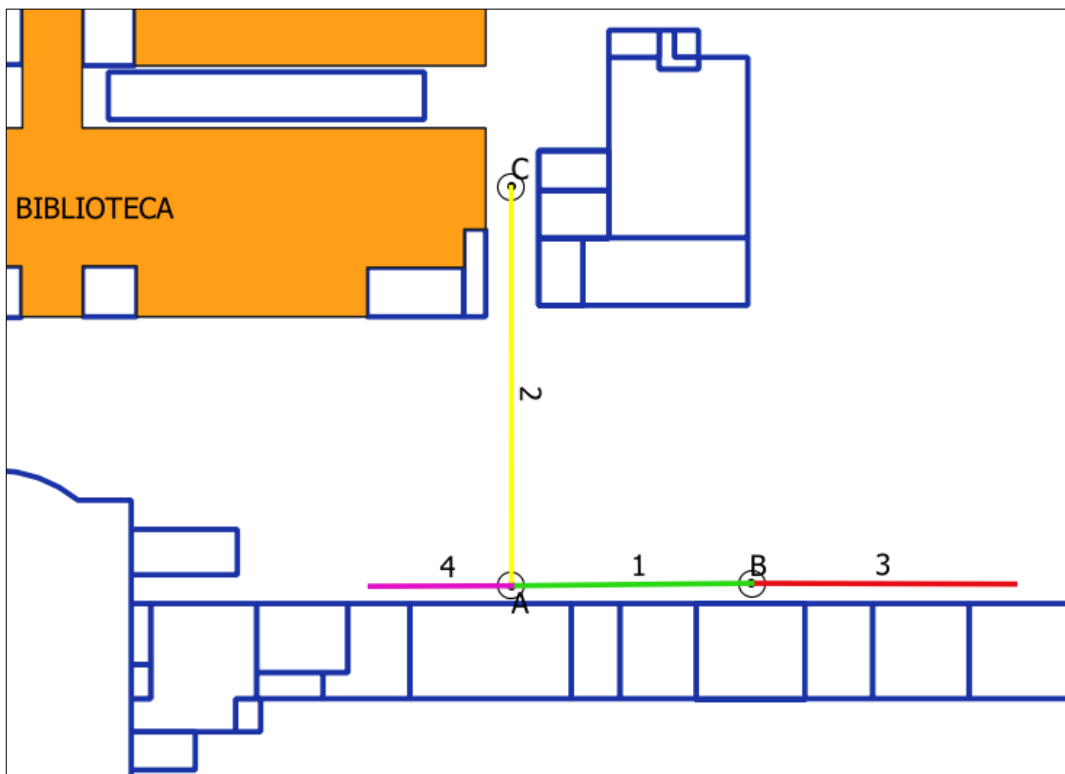
O IFGEO tem a funcionalidade de mostrar os caminhos entre os espaços físicos do Campus Goiânia. Para que a ferramenta de roteamento funcione foi utilizada a topologia arco-nó para representar as vias de acesso a esses locais (corredores, escadas, elevadores e rampas). A ferramenta do QGIS utilizada foi a “*Network analysis – Shortest path*”.

Para entender como a ferramenta funciona, ela foi aplicada numa parte da rede de vértices de geometria arco-nó que representa os corredores do Campus. A função dessa ferramenta é gerar sobre topologia arco-nó, os pontos iniciais e finais de todas as linhas de

corredores, bem como a inserção de uma nova tabela com as coordenadas de origem e destino dos pontos dos espaços físicos.

A figura 21 mostra os pontos adicionados pela ferramenta do QGIS de origem e destino para cada um dos segmentos, de tal modo que um segmento com origem, por exemplo, no ponto A, pode ter o seu destino definido seguindo os outros segmentos em direção a qualquer um dos outros pontos (B ou C). Em outras palavras, a topologia de arco-nó possibilitou uma conexão de rede, permitindo que os segmentos (linhas) modelem os corredores e localizem os espaços físicos (nós) nos pavimentos dos IFG.

Figura 21: Topologia

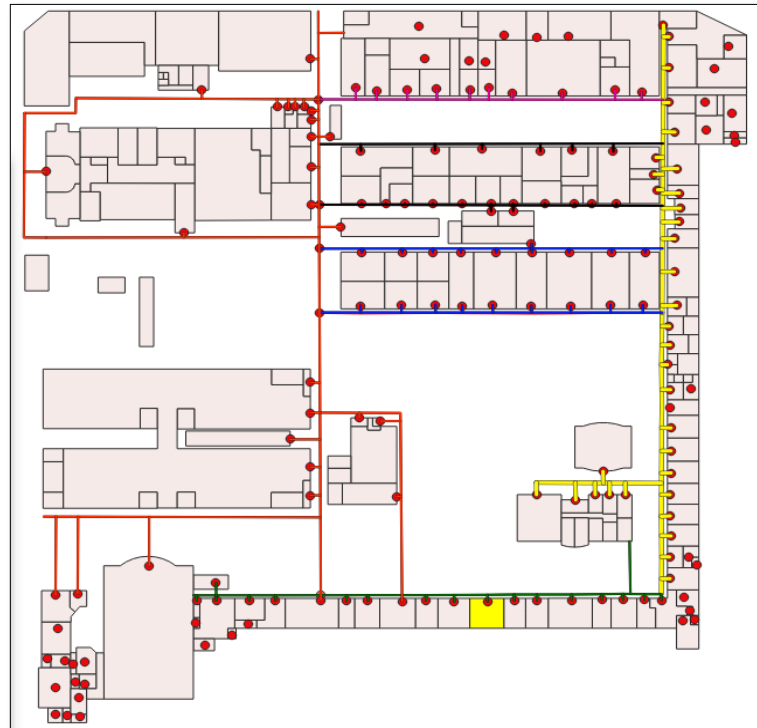


Fonte: O autor

Todo esse processo de simulação foi realizado para entender como seria realizada a programação dos dados geométricos e como programar o aplicativo entendendo a lógica entre “Origem”, “qual o destino” e “qual caminho seguir”.

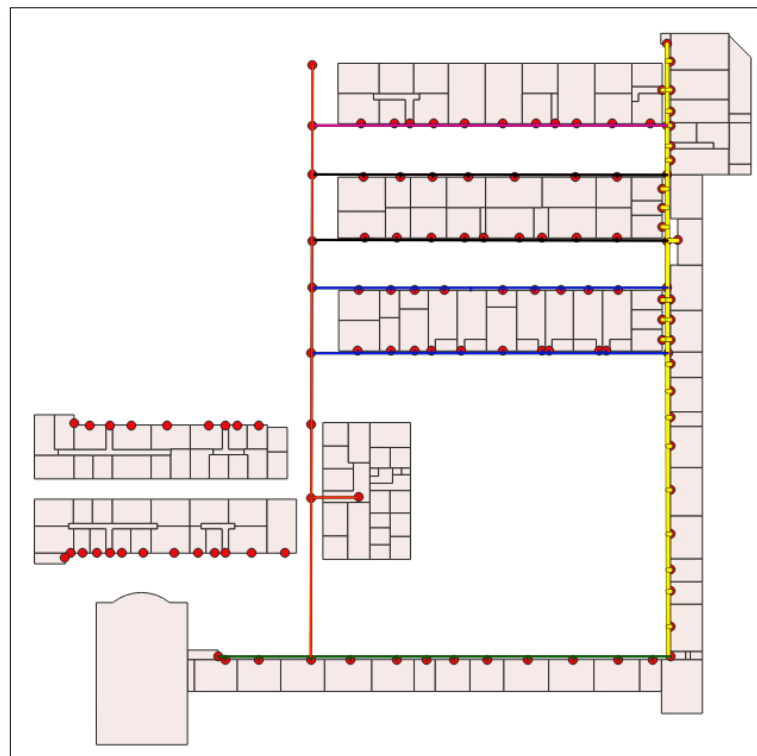
As figuras 22, 23 e 24 mostram os pavimentos com seus diversos espaços físicos e os principais corredores que interligam esses locais e os pontos de origem e destino, criados pela ferramenta “*Network analysis – Shortest path*”.

Figura 22: Pavimento térreo – origem destino.

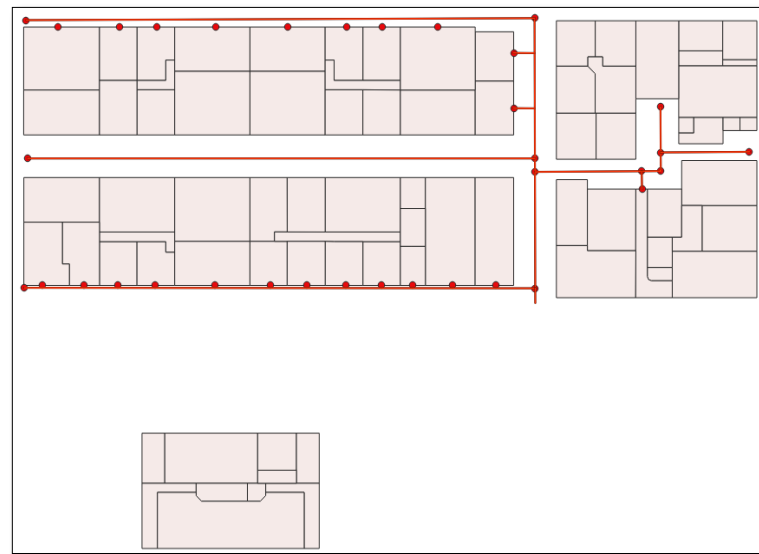


Fonte: O autor

Figura 23: Pavimento 1 – origem destino.



Fonte: O autor

Figura 24: Pavimento 2 – origem destino.**Fonte:** O autor

As camadas vetoriais do tipo “Linha” foram criadas para representar os “Corredores”, que possuem cores diferentes, para indicar a qual corredor e bloco de salas pertencem, como pode ser visto no quadro da figura 25.

Figura 25: Linhas-cores

Bloco	Tipo de cor-linha
100	Verde
200	Amarelo
300	Azul
400	Preta
500	Rosa
Corredor-Principal 600,700 e 800	Laranja

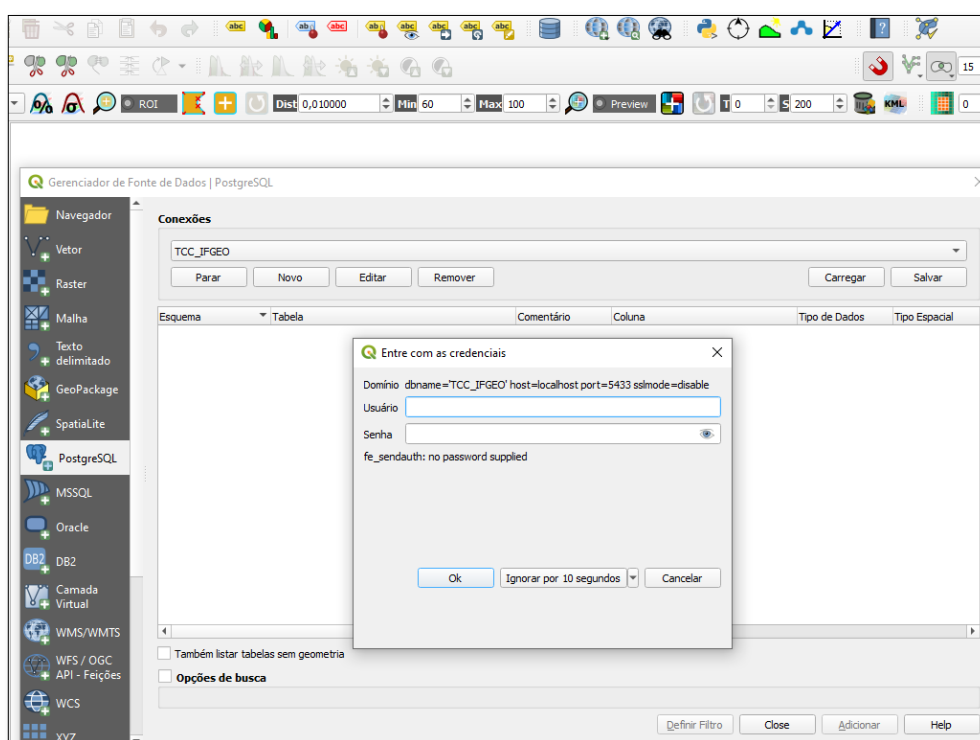
Fonte: O autor

As salas possuem uma nomenclatura que correspondem a localização em que se encontram na instituição, dessa forma, cada sala possui uma numeração que identifica em que bloco e pavimento se encontram, como por exemplo, uma sala no pavimento térreo possui a numeração T -101, correspondendo que está localizada no bloco 100 e no pavimento Térreo.

5.2.2 Importação dos dados para o PostgreSQL

Após a edição dos dados dos pavimentos e a simulação da topologia, foi necessário exportar os dados para o *PostgreSQL* por meio da conectividade entre o gerenciador e o QGIS. A extensão espacial de código livre “*PostGIS*”. A figura 26 mostra a extensão que faz a conexão com o banco de dados.

Figura 26: Uso da extensão PostGis para importação dos dados.



