



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FELIPE MATHEUS FERNANDES

**SOLUÇÃO PARA GESTÃO DE DADOS
GEOESPACIAIS COLETADOS EM CAMPO**

CURITIBA

2023

FELIPE MATHEUS FERNANDES

**SOLUÇÃO PARA GESTÃO DE DADOS
GEOESPACIAIS COLETADOS EM CAMPO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal do Paraná, como exigência parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenheiro Cartógrafo e Agrimensor.

Orientadora: Profa. Dra. Silvana Phillipi Camboim

Co-orientador: Prof. Dr. Daniel Arana

CURITIBA

2023



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra
Engenharia Cartográfica e de Agrimensura

TERMO DE APROVAÇÃO

FELIPE MATHEUS FERNANDES

SOLUÇÃO DE GESTÃO DE DADOS GEOESPACIAIS COLETADOS EM CAMPO

O Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, foi APROVADO como requisito à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.

Prof Dr. Daniel Arana

Orientador(a) – Departamento de Geomática, UFPR

Prof. Dr. Caio dos Anjos Paiva

Departamento de Geomática, UFPR

Cesar Rafael Lopes - COPEL

Curitiba, 15 de fevereiro de 2023.

***Aos meus pais, que sempre me deram
apoio e incentivo para que meus
sonhos se tornassem realidade.***

A vocês minha eterna gratidão!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me manter sempre confiante, mesmo nos momentos difíceis.
Aos professores e professoras do departamento de Geomática, por suas orientações e ensinamentos.

Aos meus amigos, pelo companheirismo nos bons e maus momentos.

A minha família, por todo o apoio no decorrer desses anos de graduação.

A minha esposa e companheira que me apoiou e incentivou em todos os momentos.

Ao Professor Dr. Daniel Arana, por sua orientação e ensinamentos compartilhados.

A Professora Dra. Silvana Phillipi Camboim, por sua orientação e ensinamentos compartilhados.

A todos os membros da banca, por sua disponibilidade e avaliação.

"Saber onde as coisas são,
e por que, é essencial para a
tomada de decisões racionais".

Jack Dangermond

RESUMO

Trabalhos de levantamento de dados em campo são aqueles que envolvem a coleta de informações diretamente no local onde ocorrem os fenômenos ou eventos de interesse; esses trabalhos são comuns em diversas áreas, como ciências da natureza, ciências sociais, engenharia e tecnologia. Especialmente se tratando de dados geoespaciais, um processo bem definido para o levantamento é importante para garantir a qualidade e precisão dos dados coletados, bem como para evitar erros ou inconsistências durante o processo e garantir a documentação. Para tal, é fundamental a utilização de um sistema de geolocalização e visualização de dados que atenda às necessidades e demandas do projeto. Sendo assim, este tipo de ferramenta, potencialmente, possui capacidades de otimização de tempo e minimização de custos, integrando informações alfanuméricas e geográficas, assim como o armazenamento e disseminação dos dados. Deste modo, o fundamento deste trabalho consiste no levantamento de requisitos através de um questionário respondido por um grupo de profissionais que trabalham prioritariamente com topografia e geodésia, a fim de compreender as condições atuais no processo de coleta de informações geoespaciais em campo. Então, como resultado do trabalho, há o projeto de uma solução flexível e adaptável, que tem por objetivo apresentar usabilidade e eficiência, baseada nos requisitos levantados por profissionais da área, nas hipóteses, expectativas e visão geral do autor quanto ao processo de coleta e gestão de dados geoespaciais coletados em campo. Logo, foi detalhado o desenvolvimento da solução com a utilização de diversas técnicas de programação, boas práticas e aplicação de conceitos modernos no desenvolvimento WEB. Por fim, apesar de apresentar um modelo genérico de software, as pesquisas e análises foram realizadas partindo de um grupo de usuários que trabalham com topografia e geodésia, a fim de possuir uma abrangência acerca das condições de trabalho de profissionais que trabalham com muitas limitações e restrições em trabalhos de campo e que devem, geralmente, obter resultados com altos índices de precisão e acurácia.

Palavras-chave: Dados geoespaciais, SIG, geolocalização,, desenvolvimento sistema, levantamento de requisitos, agrimensura.

ABSTRACT

Field data collection works are those that involve the collection of information directly in the place where the phenomena or events of interest occur; these activities are common in many areas, such as natural sciences, social sciences, engineering and technology. Especially when it comes to geospatial data, a well-defined process for the survey is important to guarantee the quality and accuracy of the collected data, as well as to avoid errors or inconsistencies during the process and guarantee the documentation. To this end, it is essential to use a geolocation and data visualization system that meets the needs and demands of the project. Therefore, this type of tool potentially has time optimization and cost minimization capabilities, integrating alphanumeric and geographic information, as well as data storage and dissemination. In this way, the foundation of this work consists in the survey of requirements through a questionnaire answered by a group of professionals who work primarily with topography and geodesy, in order to understand the current conditions in the process of collecting geospatial information in the field. So, as a result of the work, there is the design of a flexible and adaptable solution, which aims to present usability and efficiency, based on the requirements raised by professionals in the area, on the hypotheses, expectations and overview of the author regarding the collection process and management of geospatial data collected in the field. Then, the development of the solution was detailed with the use of different programming techniques, good practices and application of modern concepts in WEB development. Finally, despite presenting a generic software model, the research and analyzes were carried out from a group of users who work with topography and geodesy, in order to have a comprehensive view of the working conditions of professionals who work with many limitations and restrictions on field work and which must generally obtain results with high levels of precision and accuracy.

Key words: *Geospatial data, GIS, geolocation, system development, requirements gathering, surveying.*

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AI: Acrônimo do inglês (*Artificial Intelligence*), também conhecido como IA (Inteligência Artificial), o qual, de acordo com a Oracle, representa sistemas ou máquinas que mimetizam a inteligência humana para executar tarefas e podem se aprimorar iterativamente com base nas informações que eles coletam.

APP: Diminutivo do inglês (*Application*), o qual representa um software para dispositivos eletrônicos que tem por principal objetivo auxiliar os usuários a realizar determinadas tarefas.

CRUD: Acrônimo do inglês (*Create, Read, Update and Delete*), o qual representa as quatro operações básicas do gerenciamento de dados (criação, consulta, atualização e remoção).

Geoserviços: Termo que referencia serviços web específicos para o domínio geoespacial, constituindo um poderoso conjunto de funcionalidades para coletar, armazenar, recuperar sem restrições, transformar e apresentar dados espaciais associados a um determinado objetivo.

GIS: Acrônimo do inglês (*Geographic Information System*), também conhecido como SIG (Sistema de Informações Geográficas), o qual, de acordo com a ESRI, representa um sistema que cria, gerencia, analisa e mapeia todos os tipos de dados, conectando-os a um mapa, integrando localizações com todos os tipos de informações descritivas.

Git: É um sistema de controle de versões distribuído, usado principalmente no desenvolvimento de software, mas que pode ser usado para registrar o histórico de edições de qualquer tipo de arquivo.

GitHub: É uma plataforma de hospedagem de código-fonte e arquivos com controle de versão, baseado no Git. Ele permite que programadores, utilitários ou qualquer usuário cadastrado na plataforma contribuam em projetos privados e/ou públicos.

HTTP: Acrônimo do inglês (*Hypertext Transfer Protocol*), o qual representa o protocolo usado para transferir dados na internet.

IBGE: Acrônimo de “Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística”, o qual é o principal provedor de informações geográficas e estatísticas do Brasil.

IDE: Acrônimo do inglês (*Integrated Development Environment*), o qual representa um programa de computador que reúne diversas ferramentas de apoio ao

desenvolvimento de software com o objetivo de agilizar este processo.

INDE: Acrônimo de “Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais” o qual é um sistema com o propósito de catalogar, integrar e harmonizar dados geoespaciais existentes nas instituições do governo brasileiro, produtoras e mantenedoras desse tipo de dado, de maneira que possam ser facilmente localizados, explorados e acessados para os mais diversos usos, por qualquer cliente que tenha acesso à Internet.

Machine Learning: Termo do inglês que, de acordo com a SAS, é um método de análise de dados que automatiza a construção de modelos analíticos. É um ramo da inteligência artificial baseado na ideia de que sistemas podem aprender com dados, identificar padrões e tomar decisões com o mínimo de intervenção humana.

MVP: Acrônimo do inglês (*Minimum Viable Product*), que representa uma versão de uma solução que contém apenas suas funcionalidades essenciais, podendo ser um software, serviço, produto físico ou digital.

Open Source: Termo do inglês que, de acordo com a OSI, descreve um meio de desenvolvimento e distribuição de software que garante que o software esteja disponível para uso, modificação e redistribuição por qualquer pessoa.

POC: Acrônimo do inglês (*Proof of concept*), que representa um conceito utilizado para verificar se o produto funciona em um nível básico, sem ainda pensar em como ele vai performar de fato no mercado. A ideia é remover erros da arquitetura do software e garantir que ele vá rodar em boa forma.

PWA: Acrônimo do inglês (*Progressive Web App*), representa uma aplicação web desenvolvida usando tecnologias específicas para aproveitar recursos de apps nativos e da web. É como um site feito usando tecnologias da web, mas que parece um app.

Release: Termo do inglês, que, em informática, representa as entregas (previstas ou realizadas) de um software, sendo estas, geralmente, um conjunto de novas funcionalidades e recursos a serem disponibilizadas aos usuários.

Roadmap: Termo do inglês, que, em informática, representa uma espécie de "mapa" que visa organizar as metas de desenvolvimento de um software, podendo incluir datas e visibilidade da liberação de recursos.

SDI: Acrônimo do inglês (*Spatial Data Infrastructure*), também conhecido como Infraestrutura de Dados Espaciais, o que, de acordo com a INDE e GSDI Cookbook, é um conjunto integrado de tecnologias, padrões, políticas, arranjos institucionais e

recursos humanos, necessário para facilitar a disponibilização, o acesso e o uso de dados e informações geoespaciais.

UI: Acrônimo do inglês (*User interface*), o qual representa o ponto de ligação entre o usuário e o sistema, produto ou serviço. de tal modo que, através dele, é feita a projeção e criação de interfaces, juntamente com o design de tal modo que toda essa interação é feita através de uma interface.

UX: Acrônimo do inglês (*User experience*), o qual representa o estudo que visa proporcionar ao usuário sempre a melhor experiência, ou seja, tem a finalidade de melhorar todos os aspectos da interação humana, não visando apenas em sistemas, mas também em produtos e serviços.

Web: Termo do inglês que significa teia. Este termo geralmente é utilizado para designar a rede que conecta computadores por todo mundo, a *World Wide Web* (WWW), ou seja, referência global à internet.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - A Evolução Cartográfica	16
FIGURA 02 - Do Teodolito Mecânico ao Teodolito Eletrônico	17
FIGURA 03 - Histeroscopia no mapeamento aéreo	18
FIGURA 04 - Dissuasão de roubo e gerenciamento de frota	19
FIGURA 05 - Components of a smart city	20
FIGURA 06 - What is the economic impact of geospatial services? pt.1	21
FIGURA 07 - What is the economic impact of geospatial services? pt.2	22
FIGURA 08 - Global Economic Impact of Geospatial Services	23
FIGURA 09 - Diagrama da sistemática de trabalho para o desenvolvimento de Projeto Cartográfico	38
FIGURA 10 - Comunicação da informação cartográfica	39
FIGURA 11 - Variáveis Visuais	42
FIGURA 12 - Disponibilidade de sinal de internet (3G/4G)	46
FIGURA 13 - Questionário	51
FIGURA 14 - Esquematização da solução	52
FIGURA 15 - Imagem de divulgação do questionário	54
FIGURA 16 - Perfil dos usuários	55
FIGURA 17 - Vínculo empregatício com o setor público	56
FIGURA 18 - Vínculo empregatício com o setor privado	56
FIGURA 19 - Ferramentas utilizadas para o cadastro de ativos	57
FIGURA 20 - Coletoras de dados	58
FIGURA 21 - Dificuldades em trabalhos de coleta de dados em campo	59
FIGURA 22 - Motivos de retrabalhos	59
FIGURA 23 - Utilização de internet	60
FIGURA 24 - Compartilhamento e processamento dos dados	61
FIGURA 25 - Visão geral dos componentes do sistema atual	62
FIGURA 26 - Necessidade dos usuários para sistemas	63
FIGURA 27 - Visão geral dos componentes das expectativas de um sistema que atendam as necessidades do usuários	64
FIGURA 28 - Diagrama de casos de uso	73
FIGURA 29 - Arquitetura do sistema	74

FIGURA 30 - Diagrama de classes	76
FIGURA 31 - Produto cartográfico do sistema	82
FIGURA 32 - Tela inicial	83
FIGURA 33 - Tela de informações	84
FIGURA 34 - Tela de adição de pontos	85
FIGURA 35 - Tela de listagem de pontos	86

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Camada de pontos	79
QUADRO 2 - Camada de observações	80
QUADRO 3 - Camada de ROIs	80
QUADRO 4 - Posição atual	81
QUADRO 5 - Releases	87

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVO GERAL	24
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
2 REVISÃO DE LITERATURA	25
2.1 LEVANTAMENTO DE DADOS GEOESPACIAIS EM CAMPO	25
2.2 DESENVOLVIMENTO WEB	27
2.2.1 Diagramas UML	27
2.2.2 Arquitetura	28
2.2.3 Banco de dados	29
2.2.4 API	31
2.2.5 Programação	33
2.2.6 Projeto da interface	36
2.3 PROJETO CARTOGRÁFICO	37
2.3.1 Decisões de Projeto	39
2.3.1.1 Projeção cartográfica	40
2.3.1.2 Sistema de referência	40
2.3.1.3 Escala	40
2.3.2 Linguagem Cartográfica	41
2.3.2.1 Primitiva gráfica	41
2.3.2.2 Variável visual	42
2.3.2.3 Nível de medida	42
2.3.2.4 Classificação	44
2.4 LEVANTAMENTO DE DADOS GEOESPACIAIS NO BRASIL	45
2.4.1 Sinal de internet	45
2.4.2 Falhas no croqui	48
2.4.3 Perda de dados	49
2.4.4 Tolerância linear ou requisitos de precisão não atendidos	49
3 MATERIAL E MÉTODOS	51
4 RESULTADOS	53
4.1 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS	53

4.1.1 Perfil dos usuários	55
4.1.1.1 Setor Público	56
4.1.1.2 Setor Privado	56
4.1.2 Ferramentas utilizadas	57
4.1.3 Dificuldades enfrentadas	58
4.1.4 Sistema atual	60
4.1.5 Expectativas	63
4.2 Engenharia de Requisitos	65
4.2.1 Requisitos Não Funcionais	65
4.2.2 Requisitos Funcionais	66
4.2.3 Requisitos da Geoinformação	71
4.3 PROJETO DO SISTEMA	72
4.3.1 Diagrama de Casos de Uso	72
4.3.2 Arquitetura	74
4.3.3 Banco de Dados e Diagrama de Classes	75
4.3.4 Projeto da Interface	77
4.3.5 Projeto Cartográfico	79
4.4 IMPLEMENTAÇÃO	83
5 CONCLUSÕES	88
REFERÊNCIAS	90
APÊNDICES	94
RELEASE 1 – Prova de conceito	95
RELEASE 2 – Versão inicial	95
RELEASE 3 – Controle de versões e otimização de dados	96
RELEASE 4 – Funcionamento offline	97
RELEASE 5 – Otimização visual	98
RELEASE 6 – Conectar camadas base com serviços externos	99
RELEASE 7 – Funções customizadas	100
RELEASE 8 – Projeto de plataforma	101
RELEASE 9 – Emissão de relatórios	102

De acordo com o IBGE (2023), a primeira revolução industrial, que ocorreu no final do século XVII, teve grande importância no aumento do investimento na produção de cartas e instrumentos, melhorando a precisão dos trabalhos; essa revolução na Cartografia e Geodésia ocorreu com o uso de instrumentos de medição precisos, como o teodolito de alta precisão, que possibilitou aos cartógrafos e agrimensores medir as distâncias e altitudes com maior precisão e, conseqüentemente, com menores margens de erro; as evoluções estão representadas na Figura 2. Este avanço permitiu aos engenheiros e empresários planejar e construir ferrovias, estradas e outras infraestruturas de transporte e comunicação de maneira mais eficiente e precisa.