Fonte: QGIS

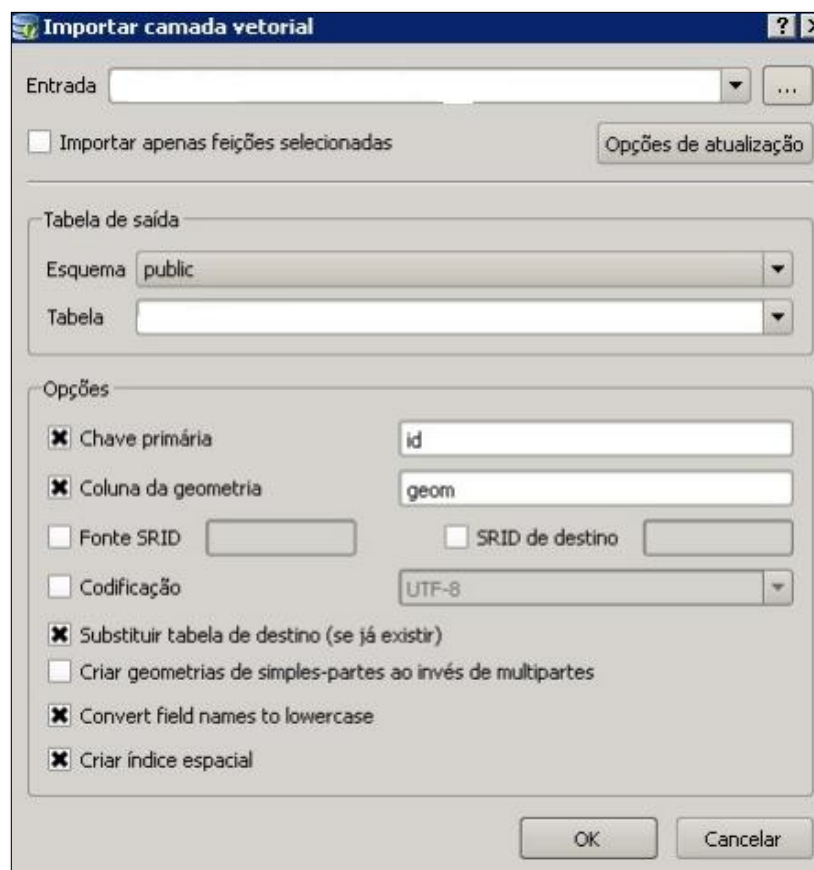
O processo de exportação para o PostgreSQL incluiu todos os atributos dentro das tabelas de cada camada vetorial que formam os pavimentos do IFG. Portanto, nas tabelas de atributos são apresentadas todas as informações dos espaços físicos, tal como foram levantadas.

Usando a extensão PostGIS, é possível armazenar e manipular os dados geográficos com as funcionalidades utilizadas para os dados não espaciais. As geometrias são exportadas

para o banco de dados seguindo o sistema de referência determinado (SIRGAS 2000) e codificados conforme sua representação vetorial (linha, ponto e polígono). Essa codificação é armazenada como “*geometry*”, que é reconhecida como dado vetorial para vários softwares.

Durante a importação foi necessário informar a chave primária do atributo “id” indicando como identificador único da tabela e não possuindo valor repetitivo ou nulo, e assim definindo a hierarquia dos dados em entidade, atributo e chave. Após a importação para o banco de dados, o atributo geometria é adicionado em uma nova coluna para informar que aquele dado é vetorial e pode ser visualizado no PostgreSQL. A figura 27 mostra a interface de importação de dados.

Figura 27: Interface da extensão Postgis para a importação dos dados



Fonte: O autor

5.2.3 Modelagem de dados no PostgreSQL

A modelagem do banco de dados do presente trabalho foi realizada por meio do recurso de consulta estruturada para o gerenciamento dos dados (linguagem SQL). A

modelagem também se baseou no uso da análise orientada ao objeto, que utiliza os conceitos da UML (*Unified Modeling Language*) para a representação das classes em diagramas, contendo o nome da classe, os atributos e os métodos.

O desenvolvimento da modelagem levou em conta diversos fatores para que as tabelas pudessem se relacionar na visualização das informações, de forma correta. Cada espaço físico do IFG deveria conter sua respectiva informação. Dessa forma, foi realizado o levantamento de requisitos para que pudessem ser analisadas todas as funcionalidades em questão, bem como o que cada função do aplicativo realizaria para o usuário.

Os requisitos funcionais e não-funcionais foram fundamentais para definir as características do aplicativo e, assim como eles, foram desenvolvidos os diagramas de casos de uso, o diagrama sequencial, diagrama de classes vetorial e o diagrama de relacionamentos.

5.2.3.1 Requisitos funcionais e não funcionais

Os requisitos não funcionais estão listados nos quadros das figuras 28 e 29 com sua descrição e categoria.

Figura 28: Requisitos para a visualização dos mapas pelo usuário

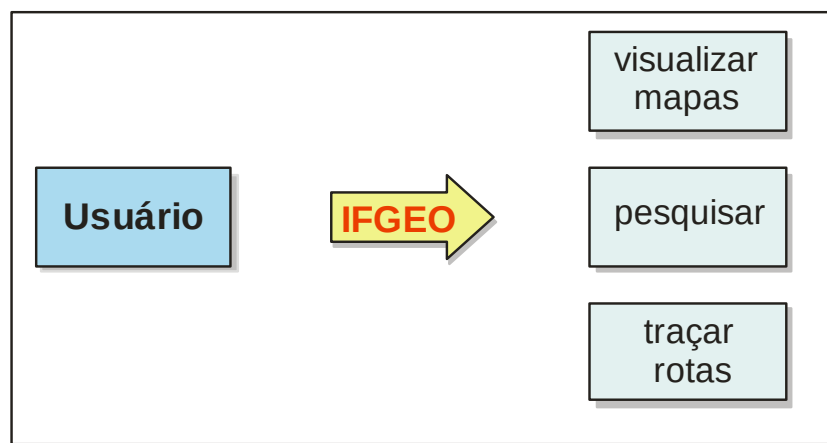
Visualização dos Mapas pelo usuário		
Descrição: O servidor irá hospedar o aplicativo para a visualização dos dados no mapa.		
Requisitos Não-funcionais		
Nome	Descrição	Categoria
Controle de acesso	Opção de acesso de usuários (alunos, funcionários e visitantes) por meio do login e senha.	Segurança
Banco de Dados	O aplicativo deve utilizar o PostgreSQL para acessar o banco de dados	Interface
Ambiente de programação	O ambiente de desenvolvimento que será utilizado deve ser o Sublimetext	Programação
Informações detalhadas	O usuário poderá visualizar as informações de cada espaço físico de forma atualizada automaticamente.	Interface
Servidor Geográfico	O servidor utilizado deve ser o GeoServer	Servidor

Figura 29: Requisitos para rotas

Rotas para os espaços físicos		
Descrição: O usuário poderá pesquisar sobre o espaço físico e, a partir do seu ponto de origem, poderá traçar uma rota até outro espaço físico.		
Requisitos Não-funcionais		
Nome	Descrição	Categoria
Projetar rota	O aplicativo irá mostrar a rota para o usuário com base na sua origem e no destino que ele deseja.	Desempenho
Informações da rota	O aplicativo vai mostrar a distância entre um espaço e outro e também vai informar outra rota, caso o usuário desejar.	Interface
Rota armazenada	Durante o percurso o aplicativo irá mostrar a rota em formato vetorial shapefile.	Implementação

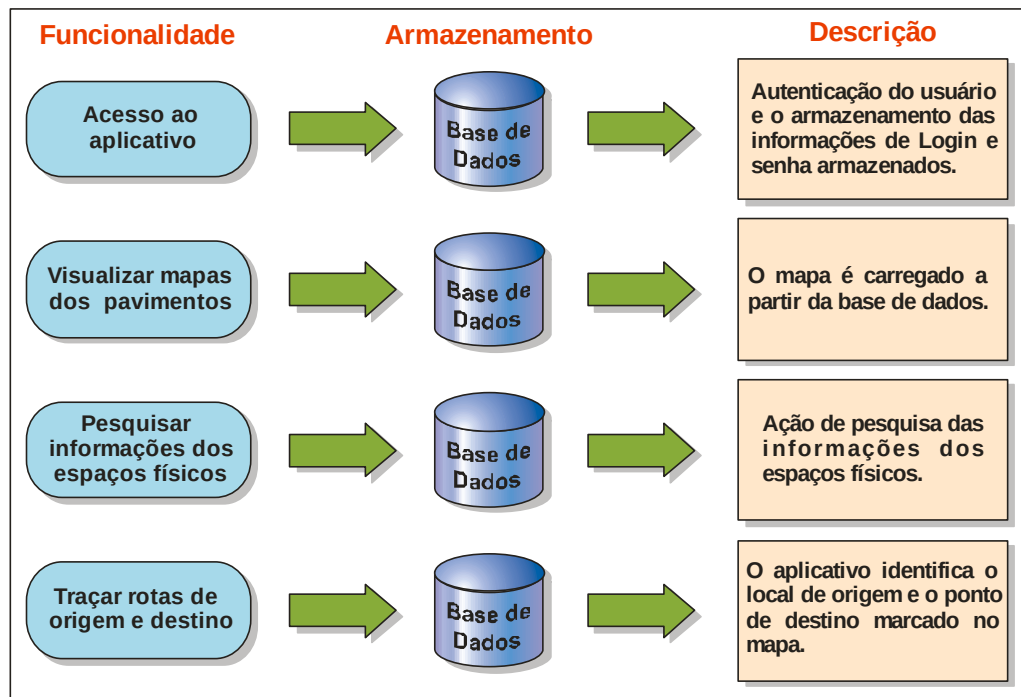
5.2.3.2 Diagrama de casos de uso

Foi criado o diagrama de casos de uso para mostrar o resumo das interações dos usuários com o aplicativo, em linguagem (UML). O diagrama da figura 30 mostra as funcionalidades que os usuários poderão realizar com o aplicativo, podendo fazer consulta de informações das salas de aula, laboratórios, departamentos e demais setores do IFG, bem como também o roteamento entre os espaços.

Figura 30: Diagrama de casos e uso.

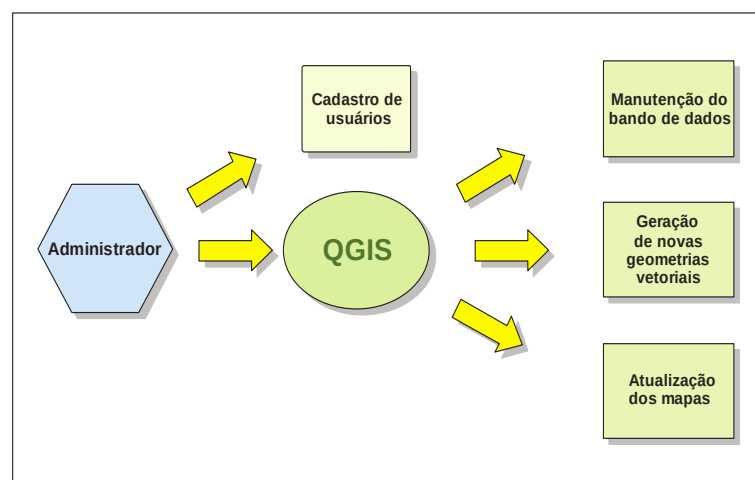
Fonte: O autor

Para um melhor entendimento, cada funcionalidade é descrita na figura 31.

Figura 31: Descrição das funcionalidades

Fonte: O autor

Em qualquer desenvolvimento de um sistema digital, existe um “administrador” para gerenciar as operações do aplicativo. Neste caso, o administrador do IFGEO será responsável por supervisionar e gerenciar permissões ao aplicativo, da mesma forma que também será responsável por fazer as devidas atualizações do sistema ou correções na modelagem de dados. Portanto, para um melhor entendimento das funções do administrador, também foi criado um diagrama de casos de uso para resumir suas funções, representadas na figura 32.

Figura 32: Casos de uso Administrador

Fonte: O autor

As geometrias vetoriais que formam a estrutura dos pavimentos e localidades do IFG foram desenvolvidas e processadas no QGIS e é por meio dele que as informações foram conectadas com o banco de dados. Deste modo, quaisquer mudanças ou gerenciamento é iniciado por meio do QGIS.

O quadro da figura 33 apresenta as descrições dos casos de uso para as funções desempenhadas pelo administrador.

Figura 33: Descrições das funções do administrador

Casos de Uso	Descrição
Cadastrar Usuários	Responsável por fazer o controle de novos usuários com base no Login e Senha.
Conectar banco de dados ao QGIS	Realiza a conexão do QGIS com o banco de dados PostgreSQL por meio da extensão PostGIS.
Modelar banco de dados	Analisa a consistência dos dados geográficos, manipula as tabelas e modifica os atributos para que os dados fiquem bem relacionados e no formato “csv”.
Gerar novas geometrias vetoriais	Gerar novas geometrias para a atualização de localidades e suas informações no formato “shp” (<i>shapefil</i>)
Atualizar mapas	Processo final da atualização dos mapas no servidor local para serem utilizados no aplicativo IFGEO.