Do Teodolito Mecânico ao Teodolito Eletrônico:



FIGURA 02 - Do Teodolito Mecânico ao Teodolito Eletrônico

FONTE: Adenilson Giovanni (2019)

Outro avanço importante ocorreu no período da segunda revolução industrial, em que a utilização de fotografias aéreas e imagens de satélite na produção de mapas viabilizou a produção de produtos cartográficos mais detalhados e abrangentes, acarretando em representações produzidas com maior rapidez; a tecnologia da histeroscopia apresentado na Figura 3 demonstra a forma como o processo de análise de imagens é feito. De acordo com Temba (2000), técnicas de sensoriamento são utilizadas para identificar, mapear e cadastrar recursos naturais

da Terra ou evidenciar problemas correlatos, decorrentes da atividade humana; assim sendo, é possível intuir que a Cartografia auxiliou no processo de identificação e exploração e cadastro de novas fontes de recursos naturais, como minas e campos petrolíferos. Por fim, de acordo com o autor, a tecnologia também evoluiu com o desenvolvimento de novos métodos e ferramentas para coletar e processar dados geográficos, possibilitando um melhor planejamento, gestão e exploração de territórios, além de facilitar o transporte e a distribuição de bens.

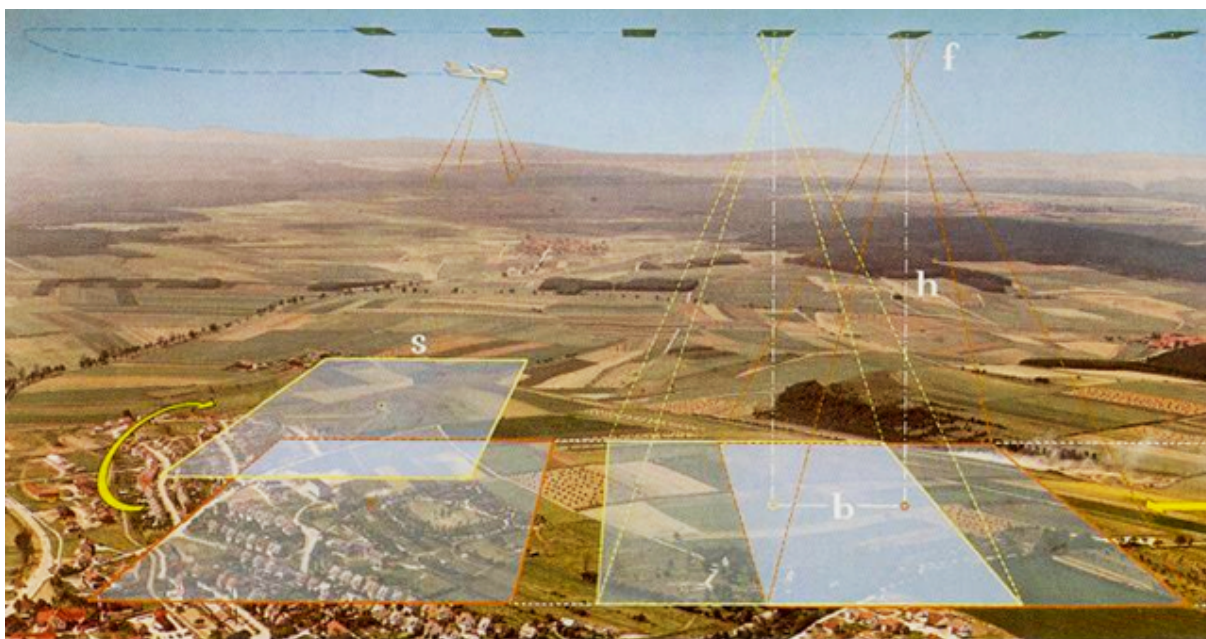


FIGURA 03 - Estereoscopia no mapeamento aéreo

FONTE: DroneEng (2017)

A terceira revolução industrial, também conhecida como a revolução digital, foi a transformação tecnológica que teve influência mundial, envolvendo o uso de computadores. Essa era de evolução pode ser subdividida em duas etapas: uso de computadores e era da internet.

Em fevereiro de 1946, o primeiro computador eletrônico da história era apresentado. O ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) e tinha cerca de dois metros de altura, pesava 30 toneladas e ocupava 180 metros quadrados. Encomendado pelo exército dos Estados Unidos, a máquina servia para fazer cálculos – a palavra “computador” vem de computar, sinônimo de calcular. Apesar de ser um gigante, o ENIAC tinha uma capacidade operacional menor do que qualquer calculadora de mão vendida atualmente. (FRANZÃO, L., 2021).

Os avanços na utilização de computadores possibilitaram a otimização no processamento e análise de dados, de modo que permitiu que atividades, antes analógicas, fossem realizadas eletronicamente de maneira contínua e sistêmica e,

consequentemente, mais rápidas; partindo deste conceito, a tecnologia evoluiu ao ponto da criação e disponibilização de computadores pessoais e acessíveis ao público geral. A partir disso e do desenvolvimento da internet (possibilitada pela utilização de satélites), o mercado de comercialização de dispositivos acessíveis e com conexão à internet, possibilitou a automatização de processos cotidianos e difusão de informações através de sites e recursos que ficaram disponíveis via protocolos de rede. Os avanços da tecnologia digital, possibilitaram a produção de mapas ainda mais precisos e detalhados, com a utilização de satélites, drones e outras ferramentas de geolocalização; por fim, o emprego de redes sociais, sites e blogs viabilizou o compartilhamento de projetos cartográficos, troca de informações e atualização de mapas, fazendo com que mapas digitais fossem acessíveis ao público geral, geralmente, via internet. Deste modo, a disseminação e relação das informações coletadas pode ser representada de maneira similar à Figura 4.



FIGURA 04 - Dissuasão de roubo e gerenciamento de frota

FONTE: Leica Geosystems (2023)

A quarta revolução industrial, também conhecida como a era da inteligência artificial ou revolução digital avançada, é marcada pelo surgimento de novas tecnologias, como a internet das coisas, *smart cities*, veículos autônomos, sistemas de realidade virtual e aumentada e robôs inteligentes, que estão mudando a forma como nos comunicamos, trabalhamos e nos relacionamos uns com os outros. A difusão de mapas digitais e plataformas de mapeamento baseados em nuvem de pontos (coletados com laser scanner ocasionando em representações mais realistas), permitiu o desenvolvimento de mapas interativos com melhores personalizações e funcionalidades, possibilitando a colaboração no levantamento das informações e viabilizando a atualização e compartilhamento dos dados com

outros usuários em tempo real. A representação conceitual das *smart cities* está exposta na Figura 5.

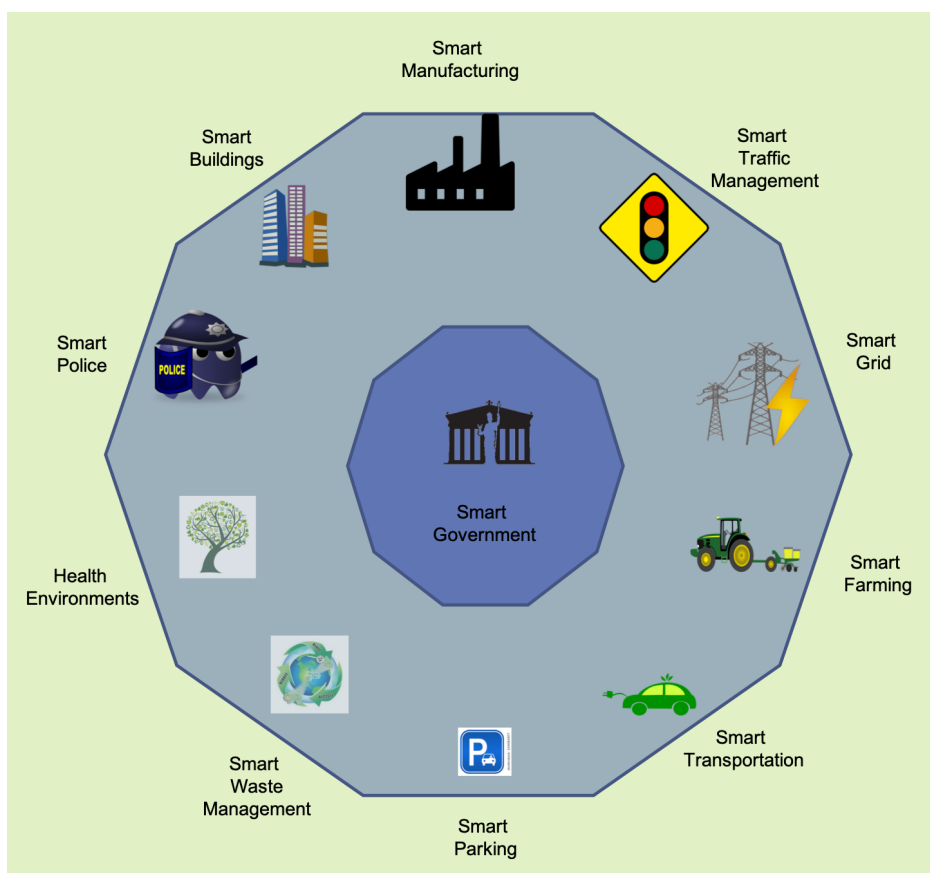


FIGURA 05 - Components of a smart city

FONTE: O'Reilly (2023)

De acordo com a UN-GGIM (2021), no contexto atual, a interligação entre informações de dimensões não-espaciais, espaciais e locais é essencial, tornando-se um pilar fundamental e capacitador do ecossistema de dados; deste modo, a infraestrutura geoespacial de cada país engloba dados, tecnologia, política, e pessoas, garantindo a utilização de informações e tecnologias velhas e novas, servindo para o uso e referência comum. Por fim, a UN-GGIM destacou que a infraestrutura geoespacial fornece a cognição para inovação orientada por dados e conhecimento em sistemas e serviços governamentais e outros sistemas nacionais iniciativas de desenvolvimento, tornando-se um sistema nervoso geoespacial, permitindo que as partes interessadas tomem as decisões certas no momento certo visando planos de ação adequados e estratégicos.

Conforme as necessidades provenientes do processo de globalização, o conhecimento acerca do território e de seu arredor se tornou uma peça fundamental

na vida cotidiana, sendo utilizado em diversos APPs para usos comuns e diários (como a Uber, Moovit, Ali Express, etc.) e também para usos corporativos mais elaborados com a utilização de softwares para gerenciamento e integração de informações. Para fins de disseminação das informações, geração de recursos e a fim de gerar praticidade, foram criados os geoserviços, os quais possuem diversas capacidades e funcionalidades.

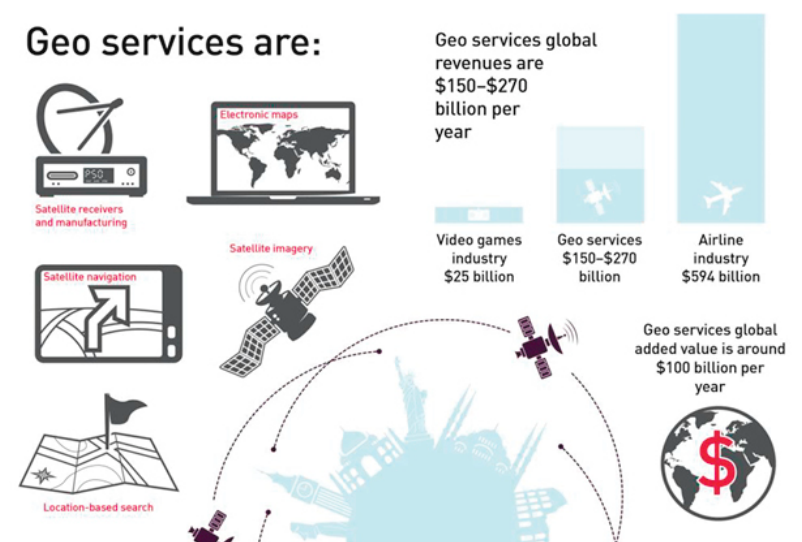


FIGURA 06 - What is the economic impact of geospatial services? pt.1

FONTE: Oxera (2013)

Conforme podemos observar pelas figuras 6 e 7, o avanço na indústria dos geoserviços acarretou em um grande impacto na economia global, tornando-se parte fundamental no processo de gerenciamento de recursos, gestão e planejamento urbano, agropecuária, serviços de emergência, gerenciamento de navios, plataformas de petróleo, linhas de transmissão de energia, sistemas de tratamento de água, entre outras ações cotidianas, corporativas ou governamentais.

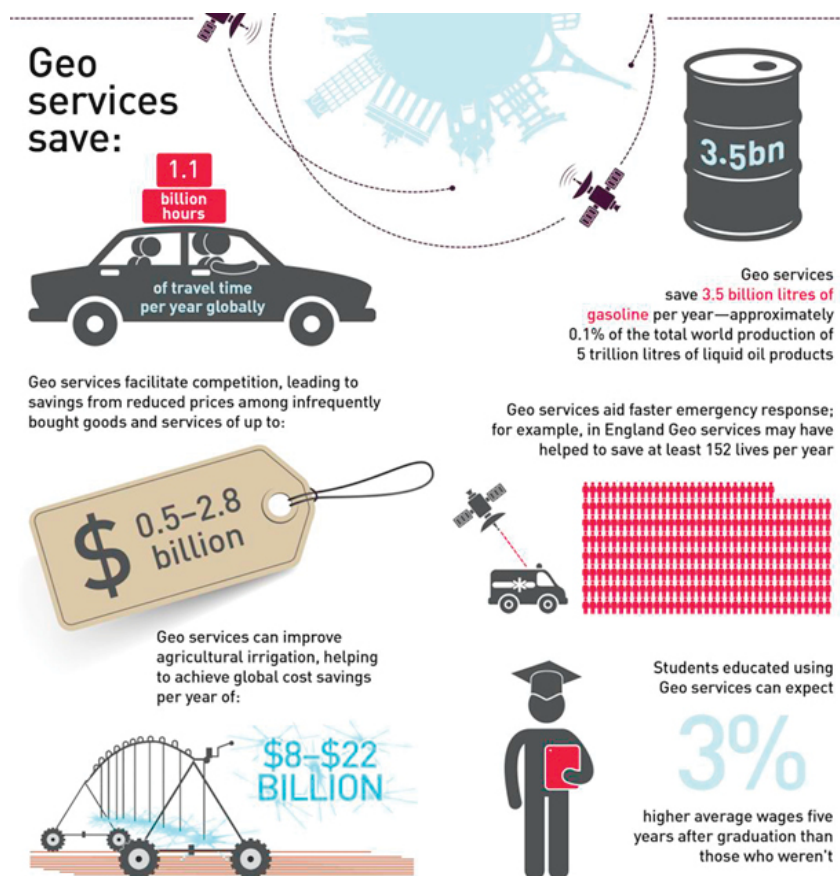


FIGURA 07 - What is the economic impact of geospatial services? pt.2

FONTE: Oxera (2013)

Com um valor acumulado maior que quinhentos bilhões de dólares e com taxa de crescimento de aproximadamente 15% ao ano (de acordo com a Oxera), a indústria geoespacial tem uma crescente evolução, tanto em investimentos quanto em utilização, sendo um dos maiores potenciais no mundo tecnológico. *Smart Cities*, carros autônomos, mundo em realidade virtual, entre diversas outras aplicações, possuem algum tipo de processamento de dados geoespaciais, sendo estes imprescindíveis para garantir qualidade e precisão. Por fim, as áreas que envolvem o uso de geoprocessamento e dados espaciais possuem um grande destaque também, sendo que um estudo, realizado por Geoff Zeiss (2018), estima que os mapas digitais geram cerca de \$1,2 trilhões de dólares em vendas em todo o mundo; além disso, este estudo estima que o uso de geotecnologias aprimoram em pelo menos 5% as receitas e custos de setores que contribuem com mais de 70% do PIB global, possuindo um valor estimado de cerca de \$2,7 trilhões de dólares. A representação desses impactos estão expostos na Figura 8.

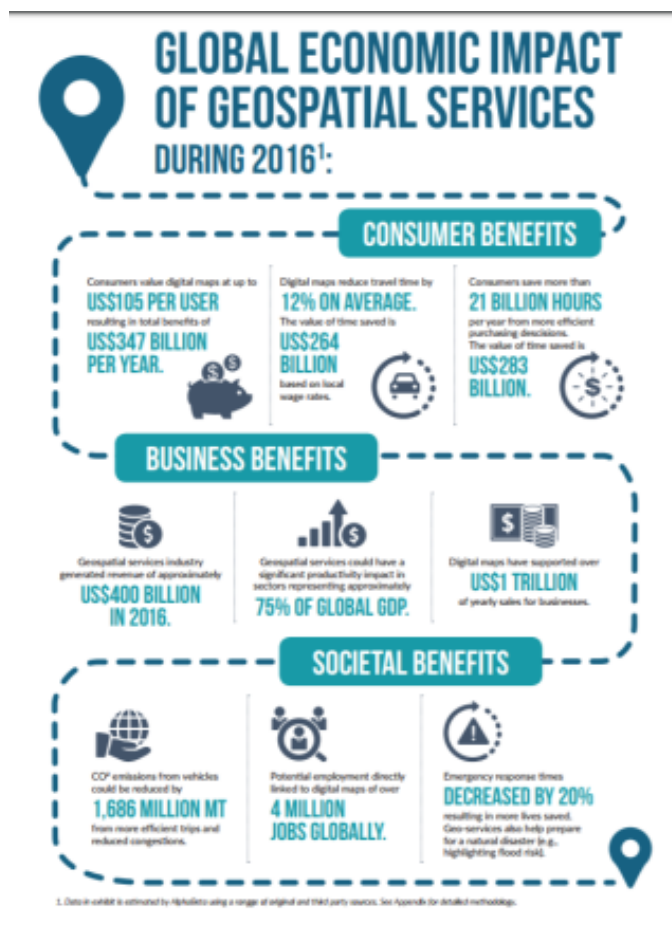


FIGURA 08 - Global Economic Impact of Geospatial Services

FONTE: Geoff Zeiss (2018)

Em meio a este contexto, temos grandes redes corporativas que utilizam o GIS para auxiliar no gerenciamento de dados geoespaciais e grupos que não conhecem ou não aplicam geotecnologias que podem apoiar nos mais diversos nichos do mercado, podendo impactar, positivamente, nos processos.

Os custos do negócio são geralmente um dos maiores encargos que qualquer empresa enfrenta, especialmente se houver incertezas de quanto a empresa pode lucrar no local onde está instalada. Apesar de ser um fenômeno recorrente em outros países, o uso de SIG's (Sistemas de Informação Geográfica) por pequenas empresas no Brasil ainda é raro. Um exemplo clássico do potencial de uso dessa ferramenta em pequenos negócios são as lojas de conveniência que dependem fortemente de suas localizações. A modelagem de varejo e modelagem de fluxo de importância são duas abordagens que têm sido utilizadas por muitas décadas para avaliar o benefício de um local em relação a outros, em particular a probabilidade de uma área ser capaz de atrair pessoas porque é mais acessível ou conveniente. (LSGEO, 2023).

Neste contexto, a coleta de informações geoespaciais acuradas e dinâmicas se torna cada vez mais relevante, de modo que, dentro do ciclo de projetos de informações geoespaciais, a gestão e documentação de dados pelas equipes de

campo também é vital. Portanto, caracteriza-se a necessidade de uma proposta que utilize recursos modernos, esteja disponível ao público e que não necessite de conhecimentos avançados acerca de geotecnologias para o uso, a fim de disseminar a utilização de dispositivos móveis no gerenciamento e visualização de dados em tempo real. Consequentemente, essas soluções têm o potencial de auxiliar também processos mais simplificados e não apenas sistemas mais robustos e complexos; na vertente da topografia, por exemplo, é possível afirmar que o SIG é uma ferramenta essencial para garantir precisão, eficiência e eficácia nas medições e na análise de dados geográficos obtidos.

1.1 OBJETIVO GERAL

O principal objetivo deste trabalho é projetar uma solução geoespacial centrada no usuário que vise apoiar trabalhos de levantamento, integrando o armazenamento e otimizando o compartilhamento de dados entre as equipes, com o potencial de reduzir custos, retrabalhos e tempo de execução.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diagnosticar situação atual da gestão de dados em campo através do levantamento de requisitos funcionais e não funcionais;
2. Projetar solução que contemple e apoie nos requisitos apresentados;
3. Conceituar um modelo de base de dados adaptável e flexível através de API's internas;
4. Desenvolver interface do sistema para a visualização e gerenciamento dos dados do sistema;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 LEVANTAMENTO DE DADOS GEOESPACIAIS EM CAMPO

A gestão de dados geoespaciais em campo é um processo importante em muitas áreas da ciência e da pesquisa, podendo ser utilizada desde projetos pequenos e mais simples até projetos de alta escala e com maior complexidade. Assim sendo, esse processo envolve organização, armazenamento, análise e visualização de dados que possuem uma componente geográfica ou espacial, podendo incluir informações sobre a localização de objetos ou fenômenos em um mapa, como cidades, rios, estradas, edifícios, florestas, terrenos e muito mais. Deste modo, de acordo com o autor, é possível destringir esse processo em quatro etapas principais:

- **Planejamento:** planejar cuidadosamente o projeto é essencial. Nesta etapa é preciso definir os objetivos, selecionar a localização de interesse, determinar os métodos de coleta e planejar como os dados serão armazenados e analisados.

O Plano de Gestão de Dados (PGD) descreve que dados serão coletados ou gerados; quais as metodologias e padrões que serão utilizados nesses processos; se, como e sob que condições esses dados serão compartilhados e/ou tornados abertos [...] (USP, 2023).

- **Aquisição dos dados:** essa etapa consiste na coleta, compra ou obtenção de dados relevantes para o projeto. Nesta etapa, vale ressaltar que, se necessário realizar a coleta de dados, é importante seguir os protocolos e métodos estabelecidos na etapa de planejamento, assim como documentar qualquer informação relevante, como condições climáticas, horário e localização; é importante garantir que os dados sejam coletados de forma precisa e confiável, a fim de evitar transtornos.

A aquisição de dados é o processo de conversão de sinais do mundo real para o domínio digital para exibição, armazenamento e análise. Como os fenômenos físicos existem no domínio analógico, ou seja, no mundo físico em que vivemos, eles devem ser medidos primeiro lá e depois convertidos no domínio digital. (SMITH, G.M., 2020).

- Processamento de dados: com os dados coletados, geralmente, é necessário que eles sejam processados e organizados de maneira apropriada para análise; isso pode incluir a carga dos dados em uma planilha ou banco de dados, realização de cálculos e limpeza ou correção de dados incorretos ou incompletos.

Spatial data processing utilizes the tools and technologies of GIS without the necessary production of a map. Spatial data processing utilizes large volumes of geodata to answer business questions, identify risk and solve critical problems. The end result can be numeric, a code, a list of products or of course, a map. (FARALLON GEOGRAPHICS, 2023).

- Análise de dados: uma vez que os dados estão prontos para análise, é importante usar técnicas estatísticas apropriadas para examinar os dados e tirar as conclusões necessárias.

Spatial analysis refers to studying entities by examining, assessing, evaluating, and modeling spatial data features such as locations, attributes, and relationships that reveal data's geometric or geographic properties. It uses a variety of computational models, analytical techniques, and algorithmic approaches to assimilate geographic information and define its suitability for a target system. (KANADE, V., 2022).

Dentre as etapas apresentadas, a de aquisição de dados pode ser o processo mais demorado e trabalhoso, mas é crucial para produzir resultados precisos e confiáveis; além disso, a gestão e documentação correta destes dados é fundamental para evitar custos desnecessários ao projeto e atividades de retrabalho. Uma vez coletados, os dados espaciais podem ser armazenados em bancos de dados especializados e analisados usando ferramentas de softwares desenvolvidos para este fim. As informações geradas podem ser usadas em aplicações como planejamento urbano, gestão de recursos naturais, monitoramento ambiental e muito mais. Com a visão centralizada em dados e seguindo as tendências tecnológicas, temos que a difusão das informações e análises espaciais que ocorrem requerem determinado nível de acesso e funcionalidades; por conta disso, a utilização de sistemas WEB é essencial para que o processo seja realizado de forma compartilhada, permitindo a disseminação dos resultados com maior eficácia.

2.2 DESENVOLVIMENTO WEB

De acordo com a Roveda (2020), o desenvolvimento web é a área da tecnologia voltada à construção de sites, aplicativos, softwares, bancos de dados e quaisquer outras ferramentas que, de certa forma, constroem a internet como a conhecemos hoje. Esse processo envolve etapas desde o planejamento do projeto com diagramas e fluxogramas, funcionalidades e configurações do servidor (como criação de banco de dados e APIs) até o desenvolvimento propriamente dito da interface do usuário com o sistema.

2.2.1 Diagramas UML

De acordo com o autor, diagramas UML (acrônimo do inglês *Unified Modeling Language*) são uma família de linguagens de modelagem visual usadas para descrever e documentar sistemas de software e outros aplicativos de sistema.

A picture is worth a thousand words. That's why Unified Modeling Language (UML) diagramming was created: to forge a common visual language in the complex world of software development that would also be understandable for business users and anyone who wants to understand a system. (LUCIDCHART, 2023).

Esses diagramas são utilizados para representar graficamente a estrutura e o comportamento de um sistema e permitem que desenvolvedores de software e outros profissionais de TI visualizem e entendam o sistema de forma mais clara e eficaz. Existe uma ampla variedade de diagramas diferentes que podem ser usados para representar diferentes aspectos de um sistema, como sua arquitetura, seus componentes e como ele funciona. De acordo com o Lucidchart (2023), os diagramas UML podem ser subdivididos em estruturais e comportamentais, conforme estão apresentados abaixo e de tal modo que estão detalhados apenas os de interesse ao projeto:

1. Diagramas UML estruturais:
 - Diagrama de componentes;
 - Diagrama de estrutura composta;
 - Diagrama de implantação;
 - Diagrama de objetos;

- Diagrama de Pacote;
- Diagrama de classes: o diagrama UML mais comumente usado é a base principal de qualquer solução orientada a objetos. Classes dentro de um sistema, atributos e operações e o relacionamento entre cada classe. As classes são agrupadas para criar diagramas de classe ao diagramar grandes sistemas.

2. Diagramas UML comportamentais:

- Diagramas de atividades;
- Diagrama de comunicação;
- Diagrama de Visão Geral da Interação;
- Diagrama de Sequência;
- Diagrama de estado;
- Diagrama de temporização;
- Diagrama de caso de uso: representa uma funcionalidade particular de um sistema, criado para ilustrar como as funcionalidades se relacionam e seus controladores internos/externos (atores)

A utilização de diagramas auxilia no planejamento do desenvolvimento de software, a fim de minimizar retrabalhos e ter resultados mais assertivos. Com os esquemas visuais, é possível criar, de forma mais concreta e específica, a arquitetura da solução.