Fonte: O autor

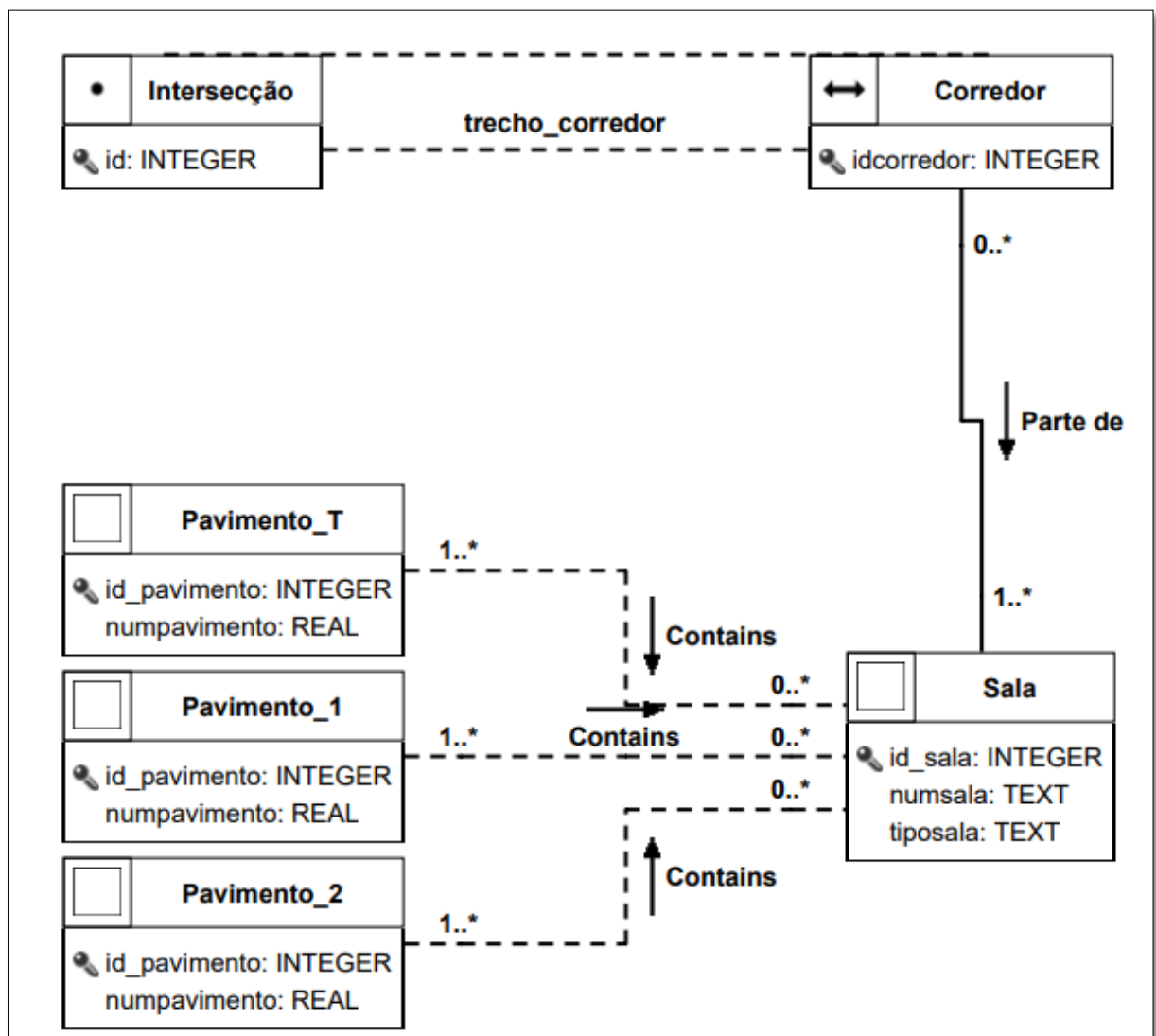
5.2.3.3 Diagrama de classes e relacionamento OMT-G

O diagrama de classes é uma apresentação visual das tabelas criadas no banco de dados geográfico, envolvendo os parâmetros dos geo-objetos e geo-campos. Neste trabalho, o geo-campo não possui utilidade e, na apresentação do diagrama, foram reunidos os requisitos para a visualização em tela dos mapas e a definição dos parâmetros cor e tipo de geometria vetorial.

As classes foram determinadas com base no sistema de coordenadas utilizado, o tipo de geometria e seus atributos correspondentes. Dessa forma, no diagrama foi criado o mapeamento de relacionamento de associação simples e espacial, que correspondem apenas em representar o relacionamento esperado das classes envolvidas.

A estrutura apresentada na figura 34 exemplifica como foram representadas as tabelas com as camadas vetoriais no banco de dados e como foi determinado o relacionamento entre os corredores e as localidades para que fosse possível realizar o roteamento.

Figura 34: Esquema para o desenvolvimento do roteamento.



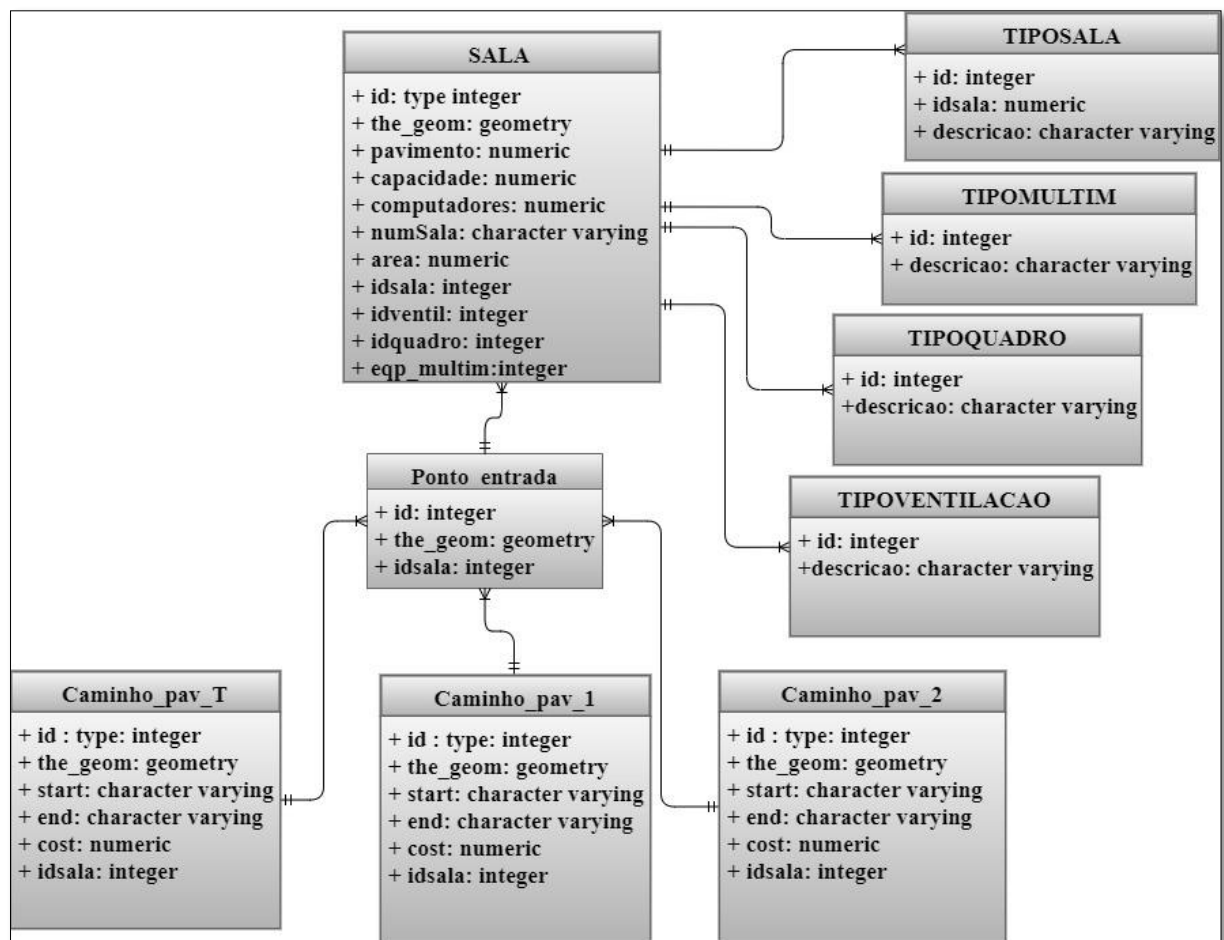
Fonte: O autor

O esquema da figura 34 corresponde as classes principais e suas determinadas geometrias e relacionamentos espaciais. São destacados a rede arco-nó, que são considerados representações primárias que formam os corredores de cada pavimento do IFG, ou seja, cada pavimento possui uma malha de corredores (arcos) e essa malha de corredores é dividida em corredores pertencentes a cada bloco no pavimento.

Desse modo, a estrutura do projeto e do banco de dados foi construída com a divisão dos corredores correspondentes ao seu bloco. Por exemplo, o corredor “100-t” está localizado no bloco 100 e pavimento térreo, e faz a ligação com um nó, que é a intersecção para o outro corredor.

Na figura 35, está representado o diagrama completo que descreve todo o banco de dados do aplicativo IFGEO, implementado no PostgreSQL.

Figura 35: Diagrama de entidade e relacionamento.



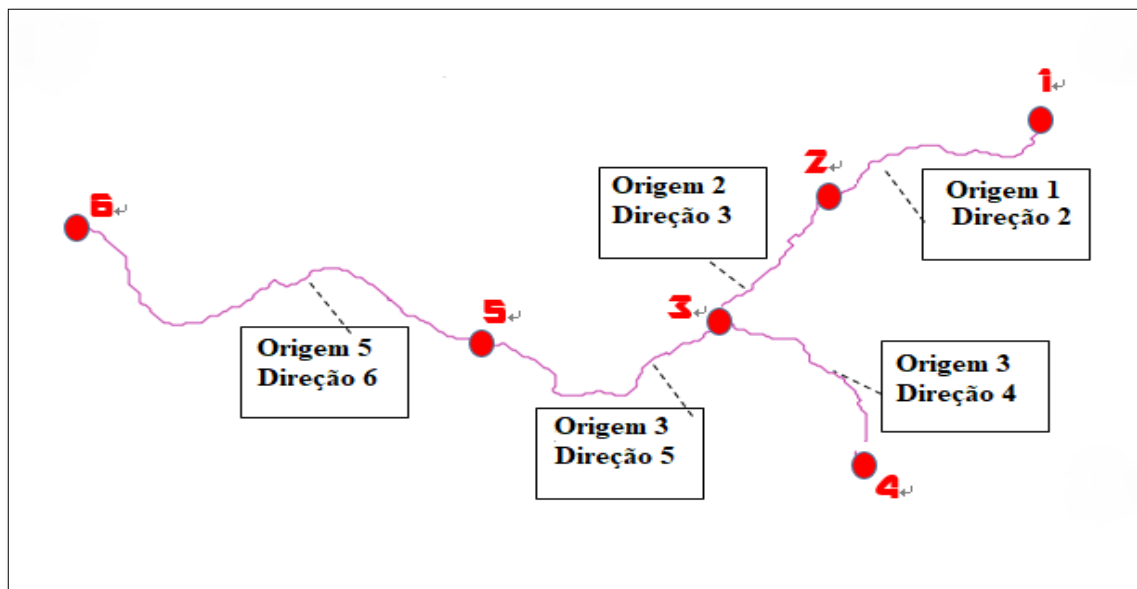
Fonte: O autor

As tabelas intituladas como “caminho_pav” representam as geometrias importadas do QGIS para o banco de dados, bem como a tabela “Sala” que representa os espaços físicos de geometria “polígono” e suas informações.

5.3 Criação de rotas (PgRouting)

O uso do PgRouting permite a criação de rotas usando as informações dos dados espaciais das tabelas, basicamente ele irá associar as posições das geometrias com base na sua localização com as informações alfanuméricas das características dos espaços, e criar uma topologia em rede. A figura 36 exemplifica o objetivo da função PgRouting.

Figura 36: Exemplo de funcionamento da PgRouting.



Fonte: Adaptado stack overflow, 2015

A extensão PgRouting na modelagem das rotas no banco de dados, utiliza o algoritmo “pgr_nodeNetwork”, cujo objetivo é a criação dos “nós” nos arcos “linhas” das tabelas “caminho_pav_1”, com isso a função gera uma nova tabela (Caminho_pav_noded) com as informações dos nós criados e novos atributos como: *source* (origem), *target* (destino) e *cost* (custo). Basicamente, a função pgr_nodeNetwork vai criar pontos em cada interseção da rede de corredores (linhas) e vai separar em segmentos menores.

A função realizou a leitura do atributo “id” de coluna de chave primária e da coluna geometria “the_geom” e realizou o cruzamento de informações para gerar as “linhas” e “nós”.

A figura 37 e 38 apresentam as tabelas “caminho-pavimento1” antes e após o uso da função “pgr_nodeNetwork”.

Figura 37: Tabela caminho pavimento 1 (antes)

Data Output		Explain	Messages	Notifications	
	id [PK] integer 	the_geom  	start character varying (254) 	end character varying (254) 	cost numeric 
1	1	0105000020EE7C0...	147.4173, 555.833163	109.015403781, 555.8331632...	728643419853
2	2	0105000020EE7C0...	147.4173, 555.833163	116.025949432, 555.8331632...	216744526735
3	3	0105000020EE7C0...	147.4173, 555.833163	121.219997424, 555.8331632...	609977832628
4	4	0105000020EE7C0...	147.4173, 555.833163	129.564533542, 555.8331632...	390948721133
5	5	0105000020EE7C0...	147.4173, 555.833163	136.120954778, 555.8331632...	752387069438
6	6	0105000020EE7C0...	147.4173, 555.833163	140.520285044, 555.8331632...	178864185911
7	7	0105000020EE7C0...	147.4173, 555.833163	153.292534205, 555.8331632...	279382447411

Fonte: O autor

Figura 38: Tabela caminho pavimento 1 (depois).

Data Output		Explain	Messages	Notifications		
	id [PK] bigint	old_id integer	sub_id integer	source bigint	target bigint	the_geom geometry
1	1	1	1	1	2	0105000020EE7C0...
2	2	2	1	1	3	0105000020EE7C0...
3	3	3	1	1	4	0105000020EE7C0...
4	4	4	1	1	5	0105000020EE7C0...
5	5	5	1	1	6	0105000020EE7C0...
6	6	6	1	1	7	0105000020EE7C0...
7	7	7	1	1	8	0105000020EE7C0...

Fonte: PostgreSQL

A figura 38 representa a tabela de saída, a qual possui novas informações que representam o identificador (id), o identificador do nó (*old_id*), a linha (*sub_id*) e a coluna da geometria da rede (*the_geom*). As colunas “Source” e “Target” representam a origem e destino que foram posteriormente usadas para criação de uma nova tabela, por meio da ferramenta “pgr_createTopology”.