2.2.2 Arquitetura

Segundo a IBM (*International Business Machines - 2006*), a arquitetura de software é a representação do sistema em que existe o mapeamento de funcionalidades para software e hardware. Desse modo, podemos dizer que esse conceito representa a estrutura geral de um software, incluindo as relações entre os componentes e os módulos que o compõem, ou seja, influencia como um sistema é projetado, desenvolvido e mantido, além de afetar a forma de interação dos usuários e a escalabilidade do sistema. Os pilares da arquitetura de software são conceitos fundamentais que ajudam a garantir a qualidade e eficácia de um sistema de

software. Esses pilares incluem:

- Abstração: capacidade de representar conceitos complexos de forma simples e abstrata.
- Confiabilidade: capacidade de um sistema de funcionar de forma consistente e sem falhas.
- Encapsulamento e modularidade: capacidade de dividir o software em módulos independentes e reutilizáveis.
- Escalabilidade: capacidade de um sistema de lidar com aumentos no tráfego ou carga de trabalho.
- Manutenibilidade: facilidade com que um sistema pode ser modificado ou mantido.
- Polimorfismo: capacidade de tratar objetos diferentes de forma semelhante.
- Segurança: capacidade de um sistema de proteger contra ameaças cibernéticas e garantir a privacidade e a confidencialidade dos dados.

Os pilares da arquitetura de software são os princípios fundamentais que sustentam a estrutura e o projeto de um sistema de software, de modo a garantir que o software seja escalável, fácil de manter e evoluir, além de ser fácil de entender e testar. Definida a arquitetura do sistema, é possível modelar o banco de dados, ferramenta utilizada para o armazenamento das informações de interesse ao sistema.

2.2.3 Banco de dados

Segundo a Oracle (2023), um banco de dados é uma coleção organizada de informações estruturadas, ou dados, geralmente armazenados eletronicamente em um sistema de computador, sendo ele, geralmente, controlado por um sistema de gerenciamento de banco de dados (DBMS). Ele é utilizado para armazenar grandes quantidades de dados que podem ser acessados por uma variedade de aplicativos e usuários. Existem vários tipos de bancos de dados, cada um com suas próprias características e usos específicos. A Oracle (2023), especifica alguns dos tipos de bancos de dados:

- Bancos de dados relacionais: Os bancos de dados relacionais tornaram-se dominantes na década de 1980. Os itens em um banco de dados relacional são organizados como um conjunto de tabelas com colunas e linhas. A tecnologia de banco de dados relacional fornece a maneira mais eficiente e flexível de acessar informações estruturadas. Alguns bancos relacionais são: Oracle, SQL Server, MySQL e PostgreSQL.
- Bancos de dados orientados a objetos: As informações em um banco de dados orientado a objetos são representadas na forma de objetos, como na programação orientada a objetos. Alguns bancos orientados a objetos são: GemStone/S, ObjectDB e ObjectDatabase++.
- Bancos de dados distribuídos: consiste em dois ou mais arquivos localizados em sites diferentes. O banco de dados pode ser armazenado em vários computadores, localizados no mesmo local físico ou espalhados por diferentes redes. Alguns dos bancos distribuídos são: Apache Ignite, Apache Cassandra, Apache HBase, Couchbase Server e Amazon SimpleDB.
- Bancos de dados NoSQL: estes bancos de dados permitem que dados não estruturados e semiestruturados sejam armazenados e manipulados (ao contrário de um banco de dados relacional, que define como todos os dados inseridos no banco de dados devem ser compostos). Os bancos de dados NoSQL se tornaram populares à medida que os aplicativos da Web se tornaram mais comuns e complexos. Alguns bancos NoSQL são: MongoDB, CouchDB, Redis e Amazon DynamoDB.
- Bancos de dados de gráficos: estes bancos armazenam dados em termos de entidades e relacionamentos entre entidades.

Esses são os bancos de dados mais comuns usados em aplicações e cada um apresenta as suas próprias peculiaridades, limitações e capacidades, de modo que a análise do tipo de banco a ser utilizado é essencial para um desenvolvimento concreto da aplicação, sendo esta análise dependente das demandas dos usuários. Geralmente, o acesso direto ao banco de dados é realizado pelo DBA (*Database Administrator*), de modo que os usuários não possuem acesso direto à ferramenta do banco de dados, mas sim utilizam outros artefatos que possibilitam a comunicação entre o banco de dados e os sistemas em questão; alguns destes artefatos são denominados APIs.

2.2.4 API

Acrônimo do em inglês para *Application Programming Interface*, também conhecida como “Interface de Programação de Aplicativos”, é um conjunto de protocolos, rotinas e ferramentas adotadas para construir aplicações de software; em outras palavras, representa definições e padrões que determinam como duas aplicações se comunicam entre si. As APIs permitem que aplicações diferentes se integrem e compartilhem dados e funcionalidades, podendo ser utilizadas para permitir que aplicações acessem serviços na nuvem para armazenamento de dados ou realizar outras tarefas no servidor ou serviços configurados, de tal modo que, geralmente, são acessadas por meio de diferentes métodos de requisição HTTP. Os métodos de requisição HTTP mais comuns são:

- GET: esse método é usado para solicitar dados de uma API. Ele é usado para obter informações de uma API.
- POST: esse método é usado para enviar dados à API. Ele é usado para criar novos recursos.
- PUT: esse método é usado para atualizar dados existentes na API. Ele é usado para modificar um recurso existente.
- DELETE: esse método é usado para excluir dados da API. Ele é usado para excluir um recurso existente.

Esses são métodos representam o CRUD do serviço, mas existem outros métodos também, como HEAD, OPTIONS e PATCH, de modo que cada um deles é usado para realizar uma ação específica e os detalhes de como cada um é usado variam de acordo com a forma que a API foi desenvolvida e quais os requisitos demandados pelos usuários. Deste modo, são levantadas as funcionalidades de interesse, a fim de não haver sobreposição de funções e para evitar desenvolvimentos que não serão utilizados. Partindo deste conceito apresentado, temos duas abordagens diferentes no que tange o assunto transmissão de dados online, sendo estas REST e SOAP, sendo que, no presente caso, a abordagem utilizada é a REST.

REST e SOAP definem como as interfaces de programação de aplicações (APIs) são criadas, o que possibilita a comunicação dos dados entre aplicações web. A transferência de estado representacional (representational state transfer, REST) é um conjunto de princípios de arquitetura. Já o protocolo de acesso a objetos simples (simple object access protocol, SOAP) é um protocolo oficial mantido pela World Wide Web Consortium (W3C). A principal diferença é que SOAP é um protocolo e REST, não. Normalmente, uma API será baseada em REST ou SOAP, dependendo do caso de uso e das preferências do desenvolvedor. (REDHAT, 2019).

Deste modo, a terminação REST neste conceito indica que a API foi desenvolvida seguindo um conjunto de regras, restrições e arquitetura. Estas regras permitem o desenvolvimento de uma aplicação com interface bem definida, rotinas padronizadas e facilmente representadas, que visam facilitar a comunicação entre máquinas e usuários. As características de arquitetura que caracterizam uma API REST, de acordo com a Hostinger (2022), consistem em:

- Arquitetura cliente-servidor: indica uma arquitetura baseada em clientes, servidores e recursos, em que as solicitações são feitas via protocolo HTTP. Essa condição está ligada à independência entre o cliente e o servidor, ou seja, mudanças feitas pelo usuário na aplicação em seu dispositivo não devem afetar o servidor e sua estrutura de dados. De mesmo modo, alterações feitas pelos desenvolvedores nos bancos de dados da aplicação não devem instantaneamente impactar o dispositivo do usuário.
- Comunicação *stateless*: a comunicação feita entre cliente e servidor não deve armazenar nenhuma informação entre as solicitações. Em uma REST API, cada solicitação contém todos os dados necessários para que seja atendida, não dependendo de informações já armazenadas em outras sessões.
- Cache: uma API REST deve ser desenvolvida de modo que consiga armazenar dados em cache. Quando uma informação fica armazenada em cache, as solicitações e respostas entre cliente e servidor são otimizadas.
- Interface uniforme: é o que permite o desenvolvimento independente da aplicação entre usuário e servidor. Uma REST API deve conter uma interface uniforme pois ela oferece uma comunicação padronizada entre o usuário e o software. A manipulação de recursos através de representações (como JSON ou XML), é uma das condições para o desenvolvimento dessa interface.

- Sistema de camadas: cada camada do sistema deve possuir uma funcionalidade específica (como segurança ou carregamento). Assim, cada camada é responsável por uma etapa diferente dos processos de requisição de usuário e de resposta do servidor. Essas camadas são ordenadas hierarquicamente mas, apesar de serem separadas, todas interagem entre si.

2.2.5 Programação

O desenvolvimento web envolve a utilização de uma variedade de tecnologias e linguagens de programação, como HTML, CSS, JavaScript e outras, bem como ferramentas que ajudam a criar e publicar websites e aplicações na internet. Existem diversos conceitos que são comumente utilizados no desenvolvimento web, sendo que as principais consistem em:

- HTML (Linguagem de Marcação de Hipertexto): é a linguagem principal utilizada para criar a estrutura de uma página da web.
- CSS (Linguagem de Folhas de Estilo em Cascata): é a linguagem utilizada para estilizar a aparência de uma página da web, incluindo a cor, o tamanho da fonte e a disposição dos elementos.
- JS (JavaScript): é uma linguagem de programação que é usada para adicionar funcionalidades interativas às páginas da web.
- NodeJS: é uma plataforma de código aberto baseada em JavaScript que é executada no lado do servidor. Ele permite aos desenvolvedores criar aplicativos de rede escaláveis e de alta performance.

O Javascript, por seu amplo grau de utilização e complexidade que pode apresentar, possui um conjunto de ferramentas e bibliotecas que fornecem uma estrutura para o desenvolvimento de aplicações web. As bibliotecas JS são coleções de códigos pré-escritos que podem ser incluídos em um projeto de desenvolvimento web para fornecer funcionalidades adicionais. Elas são projetadas para tornar o processo de desenvolvimento mais rápido e eficiente, permitindo que os desenvolvedores reaproveitem códigos existentes em vez de escrever tudo do zero. Algumas bibliotecas JavaScript populares incluem:

- jQuery: uma biblioteca de JavaScript que facilita o acesso e manipulação de elementos do DOM (Modelo de Objetos do Documento).
- React: uma biblioteca de JavaScript desenvolvida pelo Facebook que é amplamente utilizada para criar interfaces de usuário reativas.
- Angular: um framework de aplicação da web baseado em JavaScript que fornece uma estrutura para o desenvolvimento de aplicações da web de front-end.
- Vue: um framework de aplicação da web baseado em JavaScript, focado no desenvolvimento de interfaces de usuário e aplicativos de página única.
- Leaflet: uma biblioteca JavaScript de código aberto para mapas interativos com compatibilidade para dispositivos móveis.

Existem muitas outras bibliotecas JavaScript disponíveis para uma ampla variedade de propósitos, de modo que a escolha das bibliotecas adequadas dependem das necessidades específicas do projeto e da preferência do desenvolvedor. Deste modo, a boa procedência do código desenvolvido ajuda a garantir a qualidade, manutenibilidade e escalabilidade do software. Segundo o Uncle Bob (2008), boas práticas ajudam a escrever códigos claros, legíveis e fáceis de manter, o que torna o trabalho dos desenvolvedores mais eficiente e eficaz; portanto, é possível dizer que seguir boas práticas otimiza a eficiência, qualidade e confiabilidade do código, garantindo manutenções e atualizações pontuais e, conseqüentemente, mais ágeis do sistema. O Clean Code exposto por Robert Martin (2008), estabelece que as boas práticas na programação incluem:

- Nomes de variáveis claros e descritivos: isso ajuda a tornar o código mais legível e fácil de entender.
- Comentários para documentar o código (*docstrings*): os comentários ajudam a explicar o que o código está fazendo e podem ser úteis para outras pessoas que estiverem lendo o código.
- Código organizado: a indentação é essencial para deixar o código mais legível; além disso, separar blocos de código relacionados, ajuda no entendimento das funcionalidades.
- Código reutilizável: ao escrever códigos reutilizáveis, evita-se a duplicação de métodos e linhas, tornando-o mais fácil de manter.

- Funções com propósitos específicos: isso ajuda a manter o código organizado e fácil de entender.
- Testes recorrentes e automatizados: testes automatizados são utilizados para garantir que o código esteja funcionando corretamente; em contrapartida, testes manuais têm por objetivo garantir que o código esteja funcionando conforme o esperado.
- Código atualizado: buscar utilizar a última versão das linguagens, a fim de manter o sistema atualizado com as últimas melhorias e recursos.

Além disso, temos diversas outras convenções que auxiliam no processo de codificação limpa e eficaz, dentre eles podemos citar o SOLID. O SOLID é um conjunto de cinco princípios de design de software que visam ajudar os desenvolvedores a escrever código de qualidade e de fácil manutenção; esses princípios foram propostos pelo Uncle Bob (2005) e são:

- *Single Responsibility Principle* (Princípio da Responsabilidade Única): cada módulo ou classe deve ter uma única responsabilidade bem definida.
- *Open-Closed Principle* (Princípio Aberto-Fechado): os módulos ou classes devem estar abertos para extensão, mas fechados para modificação. Isso significa que eles devem ser projetados de forma a permitir que novas funcionalidades sejam adicionadas sem alterar o código existente.
- *Liskov Substitution Principle* (Princípio da Substituição de Liskov): as classes derivadas devem ser substituíveis por suas classes base. Isso significa que se uma classe base é usada em um determinado contexto, qualquer classe derivada deve ser capaz de ser usada no mesmo contexto sem causar problemas.
- *Interface Segregation Principle* (Princípio da Segregação de Interfaces): as interfaces devem ser pequenas e específicas, ao invés de tentar abranger muitas funcionalidades. Isso evita que os clientes sejam forçados a implementar métodos que eles não precisam.
- *Dependency Inversion Principle* (Princípio da Inversão de Dependência): as classes devem depender de abstrações, não de implementações concretas. Isso ajuda a tornar o código mais flexível e fácil de modificar.

Seguir os princípios do SOLID pode ajudar a escrever código de qualidade e

de fácil manutenção, pois eles incentivam a criação de módulos ou classes que são genéricas, simples, reutilizáveis e fáceis de modificar. Por fim, a maior parte dos sistemas necessita de uma interface, ou seja, uma visualização que facilite a operação dos usuários sobre as entidades implementadas no sistema, garantindo simplicidade e usabilidade. Deste modo, a interface do usuário representa a área do sistema em que o usuário irá interagir e realizar as ações possíveis para executar as tarefas de interesse.