As figuras 39, 40 e 41 representam o processo de implementação da função “pgr_createtopology” na tabela “caminho_pavT_noded”:

Figura 39: Processamento da função “Pgr_createTopology”.



```

TCC_IFGEO/postgres@PostgreSQL 12
Query Editor  Query History

1 select pgr_createTopology ('caminho_pavT_noded',0.001);

Data Output  Explain  Messages  Notifications

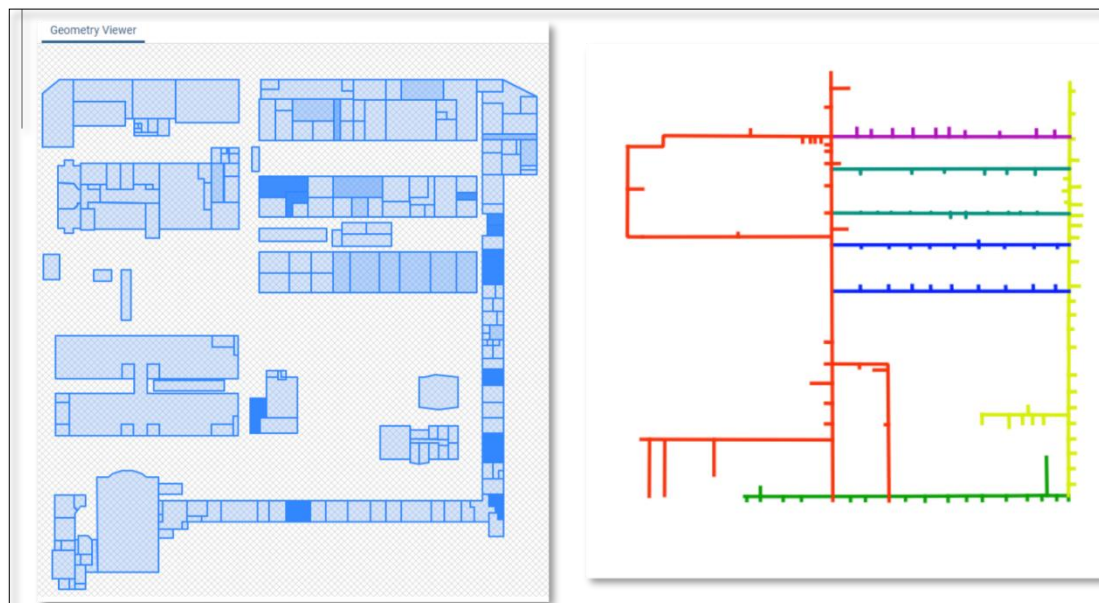
NOTICE:  PROCESSING:
NOTICE:  pgr_createTopology('caminho_pavT_noded', 0.001, 'the_geom', 'id', 'source', 'target', rows_where := 'true', clean := f)
NOTICE:  Performing checks, please wait .....
NOTICE:  Creating Topology, Please wait...
NOTICE:  -----> TOPOLOGY CREATED FOR  0 edges
NOTICE:  Rows with NULL geometry or NULL id: 0
NOTICE:  Vertices table for table public."caminho_pavT_noded" is: public."caminho_pavT_noded_vertices_pgr"
NOTICE:  -----

Successfully run. Total query runtime: 313 msec.
1 rows affected.

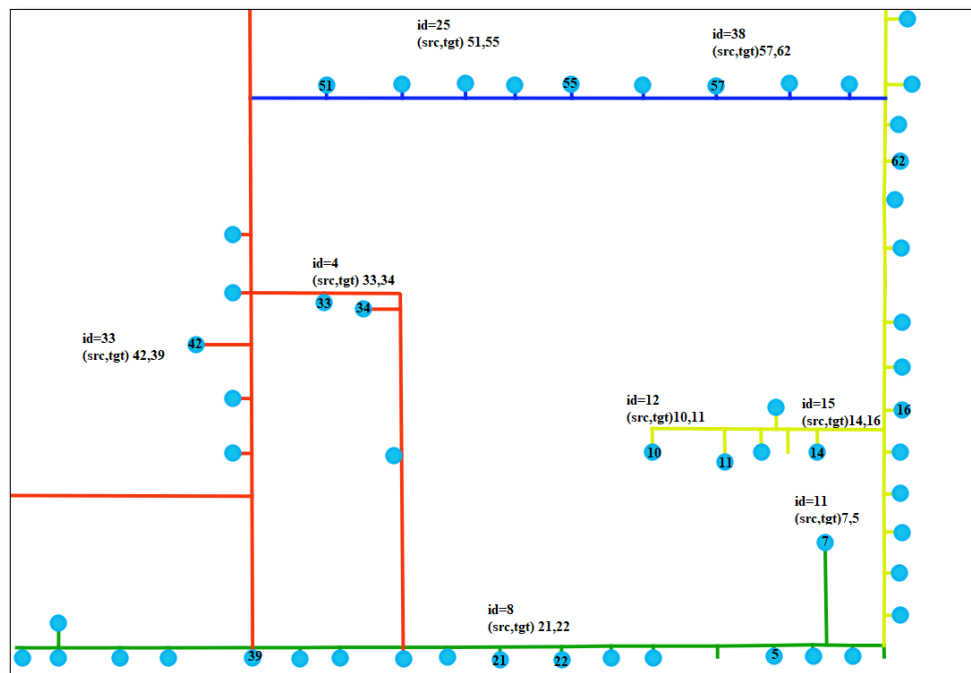
```

Fonte: O autor

Figura 40: Geometrias dos espaços (polígonos) e corredores (linhas).



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 41: Ferramenta pgr_createtopology.

Fonte: O autor

O algoritmo *pgr_createTopology* é utilizado para atribuir, em uma topologia válida, uma origem e destino para cada elemento nos corredores (linhas), na qual os segmentos são conectados a um único nó e as linhas adjacentes também se conectam ao mesmo nó. A função gera uma nova tabela, com os seguintes atributos “cnt”, “cnk”, “ein”, “eout” e pôr fim, a coluna “the_geom”. O significado de cada identificador está listado no quadro da figura 42.

Figura 42: Descrição dos identificadores dos campos da tabela.

Caminho_pavT_noded_vertices	
id	Identificação do Nó
cnt	Vértices na tabela
chk	Atributo indicador de problema
ein	Entrada do vértice
Out	Saída do vértice
The_geom	Geometria do Vértice criado

Os novos atributos correspondem aos números de vértices e para qual segmento o vértice está associado, e preenche novamente as colunas de origem e destino, e por meio disso as rotas das localidades estão traçadas no banco de dados.

Com base no que foi realizado com a tabela “caminho_pavT”, o mesmo processo foi implementado nas tabelas referentes aos corredores dos dois pavimentos do IFG

5.4 Autenticação do Usuário

Durante a fase de autenticação do usuário foi utilizado o gerenciador *MySQL*. Sua escolha é dividida ao fato de não sobrecarregar o outro banco de dados dentro do *PostgreSQL*. Dessa forma, foram criadas as tabelas de autenticação que serão usadas pelo aplicativo. Tais tabelas representam as classes: “usuário” e “Pessoas”. As classes apresentadas compõem a parte inicial do aplicativo no momento em que o usuário abre a tela inicial.

A tabela de autenticação e seus atributos podem ser vistos por meio da figura 43.

Figura 43: Tabela de autenticação do usuário no banco de dados.

#	Nome	Tipo	Agrupamento (Collation)	Atributos	Nulo	Predefinido	Comentários	Extra	Ações
☐ 1	id	int(11)			Não	Nenhum		AUTO_INCREMENT	Muda Elimina Mais
☐ 2	email	varchar(50)	utf8_general_ci		Não	Nenhum			Muda Elimina Mais
☐ 3	senha	varchar(80)	utf8_general_ci		Não	Nenhum			Muda Elimina Mais
☐ 4	tipo	char(1)	utf8_general_ci		Não	Nenhum			Muda Elimina Mais
☐ 5	id_tipo	int(11)			Não	Nenhum			Muda Elimina Mais

Fonte: O autor

A tabela de usuário tem como finalidade autenticar os usuários no aplicativo. A tabela “Pessoas” tem a finalidade de armazenar os dados de cadastro da comunidade em geral que vai se cadastrar para realizar a autenticação que controlará o acesso por meio de uma tela de login e senha.

Essas tabelas possuem quatro campos compostos por: id, e-mail do tipo VARCHAR, senha VARCHAR, tipo, id_tipo.

O VARCHAR representa uma variável que pode armazenar inúmeros caracteres, já o CHAR, foi usado no campo “tipo” para identificar o tipo de usuário que está logado no aplicativo (funcionário, aluno ou visitante).

A tabela do profissional possui um campo “descrição”, nela o professor ou funcionário irá preencher sua área de atuação dentro do IFG-Campus Goiânia, tornando mais prático quando usuários quiserem buscar informações sobre a função dos profissionais.

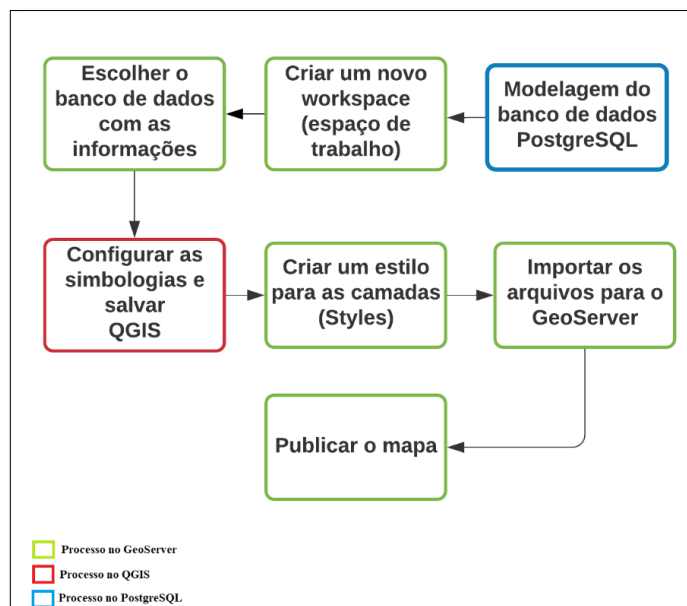
Cada tabela apresenta o atributo chave primária (id), com a finalidade de consultar dados de tabelas do BD “ifgeo”, não armazena valores vazios e permite incrementar o valor do próximo registro baseado no último que foi registrado.

5.5 Configuração das camadas no servidor GeoServer

A versão do GeoServer utilizada foi a 2.18.2 e, juntamente, foi instalado o servidor Java *Tomcat* para ser integrado e permitir a distribuição dos mapas na internet. O *Geoserver* possui uma interface simples e gráfica para os usuários, que permite inserir as camadas vetoriais e raster, bem como a configuração que o usuário deseja exibir, e caso desejar, o usuário pode realizar consultas dos dados em SQL por meio de códigos.

A figura 44 mostra o fluxograma de trabalho para a configuração das camadas e a inserção no *Geoserver* para a publicação.

Figura 44: Fluxograma para configuração do GeoServer



Fonte: O autor

Para o uso das funcionalidades no *Geoserver*, foi necessário iniciar o servidor *Tomcat* e o *Geoserver* ao mesmo tempo e definir o nome de acesso ao servidor web. No presente trabalho, a porta usada para o endereço foi a 8085 no endereço <http://localhost:8085/geoserver>.

No ambiente servidor *Geoserver*, foi iniciado o processo de configuração para a publicação do mapa, o qual começa com a criação de um novo *workspace* (figura 45) e a configuração dos elementos de origem dos dados. O espaço de trabalho (*workspace*) foi destinado para o armazenamento dos dados para a publicação, desse modo, o servidor permite a conexão com o banco de dados que foi modelado e posteriormente a importação dos dados vetoriais e suas informações cadastrais, além disso, o *Geoserver* aceita formatos de arquivos vetoriais e raster, como *shapefile*, *Geopackage*, *GeoTIFF* e *ArcGrid*.

Figura 45: Tela Workspace do GeoServer (espaço de trabalho).

Fonte: Geoserver

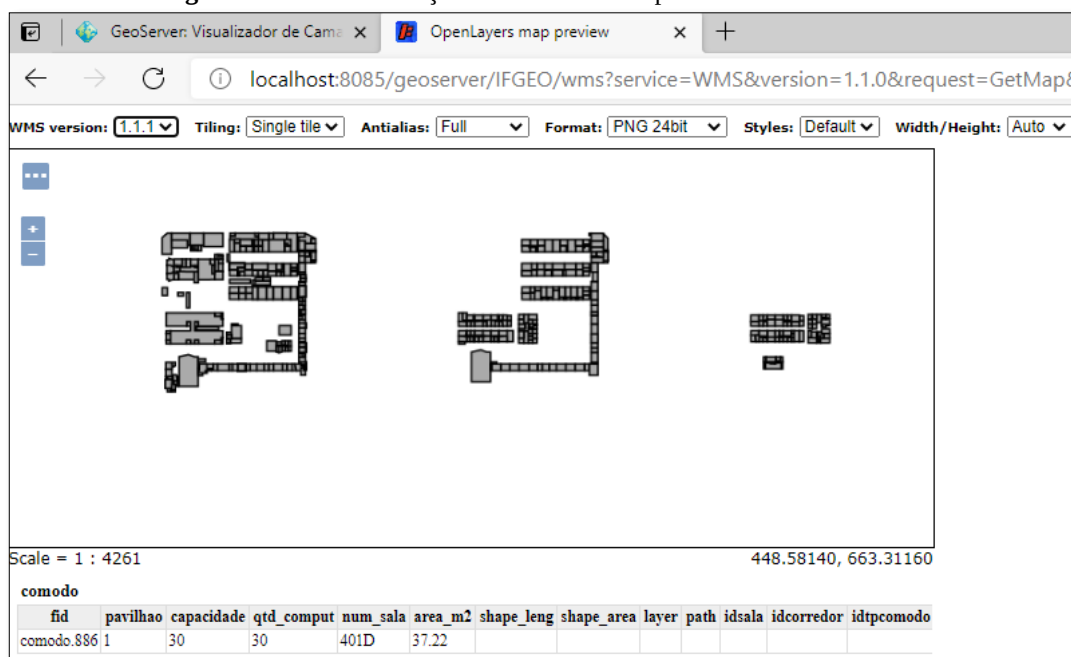
Para a disponibilização da informação geográfica, foi necessário inserir o sistema de coordenadas e também habilitar o protocolo *Web Map Service* (WMS), que possibilita a exibição das camadas *layers* com referência geográfica e também é atribuído a simbologia dos *layers* por meio do (*Styles*), que é a definição das cores das camadas no formato do arquivo

(SLD). Todas essas configurações tem como objetivo a exibição das camadas de forma hierárquica e com sua composição para formar o mapa temático.

Contudo, com as configurações estabelecidas foi necessário integrar uma infraestrutura de arquivos na qual os dados estão hospedados, conhecido como *front-end*. Essa infraestrutura é responsável por interagir com o usuário para a disponibilização dos dados geográficos. Sendo assim, foi escolhido o *Leaflet* para cumprir a função de integrar e gerir os recursos necessários para a exibição dos mapas.

O *Leaflet* é uma biblioteca *JavaScript* usada para o desenvolvimento de aplicativos para produtos cartográficos e mapeamento *web* e permite a manipulação das camadas de informação (*layers*) pelo usuário. Por fim, o *Geoserver* permite a visualização das camadas (figura 46).

Figura 46: Pré-visualização das camadas dos pavimentos no GeoServer.



Fonte: O autor

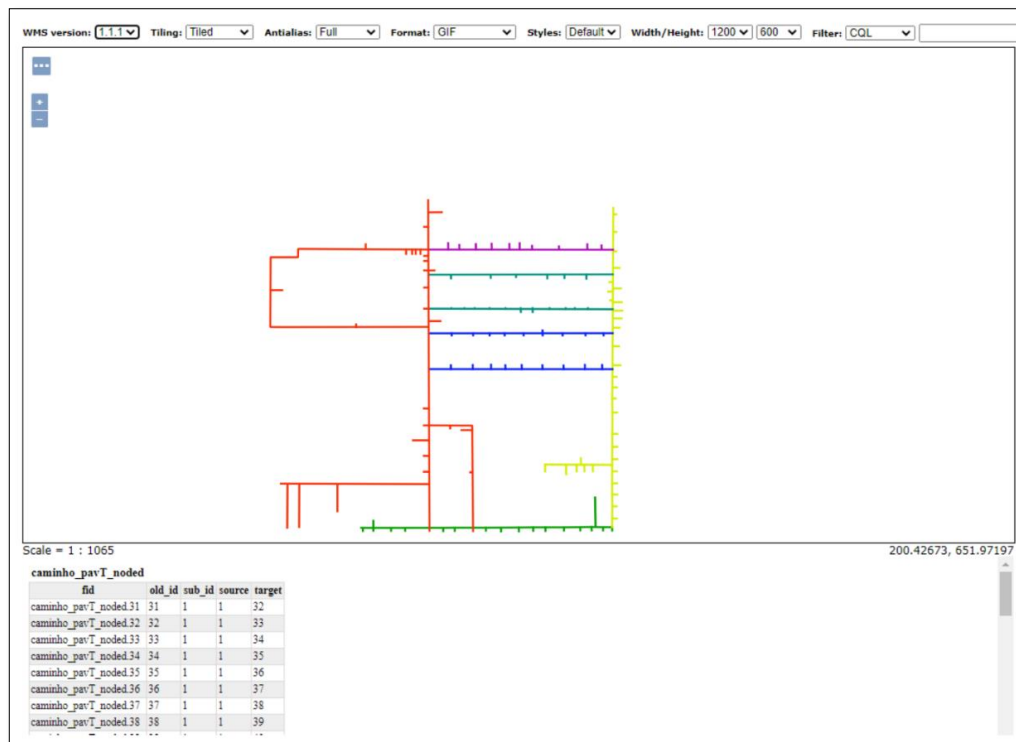
No aplicativo, a visualização das camadas vetoriais é de grande importância para o usuário pois, com um simples clique, o usuário pode identificar todas as informações relacionadas com a geometria do mapa.

O desenvolvimento do IFGEO se baseou no uso da ferramenta *GetFeatureInfo*, com base nos padrões da OCG. Essa função tem como objetivo compilar a resposta para o usuário no momento do clique do usuário sobre a feição escolhida como, por exemplo, o usuário escolhe

um espaço no pavimento térreo e as informações desse local são apresentadas em formato de tabela.

A figura 47 é uma pré-visualização da camada vetorial dos corredores do pavimento térreo, e por meio da conexão com o banco de dados, é possível visualizar as informações da tabela e também o uso da simbologia do arquivo (SLD), para poder distinguir de qual bloco o corredor faz parte.

Figura 47: Pré-visualização da camada vetorial (caminho).



Fonte: O autor

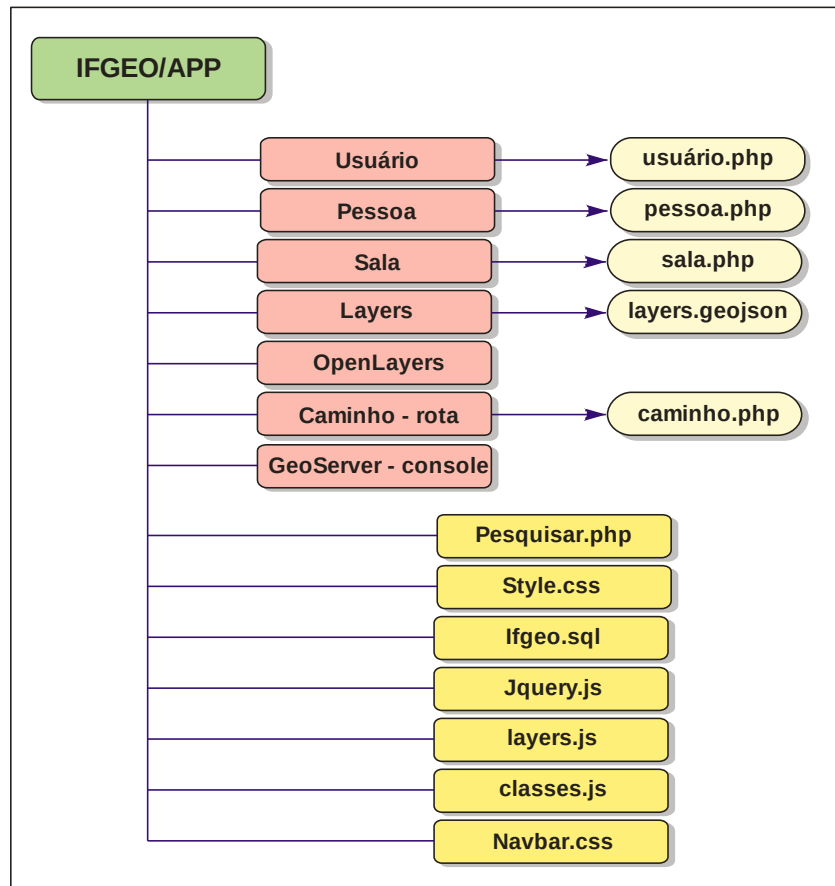
Portanto, com as devidas configurações realizadas e a importação dos dados, a próxima etapa consistiu em criar uma sintaxe de requisição dos dados usando o *Leaflet* e a construção de códigos para o desenvolvimento da interface e os recursos que serão acessados pelos usuários.

5.6 Desenvolvimento da interface do IFGEO

Para o desenvolvimento da interface do aplicativo foi utilizado o programa de edição de texto **Sublime Text-3** para programar o aplicativo. Contudo, este tópico visa mostrar os detalhes da programação e a estrutura de arquivos construídos para o gerenciamento do

aplicativo IFGEO. A figura 48 representa a estrutura de arquivos funcionais para o aplicativo IFGEO.

Figura 48: Estrutural funcional do aplicativo IFGEO



Fonte: O autor

Quando o usuário inicia o aplicativo e começa a interagir com as funcionalidades, o sistema é programado para executar essas ações, ou seja, é consequência de um processo de construção de relacionamento de informações dentro dos arquivos gerados no sublime-text. Assim sendo, os arquivos desenvolvidos fazem parte de uma programação de recursos intuitivos para criar as operações do aplicativo IFGEO.

O *frameworkweb Bootstrap* foi utilizado para o desenvolvimento das páginas do aplicativo IFGEO com padrões HTML, *Java Script* e CSS, para facilitar a construção da interface. Na figura 42 a caixa em verde representa o arquivo gerenciador e os outros arquivos, são os diretórios responsáveis por conter códigos criados para o acesso do usuário no aplicativo, desenvolvimento da interface interativa, processamento das funções que geram as informações e as rotas entre os ambientes do IFG.

Os arquivos em “js” são os arquivos *Javascript*, e são responsáveis por empregar uma função complexa para a implementação de itens no aplicativo, ou seja, o arquivo assegura que a função será executada no momento em que for determinada, dessa forma, as funcionalidades foram configuradas a partir dos códigos criados dentro dos arquivos “js”.

O grupo de arquivos criados em (php) implementa a parte lógica do aplicativo, juntamente com a parte de visual que formam a exibição de informações. Os arquivos em “css” são utilizados na programação para o design visual das configurações, ou seja, usados para a formação de estilos de linhas, padronização da fonte, imagens e tamanho dos textos.

Já as funções para visualização das camadas vetoriais foram criadas a partir dos arquivos “Layers” e “leaflet”, é por meio delas que o usuário poderá visualizar o mapa no aplicativo. Além do mais, os arquivos das camadas estão em formato GeoJSON que são carregadas seguindo as regras de cores, tipo de feição, largura e localização geográfica. A estrutura do arquivo GeoJSON pode ser visualizada por meio da figura 49.

Figura 49: Arquivo GeoJSON

```
{ "type": "FeatureCollection",
  "features": [
    { "type": "Feature",
      "geometry": {
        "type": "Point",
        "coordinates": [102.0, 0.5]
      },
      "properties": {
        "prop0": "value0"
      }
    },
    { "type": "Feature",
      "geometry": {
        "type": "LineString",
        "coordinates": [
          [102.0, 0.0], [103.0, 1.0], [104.0, 0.0], [105.0, 1.0]
        ]
      },
      "properties": {
        "prop0": "value0",
        "prop1": 0.0
      }
    },
    { "type": "Feature",
      "geometry": {
        "type": "Polygon",
        "coordinates": [
          [
            [100.0, 0.0], [101.0, 0.0], [101.0, 1.0],
            [100.0, 1.0], [100.0, 0.0] ]
        ]
      },
      "properties": {
        "prop0": "value0",
        "prop1": {"this": "that"}
      }
    }
  ]
}
```

Fonte: O Autor

Para conectar os arquivos com o banco de dados, foi criado o arquivo “ClsConexão.php”, responsável por fazer a ponte entre as informações do banco de dados e a parte lógica da programação. Por fim, também possui uma barra de ferramentas criada pelo arquivo “navbar.js”, responsável por controlar as funções da barra de ferramentas do IFGEO.

6 RESULTADOS

Neste tópico será apresentado o resultado do uso do aplicativo IFGEO.

O sistema é composto por 2 telas: a primeira, que é apresentada ao iniciar o aplicativo, é a tela de autenticação do usuário. Na segunda tela é visualizado todas as funcionalidades, informações dos espaços físicos e o mapa dos pavimentos.

6.1 Interface e funcionalidades do aplicativo IFGEO

O aplicativo apresenta uma interface padrão e intuitiva, que se inicia por meio de uma tela de autenticação do usuário. O cadastramento do usuário para a autenticação permite o controle de acesso ao aplicativo e restringe informações específicas que garantem a segurança dos bens materiais da instituição de ensino. Neste sentido, apenas funcionários e docentes possuem as informações completas das salas, laboratórios e demais localidades e, por meio da autenticação, os profissionais informam suas respectivas matrículas para comprovar o seu vínculo institucional. A figura 50 mostra a tela inicial de autenticação do usuário:

Figura 50: Tela de Login e senha

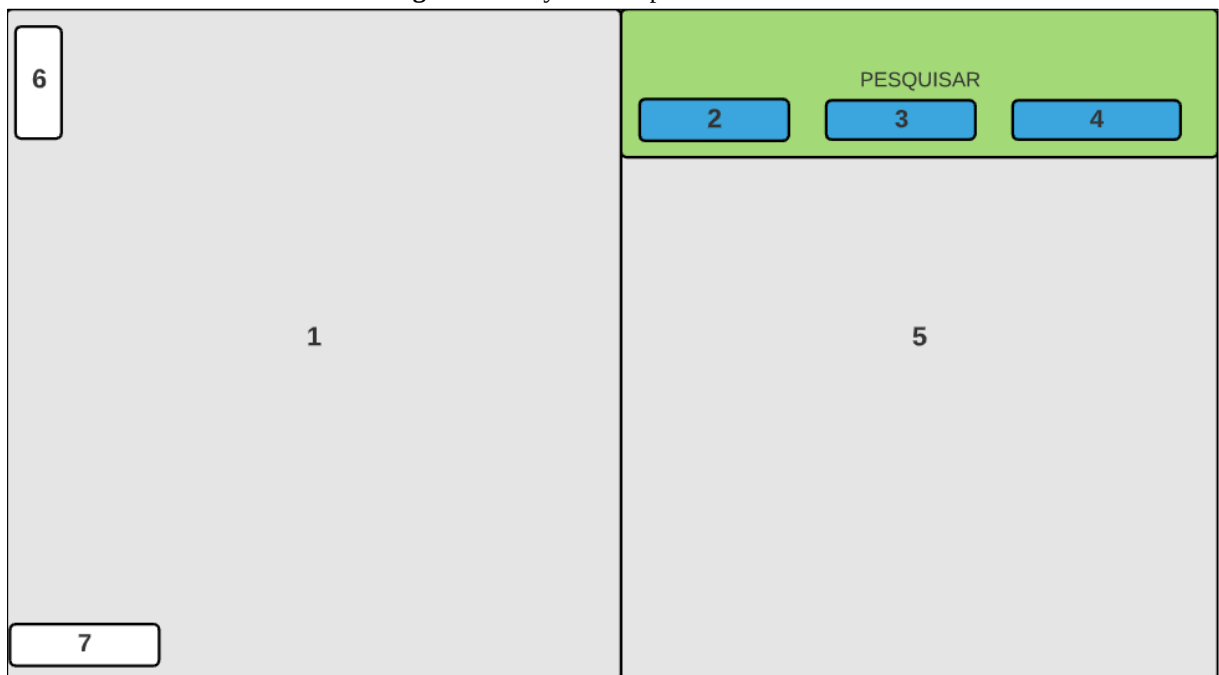


Fonte: O autor

No momento em que o usuário entra com sua autenticação, por meio do login e senha, é visualizada a página principal do aplicativo seguido pelo painel do mapa dos pavimentos do IFG, que é o local dedicado a visualização e análise das informações das localidades.