2.2.6 Projeto da interface

O projeto de interface do sistema é a parte do projeto de um sistema que se concentra na criação da interface do usuário, que é a forma como os usuários interagem com o sistema, incluindo a definição de como os usuários entram em contato com o sistema, como navegam nele, como realizam tarefas e como obtêm ajuda e suporte. Esta etapa envolve a criação de protótipos, a seleção de tecnologias de interface do usuário e a definição de padrões de design para a interface do usuário. Além disso, leva em consideração fatores como a usabilidade, acessibilidade e experiência do usuário. Para criar uma interface do usuário eficiente e de qualidade, é importante envolver os usuários em todas as etapas do projeto, desde a coleta de requisitos até a validação e teste da interface, podendo incluir a realização de entrevistas com os usuários, criação de protótipos para testes de usabilidade e realização de testes de aceitação com os usuários finais. Esse envolvimento geralmente é feito com a ajuda de um profissional UX, o qual possui como principal objetivo compreender a visão do usuário acerca da usabilidade da plataforma e do processo ao qual está inserido.

Segundo Morales (2021), o design mobile-first é essencial para o design de um produto bem-sucedido, de modo que, projetar as telas menores primeiro permite que os designers se concentrem nas funções principais dos produtos; assim sendo, possibilita a identificação dos principais componentes UX do produto. Deste modo, ao começar a projetar para telas maiores, é possível adicionar elementos para complementar as funções principais do produto ou serviço. Portanto, o *Mobile First* é uma abordagem de design de interface que prioriza as necessidades e preferências dos usuários móveis no desenvolvimento de um site ou aplicativo, ou seja, consiste

em projetar primeiro para uma experiência móvel e depois adaptar o design para desktop ou outros tamanhos de tela. Essa abordagem reconhece que cada vez mais pessoas acessam a Internet em seus smartphones e tablets, visando fornecer a elas uma experiência de usuário perfeita e intuitiva nesses dispositivos. Resumindo, o objetivo do *mobile first* é criar uma UX otimizada para dispositivos móveis e que funcione perfeitamente em todas as plataformas e dispositivos. De acordo com Wroblewski (2011), há cinco princípios do design *mobile first*:

- Foco no usuário: priorizar as necessidades do usuário e garantir que a experiência em dispositivos móveis seja otimizada.
- Performance: priorizar a velocidade e eficiência da aplicação em dispositivos móveis para garantir uma experiência fluida e sem interrupções.
- Conteúdo básico: priorizar o conteúdo essencial e minimizar a quantidade de informação desnecessária para garantir que a experiência em dispositivos móveis seja clara e direta.
- Design responsivo: as soluções são projetadas para se adaptar à ampla gama de tamanhos de tela e tipos de dispositivos móveis.
- Funcionalidade simples: Priorizar a funcionalidade simples e intuitiva para garantir que a experiência em dispositivos móveis seja fácil de usar.

2.3 PROJETO CARTOGRÁFICO

De acordo com Firkowski e Sluter (2008), o processo de produção de mapas consiste em uma atividade de engenharia e, conseqüentemente, exige projeto, denominando-se projeto cartográfico. Partindo disso, o estabelecimento claro dos métodos e processos que devem ser aplicados são essenciais para que as finalidades de utilização do mapa possam ser alcançadas. Deste modo, os processos de abstração e generalização cartográfica são aplicados na produção de um mapa e, como resultado, obtém-se uma representação simplificada e/ou aproximada do mundo, sendo ela adotada a partir da simbolização de elementos gráficos e textuais, segregando os fenômenos e objetos representados de maneira padronizada, garantindo a legibilidade do mapa. O processo de estruturação das etapas de um projeto cartográfico está apresentado no diagrama da Figura 9.

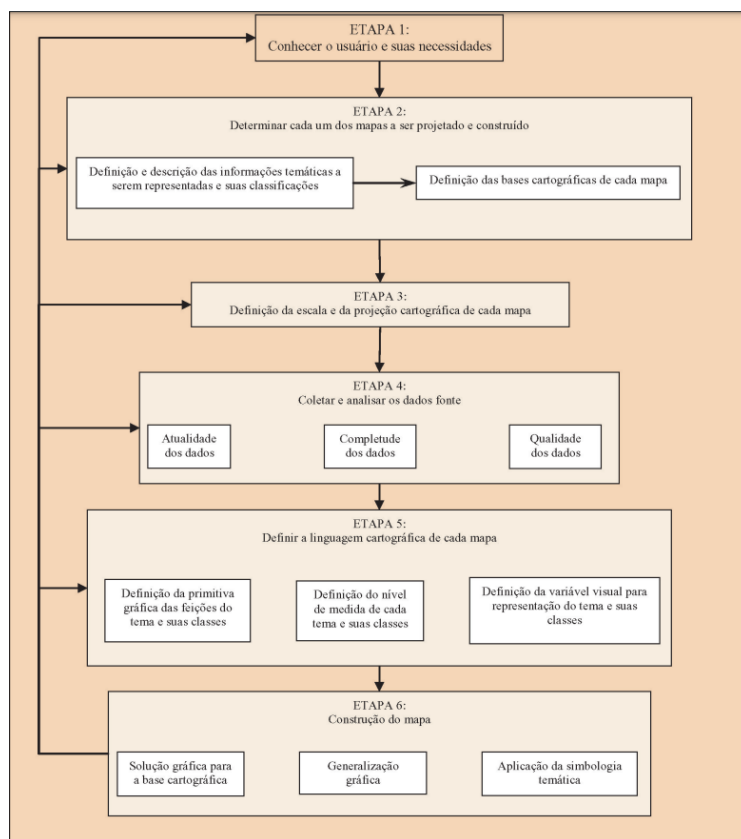


FIGURA 09 - Diagrama da sistemática de trabalho para o desenvolvimento de Projeto Cartográfico
 FONTE: Slutter (2008)

Complementando, temos que a comunicação cartográfica consiste no processo de transmitir informações geográficas através de mapas e outras representações gráficas; isso pode ser feito de várias maneiras, como através de mapas impressos, digitais ou interativos. A comunicação cartográfica é importante pois permite que as pessoas entendam a localização de lugares e características geográficas de uma região de maneira mais clara e concisa do que através de descrições verbais ou textuais. Além disso, os mapas podem ser usados para comparar informações geográficas em diferentes períodos de tempo e partes do mundo, o que pode ser útil para processos de análise e tomada de decisão.

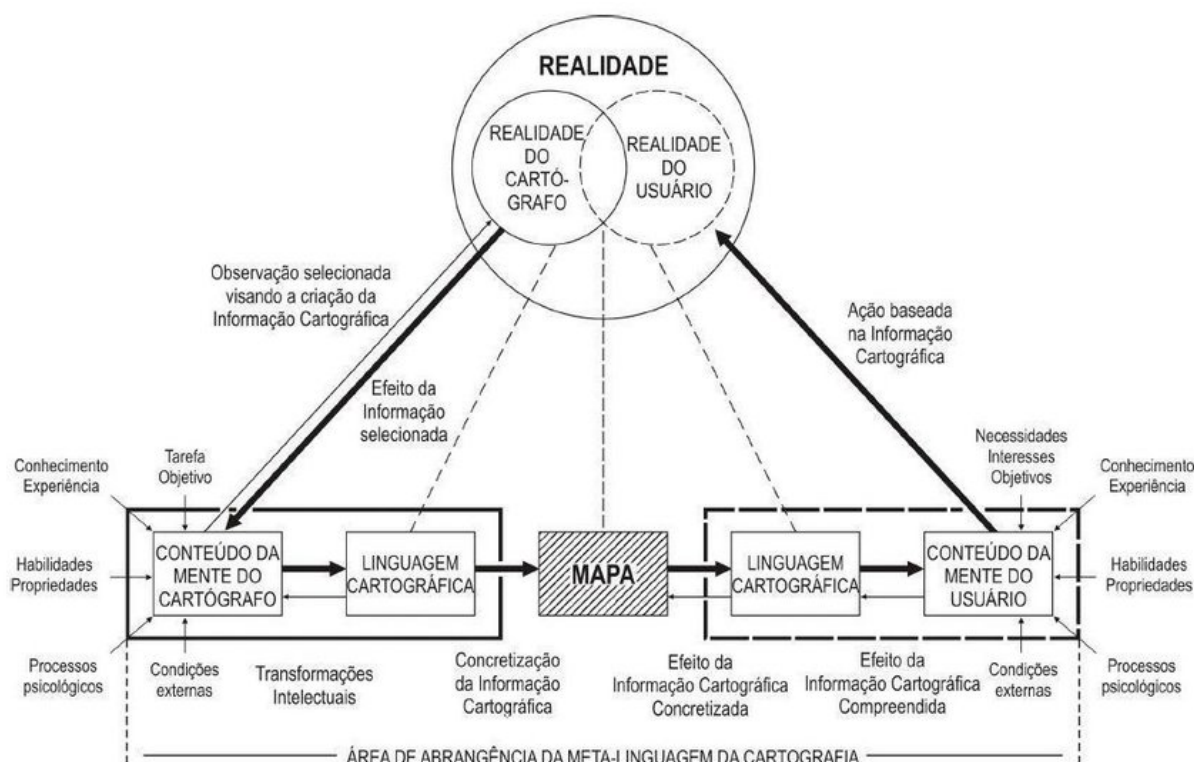


FIGURA 10 - Comunicação da informação cartográfica

FONTE: KOLACNY (1977) adaptado

Por fim, podemos intuir que, a partir do estudo da linguagem cartográfica, é possível desenvolver projetos cartográficos, os quais representam um conjunto de atividades e tarefas que visam produzir mapas ou outras representações gráficas de informações geográficas. Isso pode incluir a coleta de dados geográficos, criação de modelos matemáticos para representar o terreno ou aspectos físicos do lugar, seleção e posicionamento de elementos gráficos no mapa, criação de legendas e outros elementos de texto, e a impressão ou publicação dos mapas finais. As características de um projeto cartográfico podem variar dependendo do tipo de mapa que está sendo criado e do objetivo do projeto. Dentro do conceito do projeto cartográfico, temos duas seções: as decisões de projeto e a linguagem cartográfica, as quais serão detalhadas a seguir

2.3.1 Decisões de Projeto

Esta etapa baseia-se em conceitos que cabe ao cartógrafo compreender e definir, a partir da visão do usuário final frente ao produto em questão e das

necessidades e requisitos que o sistema irá possuir. Essas definições, na maioria dos casos, afetam diretamente os dados de interesse e podem impactar diretamente na decisão dos métodos de coleta de dados, podendo facilitar o resultado ou colocar algumas limitações no sistema.

2.3.1.1 Projeção cartográfica

De acordo com Firkowski e Slutter (2008), uma projeção cartográfica pode ser definida como um relacionamento matemático entre posições referidas a um modelo de superfície terrestre e posições referidas a uma superfície plana ou uma superfície desenvolvível no plano. Deste modo, é possível dizer que projeções cartográficas estabelecem os métodos utilizados para transformar coordenadas geográficas de um determinado lugar ou região em um plano; existem vários tipos de projeções cartográficas, cada uma com suas próprias características e distorções. A escolha da projeção rege a forma como os dados serão representados e a forma como eles se relacionam no espaço do mapa. A projeção adotada por padrão em mapas interativos publicados na web é a Web Mercator (ESPG 3857).

2.3.1.2 Sistema de referência

De acordo com a IAG (2023), os sistemas geodésicos de referência são os modelos matemáticos e físicos necessários para descrever as posições físicas e a gravidade em um ambiente de espaço-tempo. Teorias e metodologias geodésicas fundamentais fornecem a estrutura para a definição de sistemas de referência geodésicos.

Reference systems and frames are of primary importance for scientific research, satellite navigation, and geospatial applications. A precisely defined and accurate reference frame improves our understanding of the Earth's system and its time variations [...] (IUGG, 2023).

2.3.1.3 Escala

De acordo com o dicionário cartográfico do IBGE (1993), escala é o termo que representa a relação entre as dimensões dos elementos representados num mapa e as correspondentes dimensões na natureza; por exemplo, um mapa com uma escala de 1:100.000 significa que cada centímetro no mapa representa 100.000

centímetros no terreno. Em ambientes interativos, esse componente, antes fixo, pode variar, por conta da existência da ferramenta de *zoom*, a qual possibilita trabalhar com diversas escalas; nestes casos, é possível trabalhar com níveis de escala pré-definidos e podendo (ou não) fixar um determinado intervalo de valores.

2.3.2 Linguagem Cartográfica

Segundo Slutter (2008), a linguagem cartográfica no mapeamento temático não seguem as convenções topográficas; assim sendo, podemos intuir que o mapeamento temático apresenta uma maior flexibilidade no que tange o projeto dos símbolos e a forma de como a informação é apresentada ao usuário.

Segundo Slutter (2008), “[...] para cada mapa temático uma linguagem cartográfica é criada, sendo seu resultado apresentado na legenda do mapa.”

De acordo com o autor, a simbologia representa o conjunto de elementos gráficos utilizados para representar diferentes aspectos do lugar no mapa; por exemplo, um símbolo de uma estrela pode representar uma cidade, enquanto um círculo pode representar um lago, variando de acordo com a escala do objeto e do mapa. Por conta da grande variedade de possibilidades para serem trabalhadas no conceito de simbologia, há quatro aspectos que se relacionam nesse assunto, os quais serão detalhados a seguir.

2.3.2.1 Primitiva gráfica

As primitivas gráficas são elementos geométricos básicos utilizados na criação de gráficos, mapas ou outras representações gráficas; eles também podem ser usados em análises de dados geográficos para calcular áreas, distâncias e outras medidas. De acordo com a Falat e Bonatto (2007), as dimensões espaciais das primitivas gráficas, para mapas bidimensionais, podem ser ponto, linha ou área, definidas com base nas feições do fenômeno a ser representado, de modo que a definição destas dimensões depende da escala da representação.