No momento da autenticação o usuário vai passar da tela inicial para a tela principal do aplicativo, e poderá visualizar o mapa e as funcionalidades. O layout pode ser visto na figura 51.

Figura 51: Layout do Aplicativo IFGEO



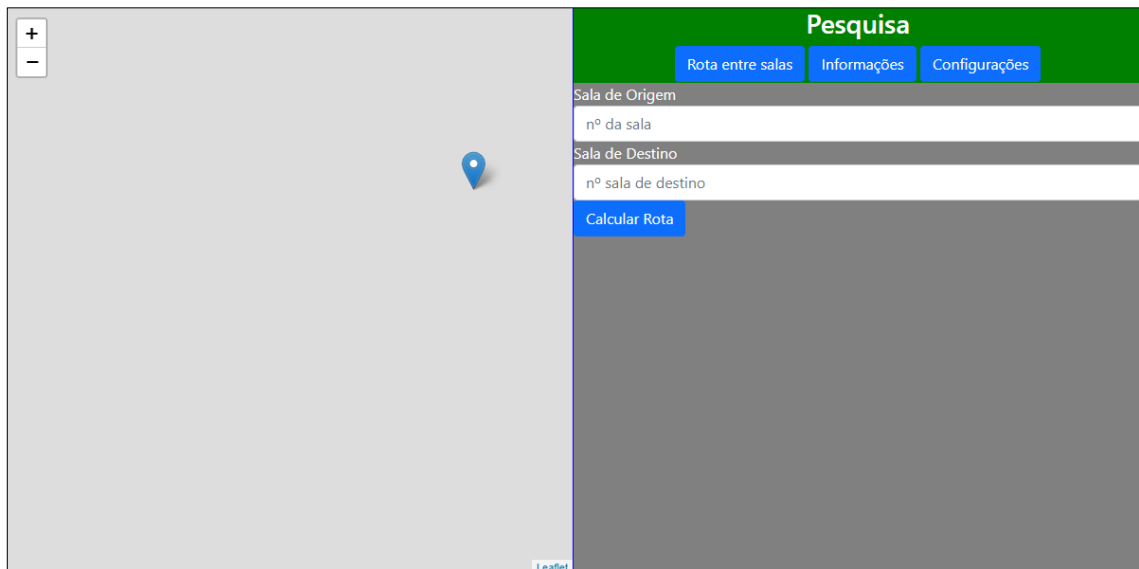
- **Função 1:** Área de visualização do mapa;
- **Função 2:** Ferramenta de pesquisa de localização (Rotas);
- **Função 3:** Tecla de informações cadastrais dos espaços físicos;
- **Função 4:** Tecla de configurações
- **Função 5:** Região de visualização das informações;
- **Função 6:** Tecla de ajuste do Zoom do mapa;
- **Função 7:** Escala numérica.

O usuário pode usar as ferramentas de origem e destino para traçar a melhor rota e localizar o espaço que deseja, além de obter informações relacionadas a característica físicas.

Após a construção do layout e a determinação das ferramentas do aplicativo, foram criados os códigos em HTML para a construção da interface do aplicativo, apresentada na figura

52. Foi adicionado também um marcador para auxiliar na centralização do mapa na tela que o usuário desejar utilizar.

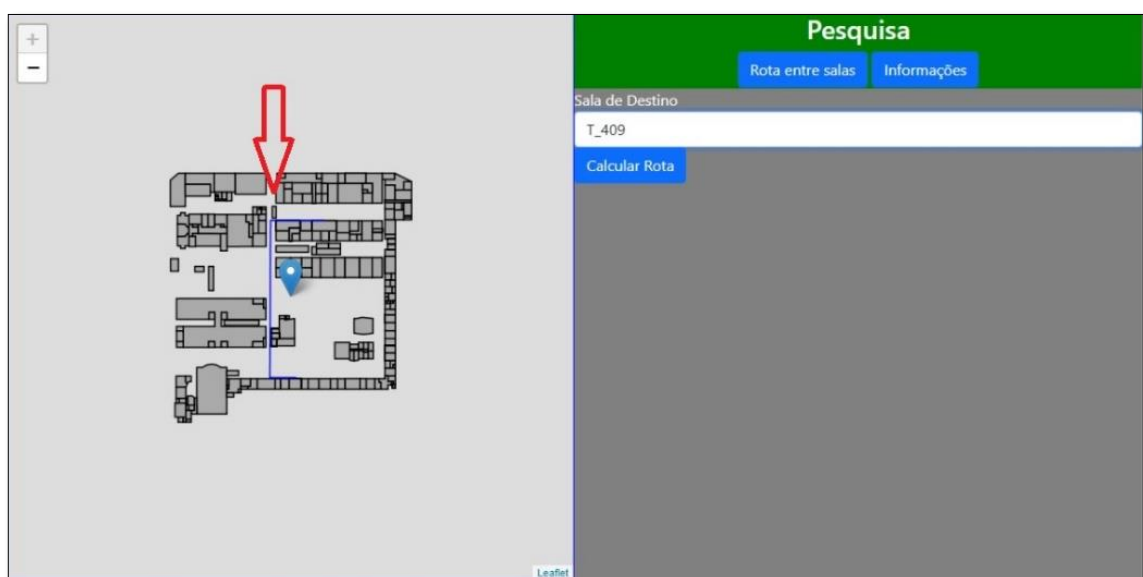
Figura 52: Tela desenvolvida com base no layout



Fonte: Aplicativo IFGEO

Com base na programação dos códigos, foi necessário especificar algoritmos para a identificação das camadas vetoriais hospedadas no servidor Geoserver, dessa forma, o aplicativo é capaz de localizar os espaços dentro do IFG. As figuras 53, 54 e 55 apresentam as funcionalidades do aplicativo:

Figura 53: Visualização da rota – exemplo 1.



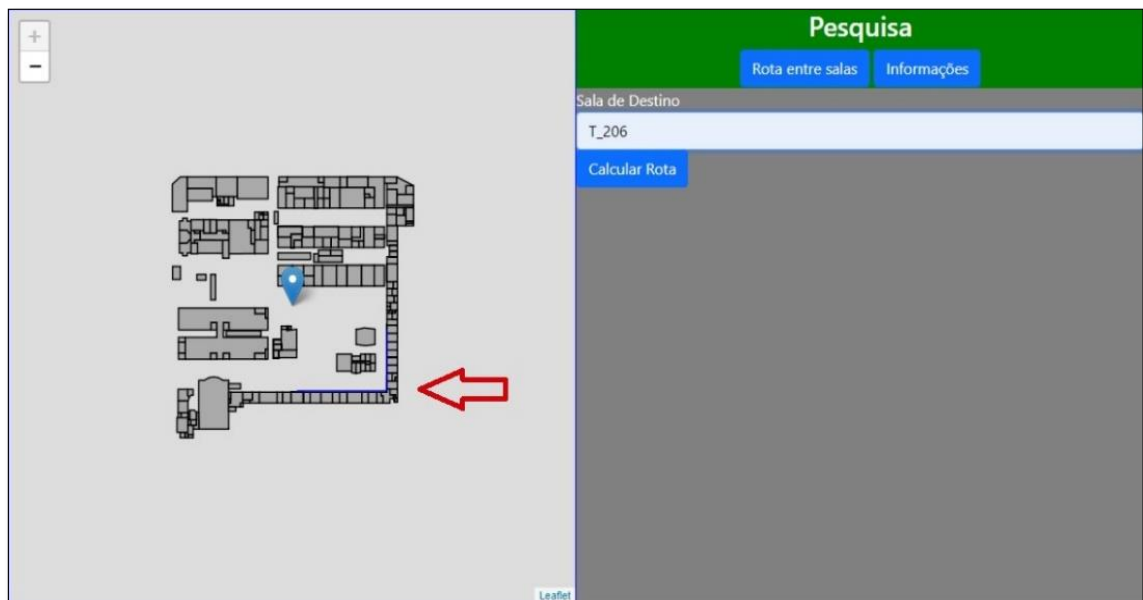
Fonte: Aplicativo IFGEO

Figura 54: Visualização da rota - exemplo 2.



Fonte: Aplicativo IFGEO

Figura 55: Visualização da rota – exemplo 3.



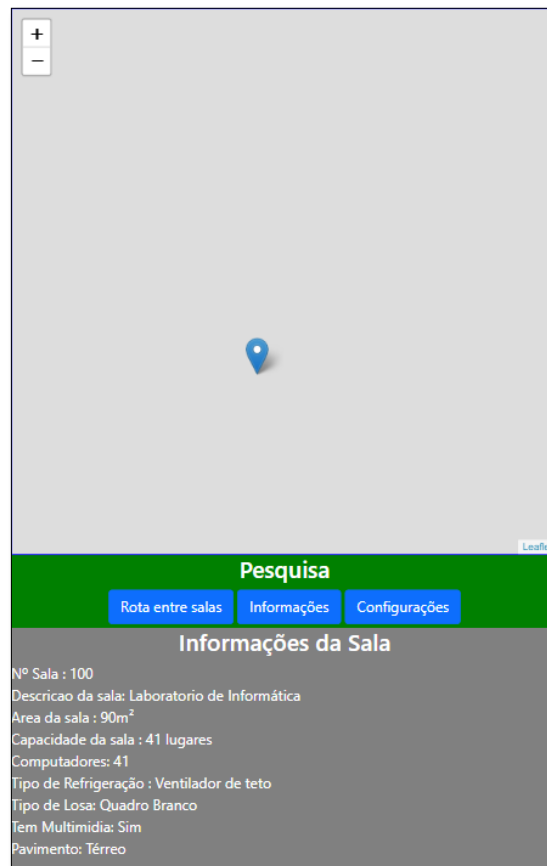
Fonte: Aplicativo IFGEO

Com base no funcionamento apresentado, o aplicativo IFGEO conseguiu fornecer a rota desejada que está sendo representada pela linha “Azul” no mapa, contudo, ainda por ser

um protótipo o aplicativo ainda precisa de alguns ajustes na forma de mostrar o caminho e deixar mais claro ao usuário a rota desejada.

A figura 56 mostra o aplicativo no formato mobile exibindo as informações do um espaço.

Figura 56: Pré visualização no formato Mobile



Fonte: Aplicativo IFGEO

Para melhorar a localização, as informações das salas estarão presentes juntamente com a rota, possibilitando que o usuário consulte os dados para melhor localizar a sala.

7 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

O trabalho realizado teve como objetivo a construção de um aplicativo por meio da união de tecnologias de Sistema de informação Geográfica (SIG) e técnicas de programação direcionadas para aparelhos móveis smartphones, com o objetivo de auxiliar com informações e a localização de espaços físicos para alunos, professores, funcionários e visitantes dentro do IFG-Campus Goiânia.

Presente na vida da maioria das pessoas, a internet revolucionou o modo de se compartilhar informações e disponibilização de dados geográficos, e isso contribuiu para o desenvolvimento do IFGEO. As tecnologias usadas na programação do aplicativo possuem grande potencial e foram muito importantes para a realização do trabalho, como é o caso do SIG, para o processamento e disponibilização de dados geográficos.

O conhecimento de novos softwares, tecnologias e linguagens de programações foram essenciais para a construção do aplicativo, agregando uma experiência nova e inovadora, que contribuiu para a formação de uma visão profunda e crítica sobre as tecnologias e em como usá-las em favor do bem-estar das pessoas. Desta maneira, as informações disponibilizadas no aplicativo podem ser usadas para o gerenciamento das informações geográficas, sem ser necessário um conhecimento específico em SIG.

Ao longo do trabalho, foram descobertos novos programas e ferramentas que se revelaram muito interessantes, como é o caso do PostgreSQL, que acompanha uma série de funcionalidades que permitem empregar funções para os dados geográficos e geram otimização e processamento de informações, além de aumentar o desempenho das tecnologias computacionais.

Outro fator importante, foi o conhecimento do servidor de mapas GeoServer, por ser um servidor *opensource* e que se integra com os sistemas *desktop* e permite diferentes tipos de acesso aos dados.

O IFGEO se tornou uma ferramenta que, a longo prazo, irá contribuir para os usuários e irá tornar mais fácil a forma de gerenciar informações e localização dentro de um ambiente interno.

A modelagem de dados geográfico desenvolvida neste trabalho contribuiu significativamente, possibilitando o desenvolvimento de um sistema que abrangesse tanto as informações físicas dos locais, como também a geometria das camadas vetoriais.

Para um bom funcionamento, o IFGEO deverá ser constantemente atualizado para atender às necessidades dos usuários.

O IFGEO é um aplicativo que pode se tornar um sistema bem robusto, com diversos recursos importantes, com isso, futuramente seria interessante integrar novas funcionalidades, sobretudo aquelas que podem contribuir com as necessidades dos usuários. As melhorias e novos recursos que podem ser implementados são:

- Localização em tempo real: implementar no aplicativo o recurso de localização em tempo real utilizando, por exemplo, a intensidade dos sinais dos roteadores de internet como pontos de triangulação;
- Monitoramento dos visitantes: O recurso pode configurar as rotas estabelecidas pelo visitante para a ronda de segurança, caso haja algum desvio do visitante no local, havendo alertas para a central de administração.
- Segurança dos usuários: Fora do ambiente acadêmico, em casos de emergência, o aplicativo saberá o local onde se encontra o usuário, podendo ser traçado uma rota mais rápida e garantir uma redução no tempo, e contribuir por exemplo, no salvamento de vidas.

O IFGEO está em fases de ajustes, e sua implantação depende da correção de alguns parâmetros, correção dos erros e adição de novos recursos. Dessa forma, o aplicativo ainda não está disponível para os usuários, mas, após a finalização dos parâmetros, a versão beta (versão de teste) será testada e, depois serão definidas as diretrizes do serviço de distribuição para estar disponível para a instalação.

8 REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, Álvaro Silvio. **Função de interpolação de dados no Postgresql com Postgis**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- ASSIS, Célia Barbosa. **Governança e gestão da tecnologia da informação: diferenças na aplicação em empresas brasileiras**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- AVELINO, Patrícia Helena Mirandola. **A trajetória da tecnologia de sistemas de informação geográfica (SIG) na pesquisa geográfica**. 2004
- BARBOSA, Cláudio Clemente Faria et al. Integração de objetos e campos geográficos em uma álgebra de mapas. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais–INPE**, 2015.
- BARCELLOS, Jean Silva de; GOEDERT, Victor Barsch. **Simplificando a administração de bancos de dados: Uma abordagem no modelo relacional com PostgreSQL**. Sistemas de Informação-Florianópolis, 2019.
- BORGES, Karla AV; DAVIS JR, Clodoveu A.; LAENDER, Alberto HF. **Modelagem conceitual de dados geográficos**. CASANOVA, et. al. Banco de Dados Geográfico. MundoGEO: Curitiba, p. 83-136, 2005.
- CÂMARA, Gilberto et al. Análise espacial de áreas. **Análise espacial de dados geográficos**, v. 2, 2004.
- CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. **Introdução à ciência da geoinformação**. 2001.
- CÂMARA, Gilberto; ORTIZ, Manoel Jimenez. Sistemas de informação geográfica para aplicações ambientais e cadastrais: uma visão geral. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. sn, 1998. p. 59-82.
- CASTRO, Angélica Félix et al. **Desenvolvimento e aplicação de um banco de dados geográficos na elaboração de mapas da morfodinâmica costeira e sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo em áreas costeiras localizadas no estado do Rio Grande do Norte**. Revista Brasileira de Geociências, v. 33, n. suppl. 2, p. 53-64, 2016.

CHOAS, Mona Lisa Lobo de Souza. **Geogestão dos espaços físicos da Universidade de Brasília utilizando o banco espacial Postgre/PostGIS**. 2010.

COUTINHO, Gustavo Leuzinger. **A Era dos Smartphones: Um estudo exploratório sobre o uso dos Smartphones no Brasil**. 2014.

COUTO, Rodrigo Souza et al. **PROPOSIÇÃO DE MODELO CONCEITUAL DE BANCO DE DADOS GEOESPACIAL PARA O CADASTRO AMBIENTAL RURAL**. Revista Brasileira de Cartografia, v. 69, n. 7, 2017.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. Oficina de textos, 2018. Foco. Ed. n. 9. 2017.

GARCIA, Joana Coeli Ribeiro; COHELI, Joana. Gestão e tecnologia da informação: desafios do profissional da informação. **DataGramZero: Revista de Ciência da Informação**, v. 9, n. 5, 2008.

MACIEL, Naldo Silva. **PERFORMANCE EM BANCO DE DADOS**. Revista Ciência e Sociedade, v. 1, n. 2, p. 38-51, 2017.

MEDEIROS, Gabriel Franklin Braz de. **OpenStreetMap: uma análise sobre a evolução de dados geográficos colaborativos no Brasil**. 2017.

MILETTO, Evandro Manara; BERTAGNOLLI, Silvia de Castro. **Desenvolvimento de Software II: Introdução ao Desenvolvimento Web com HTML, CSS, JavaScript e PHP-Eixo: Informação e Comunicação-Série Tekne**. Bookman Editora, 2014.

NASCIMENTO, Matheus da Silva. **Banco de dados geográfico utilizando NoSQL Cassandra: estudo de caso em um sistema de informação geográfico com participação popular**. 2016.

NAZARENO, Nilton Ricetti Xavier de. **SIG Arqueologia: aplicação em pesquisa arqueológica**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, C. O. et al. **Gerenciamento do espaço físico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG Câmpus Goiânia, com o uso de ferramenta SIG**.

PAIVA, Fernando. 79,3% dos brasileiros têm celular. **Mercado de telecomunicações Teletime Brasil**, 2020.

PRESA, Eduardo et al. **Proposta de um sistema de localização interna para o ambiente universitário**. 2015.

PRINA, Bruno Zucuni et al. **Emprego do Webmapping como ferramenta de gestão-aplicação na área urbana de Jaguari (RS)**. 2019. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.

QUEIROZ, Gilberto Ribeiro; FERREIRA, Karine Reis. Tutorial sobre Bancos de Dados Geográficos. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: São José dos Campos**, v. 18, p. 19, 2006.

Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Tecnologia em Geoprocessamento do Instituto Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

ROCHA, Danilo Serra da et al. **Potencialidades do uso de um sistema WebGIS na pecuária de precisão: Estudo de caso Embrapa Pecuária Sul**. 2014.

RODRIGUES, Marco Antonio da Silva et al. **Armazenamento e manipulação de dados espaciais no PostgreSQL/PostGIS**. 2018.

ROSA, Roberto. Análise espacial em geografia. **Revista da ANPEGE**, v. 7, n. 01, p. 275-289, 2011.

SABOIA, Juliana; VARGAS, PL de; VIVA, MA de A. O uso dos dispositivos móveis no processo de ensino e aprendizagem no meio virtual. **Revista Cesuca Virtual: conhecimento sem fronteiras**, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2013.

SANTANA, Rogério Mercandelle. **Introdução a Sistema de Informações Geográficas – SIG**. 2009.

TESSARI, Luís Gustavo. **Aplicativo de localização de lugares por GPS para iPhone**. 2016.

VARELA, Vívian. **Rastreamento endêmico da dengue, Zika e chikungunya via Android e sistema de informação geográfica (SIG)**. 2016.

VINHAL, Matheus Padilha. **Evolução da telefonia móvel celular, cumprimento de Leis e análise de modelos de propagação**. 2020.

ZAIDAN, Ricardo Tavares. Geoprocessamento conceitos e definições. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 7, n. 2, 2017.

9 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

CATALÃO, Daniel Filipe Azevedo. **O contributo dos SIG com recurso a ferramentas de código aberto e programação em Python para o planeamento do transporte coletivo: O caso da cidade do Porto.** 2015.

COMACHIO, Vanderson. **Funcionamento de banco de dados em Android: um estudo experimental utilizando SQLite.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

FERREIRA, Ana Caroline et al. **Modelo de avaliação de boas práticas de dados geográficos aplicados ao Centro Internacional de Hidroinformática.** 2019.

OLIVEIRA, A. B. et al. **Desenvolvimento Mobile GPS IES: Aplicativo para Orientação de alunos dentro de instituições de ensino superior.** Rev. Gestão em Foco. Ed. 9, 2017.

REBELATO, James Gustavo Black. **Navegador GPS para equipamentos móveis com base nos dados cartográficos e elétricos da COPEL.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SIMÕES, Diogo; CATALÃO, João. Navegação indoor baseada na rede WIFI como suporte a serviços baseados na localização: estudo de caso no campus da UL. **INVESTIGAÇÃO**, p. 405, 2015

SOUZA, Elaine Calasans; OLIVEIRA, Marcus Rogério. COMPARATIVO ENTRE OS BANCOS DE DADOS MYSQL E MONGODB. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 2, p. 38-48, 2019.

TAVARES, Frederico. **Desenvolvimento de Aplicações em PHP.** 2012.

VINHAL, Matheus Padilha. **Evolução da telefonia móvel celular, cumprimento de Leis e análise de modelos de propagação.** 2020.

10 APENDICE A - CÓDIGO DE SALA

```

<?php
session_start(); ?>
<div class="container">
    <div class="row">
        <H2>Numero, pavimento, bloco, tiposala e capacidade .</H2>
    </div>
    <div class="row">
        <button class="btn btn-primary" id="btnIncluir">Incluir</button>
    </div>
    | <table class='table table-bordered table-responsive'>
        <thead>
            <tr>
                <th>#</th>
                <th>Nº Sala</th>
                <th>pavimento</th>
                <th>bloco</th>
                <th>tiposala</th>
                <th>capacidade</th>
                <th colspan="2">Ações</th>
            </tr>
        </thead>
        <?php
            require_once "../../classes/ClsSala.php";
            //var_dump('qtp: '.$qtp.'<br>'. 'pgA: '.$pgA);
            $pes=new ClsSala();
            $sql="select id,num_sala,pavimento,bloco,tiposala,capacidade from sala ";
            $pes->lista($sql);
        ?>
    </table>
</div>

```

11 APENDICE B - CÓDIGO DE AUTENTICAÇÃO PARA OS USUÁRIOS

```

<div class="container">
  <div class="row">
    <H2>Professores, alunos, visitantes e funcionarios.</H2>
  </div>
  <div class="row">
    <button class="btn btn-primary" id="btnIncluir" value="pessoa/pessoaForm">Incluir</button>
  </div>
  <table class='table table-bordered table-responsive'>
    <thead>
      <tr>
        <th>#</th>
        <th>Nome</th>
        <th>E-mail</th>
        <th colspan="2">Ações</th>
      </tr>
    </thead>
    <?php
      require_once "../classes/ClsPessoa.php";
      $pes=new ClsPessoa();
      $sql="select p.id,p.nome,u.email from pessoa p inner join usuario u on p.id_usuario=u.id";
      $tabela=$pes->select($sql);
      //var_dump($tabela);

      foreach($tabela as $row){?>
        <tr>
          <td><?php echo $row['id'];?></td>
          <td><?php echo $row['nome'];?></td>
          <td><?php echo $row['email'];?></td>
          <td><a href="#" onclick="editar(<?php echo "'pessoa/pessoaForm.php?reg=".$row['id'].'"';?>)"><i class="fas fa-edit"></i></a></td>
          <td><a href="#" onclick="deletar(<?php echo $row['id'];?>)"><i class="fas fa-trash"></i></a></td>
        </tr>
      <?php } ?>
    </table>

</div>
<script type="text/javascript" src="../js/scripts.js"></script>

```

12 APENDICE C - CÓDIGO DE REQUERIMENTO DOS DADOS DAS SALAS

```
<?php
require_once '../classes/ClsSala.php';
header('Content-Type: application/json');
$sala=new ClsSala();
$id=$_POST['id'];
$sql="select id, num_sala,pavimento,bloco,tiposala,capacidade,qtdcomputadores,Quadro,equimulti from sala where id=".$id;

$sql=$sala->select($sql);
$sql=$sql[0];
if (empty($sql))
    echo 'vazio';
else
    // $sql = mb_convert_encoding($sql,"UTF-8",mb_detect_encoding($sql, "UTF-8, ISO-8859-1, ISO-8859-15", true));
    echo json_encode($sql);

?>
```

13 APENDICE D - CÓDIGO PARA PESQUISA DE SALA

```

<?php
require_once '../classes/ClsSala.php';
session_start();

$tipoPessoa=$_SESSION['tipoPessoa'];
echo "<input type='hidden' name='tipopessoa' value='".$tipoPessoa."'>";
?>
<div class="text-center">
    <h3>Salas</h3>
</div>

<table class="table table-striped table-hover">
    <thead>
        <tr>
            <td style="text-align: center;" scope="col"><b>Nº Sala</b></td>
            <td style="text-align: center;" scope="col"><b>Tipo Sala</b></td>
            <td style="text-align: center;" scope="col"><b>Pavimento</b></td>
            <td style="text-align: center;" scope="col"><b>Bloco</b></td>
            <td style="text-align: center;" scope="col"><b>Capac.</b></td>
            <td style="text-align: center;" scope="col"><b>Ação</b></td>
        </tr>
    </thead>
    <tbody>
        <?php
            $sala=new ClsSala();
            $sala->listSala();
        ?>
    </tbody>
</table>
<div class="modal fade" id="especialidade" tabindex="-1" role="dialog" aria-labelledby="exampleModalLabel" aria-hidden="true">
    <div class="modal-dialog" role="document">
        <div class="modal-content">
            <div class="modal-header">
                <h5 class="modal-title" id="exampleModalLabel" style="text-align: center;">Descrição da Sala</h5>
                <button type="button" class="close" data-dismiss="modal" aria-label="Close">
                    <span aria-hidden="true">&times;</span>
                </button>
            </div>
            <div class="modal-body">
                <div class="row">
                    <label>Nº Sala :</label>
                    <div id='nsala'></div>
                </div>
                <div class="row">
                    <label>Pavimento :</label>
                    <div id="pav"></div>
                </div>
                <div class="row">
                    <label>Bloco :</label>
                    <div id="blc"></div>
                </div>
                <div class="row">
                    <label>Tipo Sala :</label>
                    <div id="tpsala"></div>
                </div>
                <div class="row">
                    <label>Capacidade :</label>
                    <div id="Capacidade"></div>
                </div>
                <div class="row">
                    <label>Tipo de Lousa:</label>
                    <div id="tplosa"></div>
                </div>
                <?php if ($tipoPessoa==1 || $tipoPessoa==2 || $tipoPessoa=4) {
                    echo "<div class='row'>";
                    echo "<label>Qtd Computadores: : </label>";
                    echo "<div id='comp'></div>";
                    echo "</div>";
                    echo "<div class='row'>";
                    echo "<label>Equipamento Multimidia: </label>";
                    echo "<div id='midia'></div>";
                    echo "</div>";
                }
            </div>
            <div class="modal-footer">
                <button type="button" class="btn btn-secondary" data-dismiss="modal">Fechar</button>
            </div>
        </div>
    </div>

```

14 APENDICE E - CÓDIGO CONEXÃO COM O BANCO DE DADOS

```

<?php
define('DSN',"mysql:host=localhost;dbname=ifgeo");
define('USER','root');
define('PASS','');
define('DRIVER_OPTIONS', "array(PDO::MYSQL_ATTR_INIT_COMMAND => 'SET NAMES utf8')");

/**
 *
 */
class ClsConexao
{
    public static $instance;
    function __construct()
    {
        # code...
    }
    static function getInstance(){
        try {
            if (!isset(self::$instance)){
                self::$instance=new PDO(DSN,USER,PASS,array(PDO::MYSQL_ATTR_INIT_COMMAND => 'SET NAMES utf8'));
                self::$instance->setAttribute(PDO::ATTR_ERRMODE,PDO::ERRMODE_EXCEPTION);
                self::$instance->setAttribute(PDO::ATTR_ORACLE_NULLS, PDO::NULL_EMPTY_STRING);
            }
        } catch (Exception $e) {
            error_log("Houve um erro ao driver do mysql",0);
        }
        return self::$instance;
    }
}
?>