2.3.2.2 Variável visual

As variáveis visuais são elementos do design gráfico que podem ser controlados e modificados para criar diferentes efeitos visuais em um mapa ou outra representação gráfica. Segundo o ITC, University of Twente (2020), o cartógrafo francês Jacques Bertin (1918–2010) distinguiu seis categorias, que ele chamou de variáveis visuais, que podem ser aplicadas a símbolos de ponto, linha e área, conforme o esquema apresentado na Figura 11:

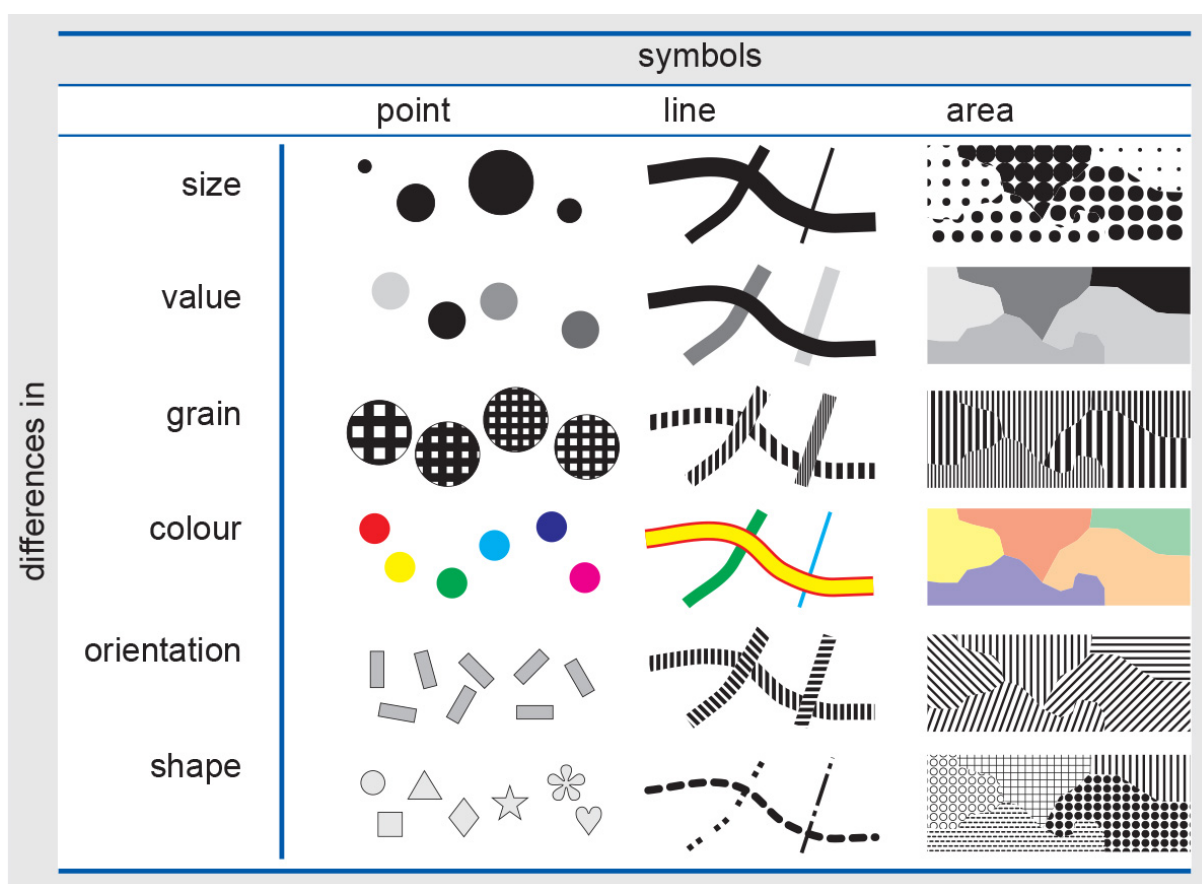


FIGURA 11 - Bertin's six visual variables illustrated

FONTE: University of Twente (2020)

2.3.2.3 Nível de medida

Os níveis de medida representam a natureza da variável que está sendo medida ou analisada, ou seja, conceitua como os dados de diferentes categorias ou grupos podem ser divididos; este conceito visa determinar qual método de análise estatística é mais apropriado para tratar os dados. A FGV (2009), indica que há quatro níveis de mensuração e os definem como:

1. Nominal: a escala de medidas com o nível mais baixo de mensuração, de modo que é obtida quando as variáveis são utilizadas simplesmente para classificar os objetos. Nesse caso os valores assumidos pela variável são meramente rótulos, isto é, não possuem qualquer tipo de tratamento matemático ou estatístico, de modo que pode ser substituído por qualquer conjunto de novos valores, desde que se mantenha a relação unívoca entre os valores originais e os substitutos.
2. Ordinal: caso em que categorias de uma variável nominal podem ser ordenadas, isto é, permitam uma relação do tipo maior do que ($>$) ou menor do que ($<$) entre pares de possíveis categorias mutuamente exclusivas, de modo que qualquer conjunto numérico pode ser utilizado para substituir o conjunto original de valores associados a cada categoria, desde que a ordem original das categorias seja mantida.
3. Intervalar: quando os fenômenos são representados por variáveis que assumem valores contínuos, ou seja, são variáveis quantitativas, a descrição dos dados se torna mais informativa. Uma possível classificação para essas variáveis pode ser feita em função do tipo de valores que elas podem assumir: discretas, caso assumam valores específicos, pontuais; ou contínuas, caso assumam valores em intervalos. Independentemente do tipo da variável, discreta ou contínua, quando a origem da sua escala não é fixa, e o valor nulo não representa a ausência do atributo sendo medido, dizemos que a variável quantitativa tem escala intervalar de valores. Esta escala incorpora todas as propriedades das escalas ordinal e nominal e além disso, ela especifica uma correspondência 1-1 entre os elementos do domínio observável e o conjunto dos números reais, permitindo assim que a distância entre as observações tenha significado lógico.
4. Razão: esta escala representa o nível mais rico de mensuração que se pode obter na busca do conhecimento de um objeto. Além de incorporar todas as propriedades da escala intervalar, esta escala ainda permite que se estabeleçam relações de razão e proporção entre os valores observados de suas variáveis. Isso é possível pela existência de uma origem fixa, ou zero absoluto (natural) e pela existência de uma unidade unitária de medida. A denominação dessa escala resulta do fato que, uma vez fixada sua origem, qualquer medida na escala pode ser expressa através de uma razão.

2.3.2.4 Classificação

Por fim, é possível realizar a classificação de dados, de modo que pode-se aproveitar as definições das variáveis visuais e níveis de medida a fim de destacar ou transmitir alguma informação. Basicamente, este conceito representa o processo de organizar os dados em categorias ou grupos com base em características ou atributos comuns, sendo uma ferramenta utilizada para resumir e entender os dados de maneira mais fácil; esse conceito também pode ser usado para criar gráficos e tabelas que mostram a distribuição estatística dos dados. José F. Neto (2023), detalhou quatro dos classificadores mais utilizados:

- Intervalos iguais: de acordo com Neto, o método de intervalos iguais realiza uma divisão em classes com intervalos de mesmo tamanho, sendo mais apropriado a dados que se distribuam de forma semelhante por toda a amplitude do *dataset*.
- Quebras Naturais (Jenks): de acordo com Neto, esse método se utiliza de um algoritmo para minimizar a variação em cada grupo de modo que, quando a informação for apresentada em um mapa, as cores tenderão a aparecer mais distribuídas ao longo de toda visualização. Assim sendo, esse método é indicado para ser utilizado em distribuições não normais e não uniformes..
- Quantis: de acordo com Neto, a classificação por quantis tenta alocar um mesmo número de observações por classe, de modo que conjuntos de dados que estão distribuídos de forma homogênea ao longo de toda a distribuição se beneficiam desse tipo de abordagem.
- Customizados: de acordo com Neto, o analista que julgar como não aplicáveis os outros métodos, pode realizar uma classificação a partir de conhecimentos do negócio, tanto ao customizar os *breakpoints* das classes, quanto para definir a distribuição dos dados entre os intervalos customizados.

Além dos métodos citados, há literaturas que descrevem outros métodos de classificação como por desvio padrão ou por quintis (método mais específico dos quantis), por exemplo. Por fim, de acordo com o autor, os dados classificados possibilitam que a linguagem cartográfica consiga transmitir mensagens mais detalhadas com relação aos dados e, conseqüentemente, disseminar mais informações aos usuários.

2.4 LEVANTAMENTO DE DADOS GEOESPACIAIS NO BRASIL

De acordo com experiências acadêmicas do autor, em trabalhos de levantamento em campo, é muito comum encontrar problemas, sejam devidos a falhas humanas (erros grosseiros), sistêmicas ou aleatórias (como, por exemplo, intempéries climáticas), sendo que muitos desses problemas podem ser evitados, contornados, minimizados e/ou erradicados, gerando minimização de custos e otimização nos tempos de execução dos projetos. Visando os benefícios citados anteriormente, foram identificadas algumas falhas que poderiam afetar os usuários e, por conseguinte, foram propostas algumas soluções para minimizar o impacto destes erros, os quais serão descritos a seguir.

2.4.1 Sinal de internet

A maior parte dos sistemas web necessitam de conexão a internet para que funcionem corretamente e com sua capacidade máxima; desse modo, podemos observar que levantamentos de informações em campo podem ser impactados em localidades com baixa, inconstante ou inexistente disponibilidade de rede, dificulta a utilização de sistemas mais robustos, fazendo com que trabalhos automatizados sejam limitados pelo fator do sinal de internet, na maioria dos casos. Além disso, podemos observar que a disponibilidade de rede no país não é constante e podemos perceber que há algumas regiões sem sinal de internet, tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais, a qual varia de acordo com a capacidade de distribuição das operadoras, conforme demonstrado na Figura 12.

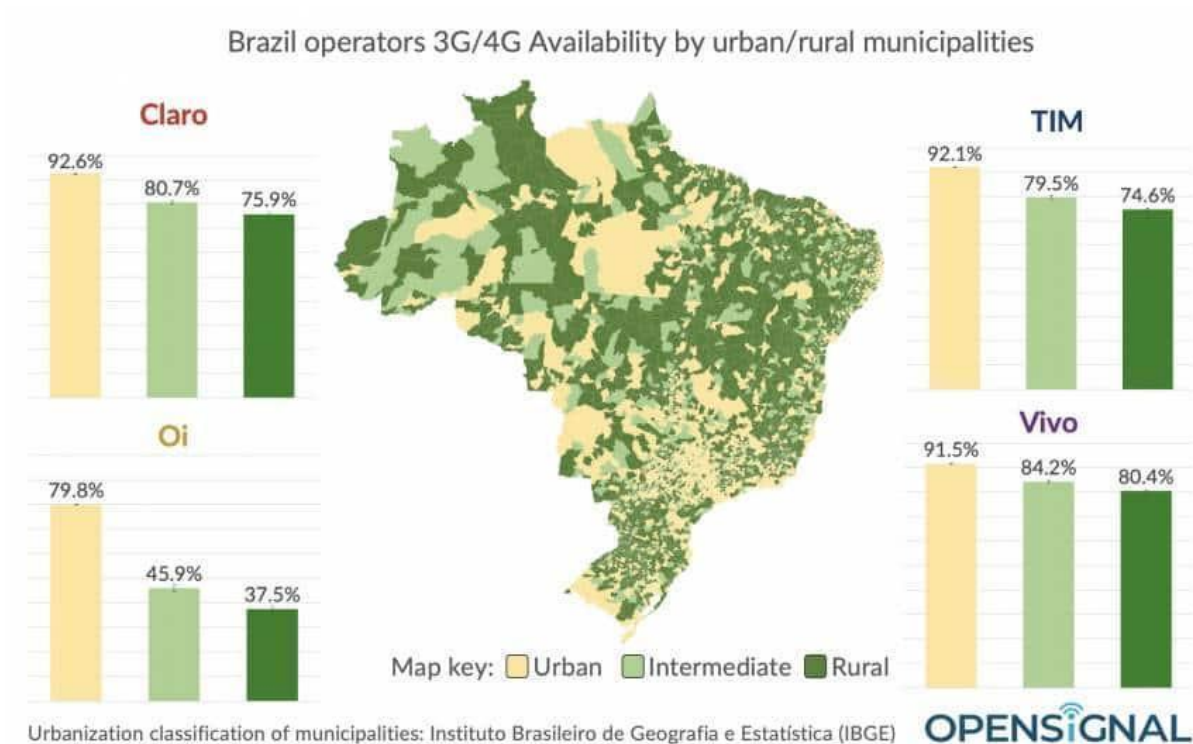


FIGURA 12 - Disponibilidade de sinal de internet (3G/4G)

FONTE: Open Signal (2019)

Como não há disponibilidade total de rede, podem haver diversos casos onde sistemas poderão falhar. Visando isso, de acordo com o autor, foram analisadas algumas opções que garantam que a integridade do sistema não seja afetada por este fator:

- Sistemas offline: estes sistemas não dependem da utilização de rede de internet, portanto não são afetados por falhas na rede. Entretanto, eles acabam possuindo alta complexidade na integração com outros sistemas.
- Sistemas PWA: estes sistemas permitem que as soluções sejam baixadas de forma local, possibilitando o uso em casos em que não há rede de internet disponível, portanto não são totalmente afetados por falhas na rede. Entretanto, recursos que necessitam de acesso à internet, direta ou indiretamente, não ficam disponíveis em casos de oscilações.

- Sistemas híbridos: estes sistemas podem ser afetados por falhas na rede, dependendo da forma como forem implementados e das restrições de rede configuradas, dado que possuem como requisito principal a conexão com internet. Entretanto, é possível utilizar ferramentas e rotinas de sincronização e salvamento automático para possibilitar a utilização de recursos em casos de oscilações e tangibilizar as atualizações em momentos em que a rede fique disponível.

Vale ressaltar que um dos problemas ao utilizar sistemas que fiquem disponíveis de forma offline em ambientes corporativos, refere-se ao armazenamento, compartilhamento, versionamento e integridade dos dados, de modo que é necessário criar um processo bem definido de rastreabilidade e resolução de conflitos das informações gerenciadas. De acordo com o autor, existem algumas ferramentas que são utilizadas em trabalhos de levantamento de campo, conforme detalhado abaixo:

- ArcGIS Workforce: de acordo com o autor, essa ferramenta simplifica o processo de despacho de serviços em campo, de modo a possibilitar uma visualização, em tempo real, do que está sendo realizado; ele possui integração dinâmica e é compatível com demais aplicativos do sistema ArcGIS.
- ArcGIS Collector: de acordo com o autor, essa ferramenta prioriza o levantamento de informações espaciais em campo e possibilita a utilização de informações tanto de maneira offline quanto online; ele contém ferramentas de geração de pacotes de mapas para o uso offline da solução de modo a não impactar a visualização do usuário acerca dos ativos, possui ferramenta de sincronização para o efetivo cadastro de forma offline e é compatível com demais aplicativos do sistema ArcGIS.
- ArcGIS Survey123: de acordo com o autor, essa ferramenta prioriza o levantamento de informações alfanuméricas em campo e possibilita a utilização de informações tanto de maneira offline quanto online; ele contém poderosas ferramentas no aspecto de formulários e é compatível com demais aplicativos do sistema ArcGIS.
- ArcGIS FieldMaps: de acordo com o autor, essa ferramenta é poderosa no quesito levantamento de dados, dado que integra as potencialidades das

soluções do ArcGIS Collector e ArcGIS Survey123, tanto no aspecto geoespacial quanto no de formulários, sendo ele compatível com demais aplicativos do sistema ArcGIS.

- QField: segundo o ForestGIS (2022), o QField foi construído sobre o código aberto QGIS, a fim de utilizar o poder do QGIS em campo. Além disso, ele permite que usuários consumam projetos configurados, formulários de recursos personalizados, temas de mapas, layouts de impressão entre outros recursos. Por fim, é descrito que os usuários podem visualizar e modificar conjuntos de dados onde quer que estejam, sejam eles baixados em seu dispositivo, compartilhados em e-mails ou transferidos via cabo USB.

2.4.2 Falhas no croqui

O croqui de localização é uma ferramenta útil para desenhar e visualizar objetos a serem observados ou que sejam de interesse ao projeto, entretanto, em alguns casos, podem haver falhas no processo de criação e/ou entendimento do croqui. Algumas possíveis falhas comuns incluem:

- Falta de atenção aos detalhes: é importante prestar atenção aos detalhes no croqui, pois eles podem ajudar a transmitir as informações necessárias de maneira mais clara e precisa;
- Falta de clareza: um croqui precisa ser fácil de entender, então é importante que ele seja claro e organizado;
- Falta de escala: é importante levar em consideração a escala do croqui, para que as proporções dos elementos sejam precisas;
- Falta de coerência: é importante que o croqui seja coerente e lógico, para que a ideia seja transmitida de maneira clara e coesa;
- Falta de precisão: é importante que o croqui seja preciso, para que ele reflita com precisão a ideia que se quer transmitir.

Além dessas falhas comuns, também é importante levar em consideração o propósito do croqui, ou seja, quais as informações de interesse para quem está coletando os dados em campo. Deste modo, é possível perceber que uma padronização na representação do croqui serve também para auxiliar nos quesitos

de clareza e disseminação das informações, assim como no entendimento do que está sendo coletado e quais informações restam para finalizar o processo de coleta de dados em campo.

2.4.3 Perda de dados

Dados e informações levantadas, independentemente das fontes, são a base para as análises a serem realizadas ao longo do projeto. Dada a importância e valor da informação é importante tomar cuidado na tratativa deles, por conta que, em alguns casos, podem haver falhas no processo que ocasionam a perda destes dados e, conseqüentemente, aumentando os custos do projeto para recuperar essas informações. A perda de informações pode ocorrer por diversos motivos, tais como:

- Falhas de hardware: problemas com o equipamento onde os dados estão armazenados, como disco rígido, pen drive, etc.;
- Ataques cibernéticos: uso de vírus ou outras formas de invasão para danificar ou excluir os dados. Na maioria dos casos esses ataques são explorados por falha humana, ou seja, abertura de links e downloads não confiáveis;
- Erros humanos: exclusão acidental de arquivos, formatação de dispositivos, perda de dispositivos, falta de organização, etc;
- Desastres naturais: incêndios, inundações, terremotos, que podem danificar ou destruir os equipamentos onde os dados estão armazenados.

A perda de informações pode ter conseqüências graves para uma empresa, como aumento de custos, retrabalho, perda de clientes, diminuição da produtividade e até mesmo fechamento. Por isso, é importante ter medidas de segurança para evitar essa perda, como backup frequente dos dados, uso de firewalls e outras ferramentas de proteção contra ataques cibernéticos, e treinamento dos funcionários para evitar erros humanos.

2.4.4 Tolerância linear ou requisitos de precisão não atendidos

Os requisitos de precisão são especificações que determinam o nível de precisão que é exigido no levantamento de informações, geralmente fornecido pelo

cliente ao qual está sendo realizado e/ou de acordo com as normas regentes do propósito do projeto. Os requisitos de precisão podem ser especificados em uma instrução ou método de trabalho, determinando a tolerância permitida de erro na obtenção de algumas informações; além disso, eles podem ser especificados em um contrato de fornecimento de equipamentos de medição, determinando o nível de precisão exigido para o equipamento. Os requisitos de precisão podem ser expressos de várias maneiras, como tolerâncias dimensionais, erros absolutos ou relativos, ou desvios padrão, podendo ser baseados em padrões de referência, como normas técnicas ou especificações de produto. É importante definir claramente os requisitos de precisão para garantir que um processo ou sistema atenda às necessidades e expectativas do usuário final.

Geralmente a precisão é definida no início do projeto, a fim de evitar retrabalhos e garantindo que o processo seja realizado da forma mais adequada possível; entretanto, há casos em que os erros sobrepõem as tolerâncias, inviabilizando o projeto para o caso. Isto ocorre por conta que os erros acabam se propagando de acordo com a escalabilidade do projeto e complexidade do modelo matemático adotado, fazendo com que resultados isolados atendam à tolerância desejada, mas com um resultado final que não corresponde com os requisitos necessários. Desta forma, uma das maneiras de minimizar os impactos do processo de retrabalho, é apresentar resultados à priori do projeto para os usuários de campo, fazendo com que a visualização dos requisitos seja apresentada aos trabalhadores de campo e corrigidas de forma ágil e concisa. Por exemplo, para os requisitos de precisão é possível citar os padrões de qualidade abordados no capítulo II do decreto federal 89.817/84, o qual estabelece os devidos padrões de exatidão cartográfica (PEC); além disso, é possível relacionar padrões de qualidade com outras normativas, como a NORMAM 27, a qual estabelece normas da autoridade marítima.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, foi elaborado um questionário (com o Google Forms) a fim de detalhar as condições atuais de trabalho de profissionais que trabalham na gestão e coleta de dados espaciais em campo. Essa pesquisa possuía diversas questões com o objetivo de analisar o perfil dos usuários, experiências de trabalho, dificuldades encontradas e, por fim, visão geral do sistema atual e expectativas de um sistema que atenda as necessidades dos usuários, conforme demonstrado na Figura 13.

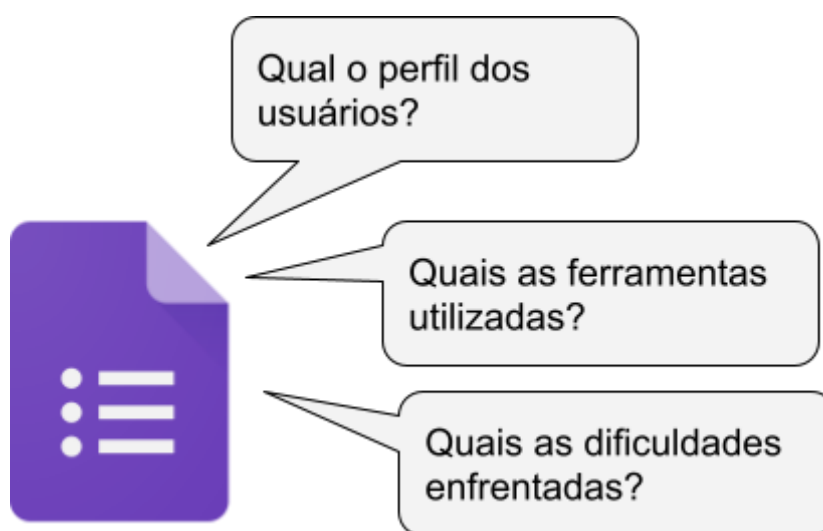


FIGURA 13 - Questionário

FONTE: O autor (2023)

Após isso, foram sintetizados os requisitos dos usuários frente a um sistema que atenda as demandas e necessidades apresentadas através do resultado da pesquisa, de modo a ser possível detalhar as ferramentas, funcionalidades e configurações que o sistema deve ter para que a sua utilização seja abrangente e generalizada, possibilitando o uso para diversos usuários. Com os requisitos definidos, foi possível desenvolver os diagramas de interesse (casos de uso, arquitetura e classes) com a plataforma diagrams.net, assim como definir as tecnologias a serem utilizadas em cada uma das etapas do processo. Esse processo está apresentado na Figura 14.

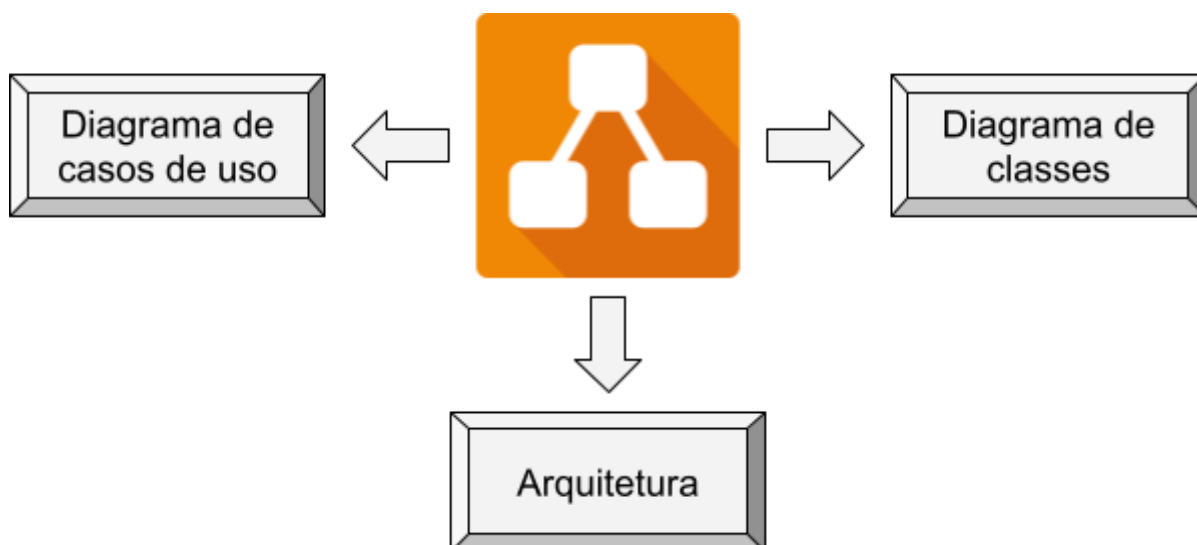


FIGURA 14 - Esquematização da solução

FONTE: O autor (2023)

Por fim, foi desenvolvida uma solução de acordo com os requisitos e definições levantadas, de modo a possuir versionamento de código em um repositório GIT. O código foi desenvolvido com o auxílio do Visual Studio Code (VS Code) e seguiu uma boa parte dos padrões de boas práticas, de modo que o mesmo ainda está em processo de desenvolvimento; além disso, foi possível elaborar um plano de *roadmap* da solução, a partir de *releases* bem definidos e detalhados. Concluindo, foi possível obter como resultado uma solução com as funcionalidades e ferramentas base, de modo a estar preparada para melhorias e novas implementações.

4 RESULTADOS

4.1 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

Inicialmente, foi proposto um [questionário](#) (foi copiado para o link, a fim de permitir a visualização das perguntas e possibilidades de resposta) e submetido a diversos profissionais com experiência no ramo do levantamento de dados geoespaciais em campo do presente trabalho; a divulgação foi realizada através de canais de contato pessoal (direto e indireto), redes sociais e indicações; a pesquisa ficou aberta para o recebimento de respostas por um período de aproximadamente 30 dias. O questionário foi divulgado com a Figura 15 e pode ser subdividido em quatro seções:

1. Perfilamento dos usuários: seção destinada a definição dos perfis dos usuários. Para tal, foram inseridas perguntas acerca da formação e grau máximo de escolaridade, assim como anos de experiência no ramo, idade e papel atual no processo de levantamento de dados, a fim de definir o nível de maturidade dos usuários. Por fim, foram adicionadas perguntas quanto ao setor, esferas e vínculos empregatícios dos usuários, a fim de definir a distribuição entre as classes de trabalho.
2. Ferramentas utilizadas: seção destinada a compreender as ferramentas adotadas pelos usuários em levantamentos de dados geoespaciais em campo, de modo a verificar a utilização de artefatos antigos e modernos, assim como entender as soluções que estão sendo adotadas no mercado. As perguntas, na maior parte dos casos, apresentou opções de ferramentas comuns, de acordo com o autor, mas também possibilitaram a inserção de valores diferentes aos esperados.
3. Dificuldades enfrentadas: seção destinada a compreender as principais dificuldades dos usuários no processo de levantamento de dados geoespaciais em campo, de modo a verificar pontos que impactam negativamente no processo, desde aspectos gerais (como na utilização das ferramentas e sistemas) até nos erros fora dos limites de tolerância. Além disso, foram analisados de forma mais detalhada os aspectos relevantes que acarretam atividades de retrabalhos e situação quanto à utilização de sinal de

internet.

4. Apontamentos finais: seção destinada a compreensão da visão do usuário acerca do sistema utilizado atualmente, de modo a definir, a partir de diversas classes de ferramentas, as capacidades das soluções adotadas. Além disso, foram analisadas as expectativas dos usuários acerca de funcionalidades de sistemas que visem atender as necessidades dos mesmos.

Com base nas respostas obtidas do questionário, foi possível definir as condições atuais de trabalho, problemas, dificuldades e expectativas dos usuários. Definidas as condições de trabalho e perfis dos usuários, foi realizada uma análise de requisitos e modelagem de uma solução para atender às principais expectativas e demandas levantadas.



VOCE TRABALHA COM GESTÃO E COLETA DE INFORMAÇÕES ESPACIAIS EM CAMPO?

Responsáveis:
 Felipe Matheus Fernandes - UFPR
 Prof^a. Dr^a. Silvana Camboim - UFPR (orientador):
 Prof^o. Dr^o. Daniel Arana - UFPR (co-orientador):

Ajude-nos a compreender o seu dia a dia na gestão de dados espaciais coletados em campo respondendo essa breve pesquisa!