```

15 APENDICE F - CÓDIGO CLASSE CAMINHO PARA AS ROTAS

```
?php
require_once "ClsConexao.php";
require_once "ClsCaminho.php";
class ClsSala {

    public static $instance;
    private $id;
    private $start;
    private $final;
    private $cost;
    private $idSala;

    function __construct(){

    }

    public function getInstance(){
        if (!isset(self::$instance)){
            self::$instance=new ClsCaminho();
        }
        return self::$instance;
    }

    function insert($campos){
        try {

            $user=new ClsCaminho();
            $sql="insert    into    caminho    (start,final,cost,idSala)    values
(:start,:final,:cost,:idSala)";
            $cnx=ClsConexao::getInstance()->prepare($sql);
            $cnx->bindValue(':start',$start);
            $cnx->bindValue(':final',$final);
            $cnx->bindValue(':cost',$cost);
            $cnx->bindValue(':idSala',$idSala);
            if ($cnx->execute()){
                return true;
            }
        }
    }
}
```

```

    }
    return false;

}

catch (Exception $e) {
    error_log("Houve um erro ao conectar no banco de dados.",0);
}

}

function update($campos){
    try {
        $sql="update sala set geom=:geom,num_sala=:num_sala
            ,aream2=:aream2,
            pavimento=:pavimento,
            tiposala=:tiposala,
            bloco=:bloco,
            capacidade=:capacidade,
            qtdcomputadores=:qtdcomputadores,
            ventilacao=:ventilacao,
            equimulti=:equimulti,
            quadro=quadro,
            shapearea=:shapearea

            where id=:id";
        $cnx=ClsConexao::getInstance()->prepare($sql);
        $cnx->bindValue(':geom',$campos['geom']);
        $cnx->bindValue(':num_sala',$campos['num_sala']);
        $cnx->bindValue(':aream2',$campos['aream2']);
        $cnx->bindValue(':pavimento',$campos['pavimento']);
        $cnx->bindValue(':tiposala',$campos['tiposala']);
        $cnx->bindValue(':bloco',$campos['bloco']);
        $cnx->bindValue(':capacidade',$campos['capacidade']);
        $cnx->bindValue(':qtdcomputadores',$campos['qtdcomputadores']);
        $cnx->bindValue(':ventilacao',$campos['ventilacao']);
        $cnx->bindValue(':equimulti',$campos['equimulti']);
        $cnx->bindValue(':quadro',$campos['quadro']);
        $cnx->bindValue(':shapearea',$campos['shapearea']);
        $cnx->bindValue(':id',$campos['id']);
    }
}

```

```

        if ($cnx->execute()){
            return true;
        }
        return false;

    } catch (Exception $e) {
        var_dump($e);
    }
}

function delete($id){
    $sql="delete from sala where id=:id";
    $cnx=ClsConexao::getInstance()->prepare($sql);
    $cnx->bindValue(':id',$campos['id']);
    if ($cnx->execute()){
        return true;
    }
    return false;
}

function select($sql){
    $cnx=ClsConexao::getInstance()->prepare($sql);
    $cnx->execute();
    $row=$cnx->fetchAll(PDO::FETCH_ASSOC);
    return $row;
}

function criaSala($id){
    $sql="select * from sala where id=$id";
    return $this->select($sql);
}

function lista($sql){
    //$qt significa quantidade linhas por pagina
    //$pg é a pagina atual de listagem.
    $qt=$_SESSION['QTP'];
    $pg=$_SESSION['PGA'];
    $pgn=$pg*$qt;
    $sql1=$sql." limit $pgn,$qt";

```

```

        $tabela=$this->select($sql1);
        foreach($tabela as $row)
        {
            <tr>
            <td><?php echo $row['id'];?></td>
            <td><?php echo $row['num_sala'];?></td>
            <td><?php echo $row['pavimento'];?></td>
            <td><?php echo $row['bloco'];?></td>
            <td><?php echo $row['tiposala'];?></td>
            <td><?php echo $row['capacidade'];?></td>
            <td><a href="#" onclick="editar(<?php echo $row['id'];?>)"><i
class="fas fa-edit"></i></a></td>
            <td><a href="#" onclick="deletar(<?php echo $row['id'];?>)"><i
class="fas fa-trash"></i></a></td>
            </tr><?php
        }
        echo "<tr><td colspan='8'>".$this->paginacao($qt)."</td></tr>";
    }
    function paginacao($qt){
        $row=$this->select("SHOW TABLE STATUS LIKE 'sala'");
        $row=$row[0];
        $qtlinhas=$row['Rows'];
        $qtp=round($qtlinhas/$qt,0);
        $linha="";
        for($x=1;$x<=$qtp;$x++){
            $linha.="<a href='#' onclick='pagina(\".($x-1).\",2)'>&nbsp;$x&nbsp;</a>";
        }
        return $linha;
    }
    function salaJson($sql){
        $salas=$this->select($sql);
        $salas=$salas[0];
        return json_encode($salas);
    }
    function mostrarCaminho($idSala){
        return $this->caminho->tracaCaminho($idSala); //GeoJason;
    }

```

```

function listSala(){
    $sql="select id, num_sala,pavimento,tiposala, capacidade,bloco from sala where
num_sala<>0 order by num_sala ";
    $row=$this->select($sql);
    foreach ($row as $linha ) {
        echo "<tr>";
        echo " <td>".$linha['num_sala'].</td>";
        echo " <td>".$linha['tiposala'].</td>";
        echo " <td>".$linha['pavimento'].</td>";
        echo " <td>".$linha['bloco'].</td>";
        echo " <td>".$linha['capacidade'].</td>";
        echo " <td style=\"text-align: center\"><button class=\"border-0\"
onclick=\"selectSalaId('".$linha['id'].\"')\" data-toggle=\"modal\" data-target=\"#especialidade\"><i
class=\"far fa-eye\"></i></button></td>";
        echo "</tr>";
    }
}
}
?>

```

16 APENDICE G - CÓDIGO NAVBAR.CSS

```

html,
body {
    height: 100%;
}

body {
    display: -ms-flexbox;
    display: flex;
    -ms-flex-align: center;
    align-items: center;
    padding-top: 40px;
    padding-bottom: 40px;
    background-color: #f5f5f5;
}

.form-signin {
    width: 100%;
    max-width: 330px;
    padding: 15px;
    margin: auto;
}

.form-signin .checkbox {
    font-weight: 400;
}

.form-signin .form-control {
    position: relative;
    box-sizing: border-box;
    height: auto;
    padding: 10px;
    font-size: 16px;
}

.form-signin .form-control:focus {
    z-index: 2;
}

.form-signin input[type="email"] {
    margin-bottom: -1px;
    border-bottom-right-radius: 0;
    border-bottom-left-radius: 0;
}

.form-signin input[type="password"] {
    margin-bottom: 10px;
    border-top-left-radius: 0;
    border-top-right-radius: 0;
}

```

17 APENDICE H - CÓDIGO PRINCIPAL – INDEX.PHP

```

<!DOCTYPE html>

<html>

<head>

    <title>Ambiente IF Goiano</title>

    <meta charset="utf-8" />

    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">

    <link          href="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@5.0.0-beta2/dist/css/bootstrap.min.css"
rel="stylesheet"          integrity="sha384-
BmbxuPwQa2lc/FVzBcNJ7UAyJxM6wuqIj61tLrc4wSX0szH/Ev+nYRRuWlolflfl" crossorigin="anonymous">

    <script      src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@5.0.0-beta2/dist/js/bootstrap.bundle.min.js"
integrity="sha384-b5kHyXgcpbZJO/tY9U17kGkf1S0CWuKcCD38l8YkeH8z8QjE0GmW1gYU5S9FOOnJ0"
crossorigin="anonymous"></script>

<script

src="https://code.jquery.com/jquery-3.6.0.js"

integrity="sha256-H+K7U5CnXl1h5ywQfKtSj8PCmoN9aaq30gDh27Xc0jk="

crossorigin="anonymous"></script>

    <link      rel="stylesheet"      href="https://unpkg.com/leaflet@1.7.1/dist/leaflet.css"      integrity="sha512-
xodZBNTC5n17Xt2atTPuE1HxjVMSvLVW9ocqUKLsCC5CXdbqCmblAshOMAS6/keqq/sMZMZ19scR4PsZ
ChSR7A==" crossorigin="">

    <script      src="https://unpkg.com/leaflet@1.7.1/dist/leaflet.js"      integrity="sha512-
XQoYMqMTK8LvdxXYG3nZ448hOEQiglfqkJs1NOQV44cWnUrBc8PkAOcXy20w0vlaXaVUearIOBhiXZ5V
3ynxwA==" crossorigin=""></script>

    <style type="text/css">

        #mapaid{

            width: 600px;

            height: 600px;

            border: solid 1px blue;

            display:inline-block;

            float: left;

        }

        #pesquisa{

            width: 600px;

            height: 600px;

            display:inline-block;

            float: left;

            color: white;

            background-color: gray;

        }

```

```

#topo{
    text-align: center;
    width: 600px;
    height: 80px;
    background-color: green;
}
#tracarRota{
    display: none;
    padding-top: 0;
}
#informacao{
    display: none;
    text-align: center;
}
#configuracoes{
    text-align: center;
}

</style>
</head>
<body>
    <div id="mapaid" ></div>
    <div id="pesquisa">
        <div id="topo">
            <h3>Pesquisa</h3>
            <div class="d-grid gap-3 d-md-block">
                <button class="btn btn-primary" id="rota">Rota entre salas</button>
                <button class="btn btn-primary" id="info">Informações </button>
                <button class="btn btn-primary" id="conf">
                    <span class="glyphicon glyphicon-cog" aria-
hidden="true">Configurações</span>
                </button>
            </div>
        </div>
    </div>
    <div id="tracarRota">
        <form>
            <div class="form-group">
                <label for="origem">Sala de Origem</label>

```

```

sala">
    <input type="text" class="form-control" id="origem" placeholder="nº da
de destino">
    </div>
    <div class="form-group">
        <label for="destino">Sala de Destino</label>
        <input type="text" class="form-control" id="destino" placeholder="nº sala
de destino">
    </div>
    <button type="submit" class="btn btn-primary">Calcular Rota</button>
</form>
</div>
<div id="informacao" style="margin-bottom: 60px;">
    <h3>Informações da Sala</h3>
    <div class="form-group" style="text-align: left">
        <label>Nº Sala : </label>
        <label>100</label>
    </div>
    <div class="form-group" style="text-align: left">
        <label>Descricao da sala: </label>
        <label>Laboratorio de Informática</label>
    </div>
    <div class="form-group" style="text-align: left">
        <label>Area da sala : </label>
        <label>90m²</label>
    </div>
    <div class="form-group" style="text-align: left">
        <label>Capacidade da sala : </label>
        <label>41 lugares</label>
    </div>
    <div class="form-group" style="text-align: left">
        <label>Computadores: </label>
        <label>41</label>
    </div>
    <div class="form-group" style="text-align: left">
        <label>Tipo de Refrigeração : </label>
        <label>Ventilador de teto</label>
    </div>
    <div class="form-group" style="text-align: left">
        <label>Tipo de Losa: </label>

```

```

        <label>Quadro Branco</label>
    </div>
    <div class="form-group" style="text-align: left">
        <label>Tem Multimidia: </label>
        <label>Sim</label>
    </div>
    <div class="form-group" style="text-align: left">
        <label>Pavimento: </label>
        <label>Térreo</label>
    </div>

</div>
<div id="configuraracoes">
    <h3>Configurar Mapa</h3>
    <div class="form-group" style="text-align: left">
        <label>Transparência </label>
    </div>
    <div class="form-group" style="text-align: left">
        Sim <input type="radio" name="trans" value="S">
        Não <input type="radio" name="trans" value="N">
    </div>
    <div class="form-group" style="text-align: left">
        <label>Cor Fundo </label>
    </div>
</div>
</div>

</body>
<script type="text/javascript">
    // antiga coordenada da camada 1 0.005413, 0.004951

    $(document).ready(function(){
        zoomC=[40,56,60]
        coord=[[0.005456,0.001293],[0.005665, 0.00338],[0.004871, 0.006496]]
        camada=0
        centro=coord[camada]
        var map=L.map(document.getElementById('mapaid'),
        {
            center: centro,

```

```

        zoom: zoomC[camada]
    });
    //coordenadas de cada camada

    param=['pav:'+camada]
    var basemap = L.tileLayer.wms('http://localhost:8081/geoserver/ifgeo/wms', {
layers: 'ifgeo:comodos',
request:'GetMap',
version:'1.1.0',
transparent:true,
format:'image/png',
viewparams:param
    })

    basemap.addTo(map);
    basemap=L.marker(coord[camada])
    basemap.addTo(map)
    map.on('click', function(ev){
        alert(ev.latlng)
    })
    })
    $('#rota').click(function(){
        $('#tracarRota').show()
        $('#informacao').hide()
        $('#configuracoes').hide()
    })
    $('#info').click(function(){
        $('#tracarRota').hide()
        $('#informacao').show()
        $('#configuracoes').hide()
    })
    $('#conf').click(function(){
        $('#tracarRota').hide()
        $('#informacao').hide()
        $('#configuracoes').show()
    })
    })
</script>
</html>

```

18 APENDICE I - CÓDIGO JAVASCRIPT NAVEGAÇÃO OPENLAYERS

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
    <title>Tentativa com OL</title>
    <script src="http://openlayers.org/api/OpenLayers.js"></script>
</head>
<body>
<div id="mapa">

</div>
<script type="text/javascript">
    var map = new OpenLayers.Map('mapa');
    var wms = new OpenLayers.Layer.WMS(
        "ifgeo:comodo",
        "http://localhost:8081/geoserver/ifgeo/wms?",
        {'layers':'ifgeo:comodo',
        transparent: "true",
        format: "image/png"} );
    map.addLayer(wms);

</script>
</body>

</html>
```