***A participação pode ser anônima e leva cerca de 5 minutos**

Para maiores informações,
 entrar em contato com:
 - email: felipefernandes17@ufpr.br
 - telefone: 41 99185-1105

Engenharia
CARTOGRÁFICA
 AGRIMENSURA

UFPR
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FIGURA 15 - Imagem de divulgação do questionário

FONTE: O autor (2022)

4.1.1 Perfil dos usuários

O grupo de usuários foi formado por 37 profissionais que possuem como formação a faculdade de Engenharia Cartográfica e/ou de Agrimensura e estão distribuídos em diversos papéis e áreas de atuação; a distribuição de perfis visou compreender a visão atual de profissionais pertencentes ao setor público e setor privado, abrangendo a compreensão dos problemas a partir de diversos pontos de vista acerca das condições atuais dos trabalhadores que estão envolvidos com o processo de gestão e coleta de dados espaciais em campo. A maior parte dos profissionais que responderam a pesquisa atuam como engenheiros e estão distribuídos principalmente nos grupos que representam de 1 a 20 anos de experiência com levantamento de informações em campo.

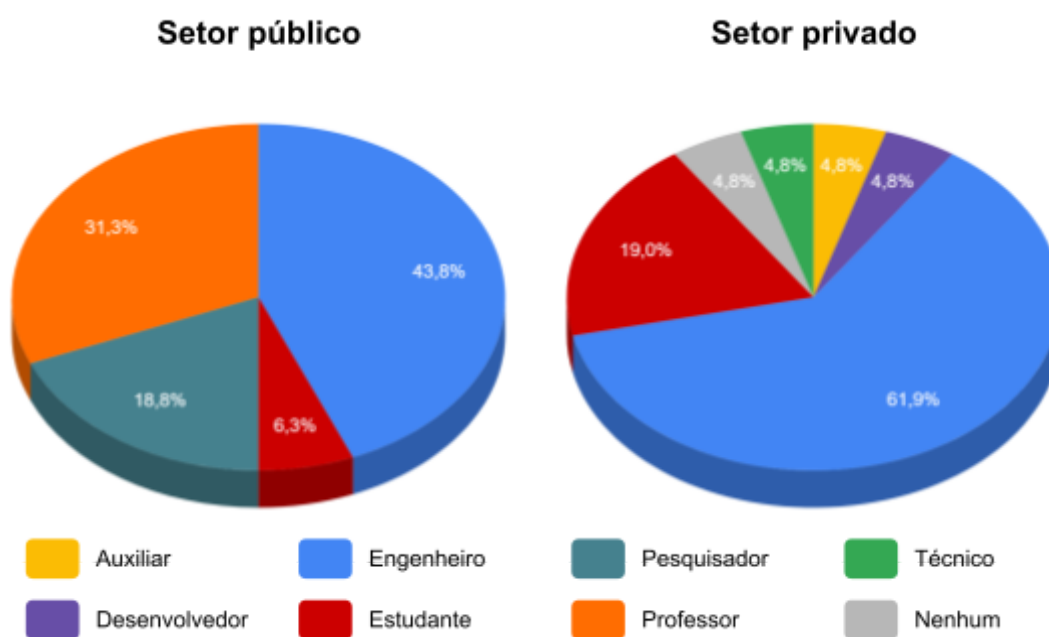


FIGURA 16 - Perfil dos usuários

FONTE: O autor (2023)

A partir desse grupo de possíveis usuários, foram analisados os diversos pontos de vista com relação às condições, necessidades e expectativas acerca do processo, a fim de modelar uma solução com capacidades funcionais e técnicas que compreendessem os problemas e visasse a otimização do tempo dos profissionais relacionados às atividades em questão. Por conta disso, foram analisados os grupos segregados por setor de mercado (público - 43,2% ou privado - 56,8%), a partir dos gráficos apresentados na Figura 16.

4.1.1.1 Setor Público

No setor público, temos que foram levantadas as condições de profissionais que pertencem a todas as esferas governamentais e apresentou os vínculos com os órgãos conforme demonstrado pela Figura 17.

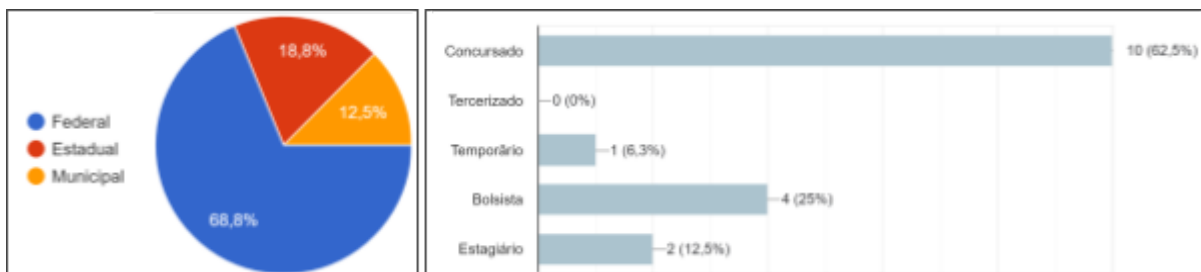


FIGURA 17 - Vínculo empregatício com o setor público

FONTE: O autor (2023)

A partir disso, é possível perceber que, na maior parte dos casos, os profissionais que responderam pertencem à esfera governamental federal e, na maior parte dos casos, são concursados.

4.1.1.2 Setor Privado

No setor privado, foram levantadas as condições de profissionais com os vínculos empregatícios conforme demonstrado na Figura 18:

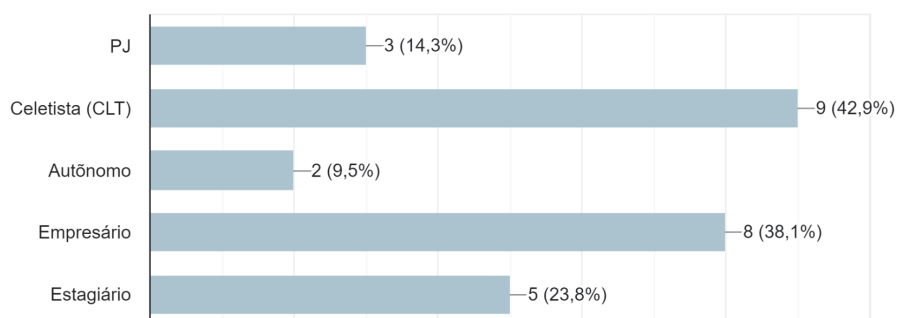


FIGURA 18 - Vínculo empregatício com o setor privado

FONTE: O autor (2023)

A partir disso, é possível perceber que a distribuição foi boa, dado que não teve nenhum resultado muito acima dos outros; além disso, podemos observar que empresários e celetistas foram os vínculos mais abordados na pesquisa.

4.1.2 Ferramentas utilizadas

As principais ferramentas utilizadas foram obtidas através de três perguntas, as quais consistem no levantamento generalizado das principais ferramentas utilizadas, nos levantamentos detalhados de quais soluções digitais adotadas e respostas acerca dos equipamentos e dispositivos de coleta de dados que são utilizadas em campo para a coleta de informações espaciais. Foi obtido o resultado demonstrado na Figura 19.

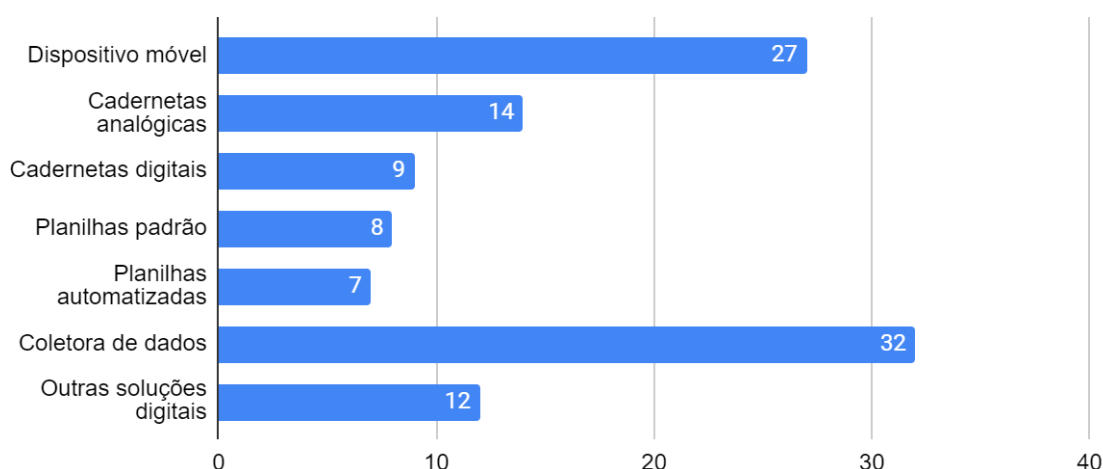


FIGURA 19 - Ferramentas utilizadas para o cadastro de ativos

FONTE: O autor (2023)

Neste caso, podemos perceber que o índice uso de equipamento analógicos ou sem ferramentas que facilitem o processo ainda é alto (cadernetas analógicas - 37,8% e planilhas padrão - 21,6%), de modo a apresentar que existem diversos usuários que potencialmente demandam conhecer e utilizar novas tecnologias a fim de otimizar trabalhos. Além disso, foram observados os principais equipamentos para a coleta de dados utilizados pelo grupo¹, conforme relação apresentada na Figura 20.

¹ Essa questão permitia o preenchimento de mais de uma resposta, dado que os profissionais poderiam utilizar mais de um equipamento, dependendo do projeto.

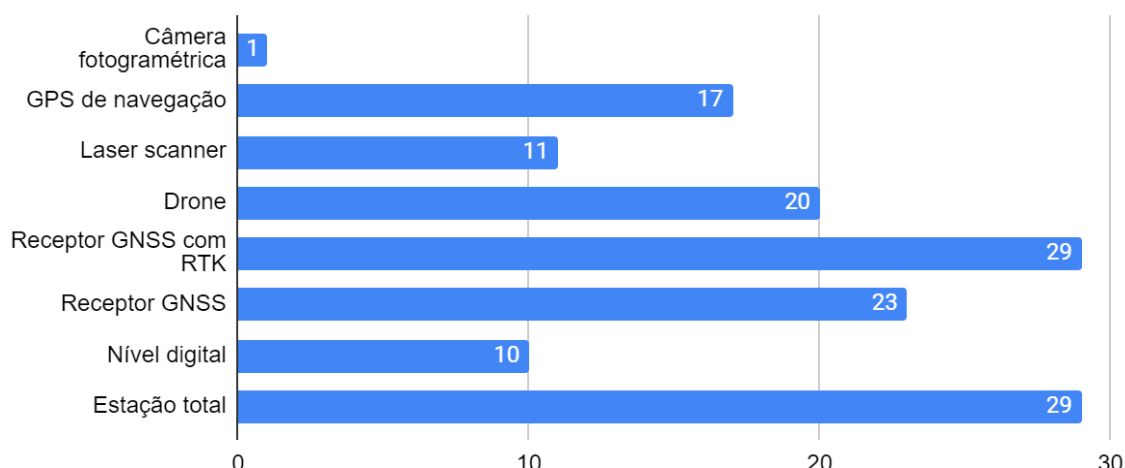


FIGURA 20 - Coletoras de dados

FONTE: O autor (2023)

A partir dessas informações, foi possível observar que equipamentos com alto nível de detalhamento estão sendo deveras utilizados dentre os profissionais que utilizam coletoras de dados para o registro de informações geospaciais levantadas em campo (GNSS com RTK - 90,6%, drone - 62,5% e laser scanner - 34,4%), de modo a não necessitar de cadastro para cada uma das feições observadas; nestes casos, os cadastros são específicos para outras observações relevantes ao projeto. Ainda sim, observações de ativos pontuais ainda é algo requisitado, como indicado nos índices de estação total, nível digital e receptor GNSS. Por fim, foram analisadas as principais soluções utilizadas para auxiliar no processo de registro e armazenamento de informações, resultando em:

- ArcGIS Collector, Survey123, ArcGIS FieldMaps
- QField
- Mobile topographer

Foram enviadas outras respostas, mas elas estavam relacionadas aos equipamentos utilizados ou a soluções de processamento dos dados, sendo estes utilizados após a etapa do levantamento de dados em campo..

4.1.3 Dificuldades enfrentadas

As dificuldades no trabalho dos profissionais foram levantadas partindo de

uma hipótese que apresenta problemas relacionados a sinal de internet e conexão de rede, limitações no uso de cadernetas e calculadoras, problemas no croqui e no planejamento e retrabalhos por não atenderem aos requisitos do projeto. As dificuldades enfrentadas estão expostas na Figura 21.

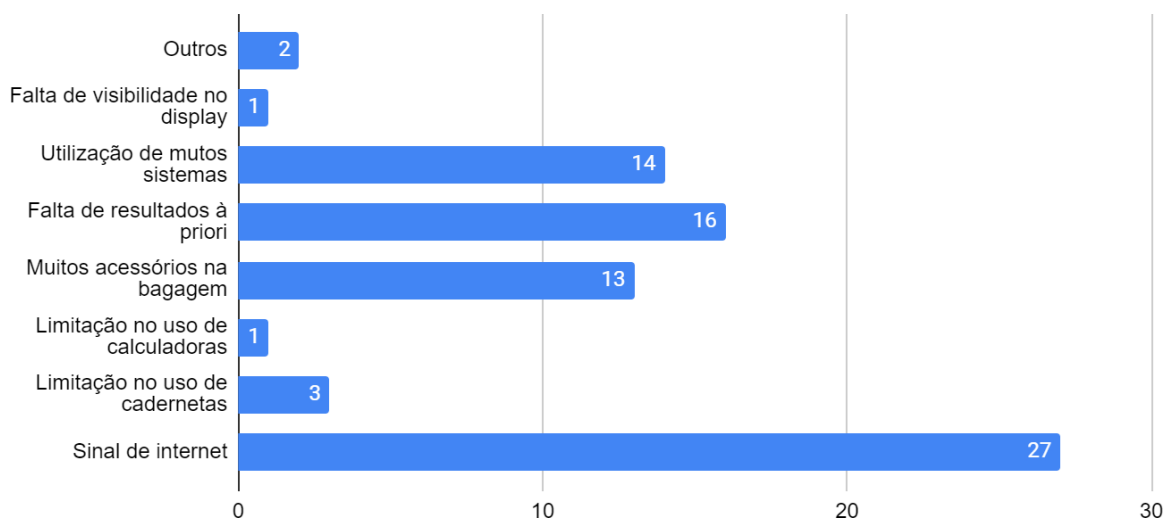


FIGURA 21 - Dificuldades em trabalhos de coleta de dados em campo

FONTE: O autor (2023)

Neste caso, podemos perceber que o número de recorrências de casos em que a falta de sinal de internet, falta de visibilidade do resultado à priori e utilização de artefatos (de sistema ou físicos) são bem altos e discrepantes se comparados aos demais valores. No quesito retrabalhos, o resultado está apresentado na Figura 22:

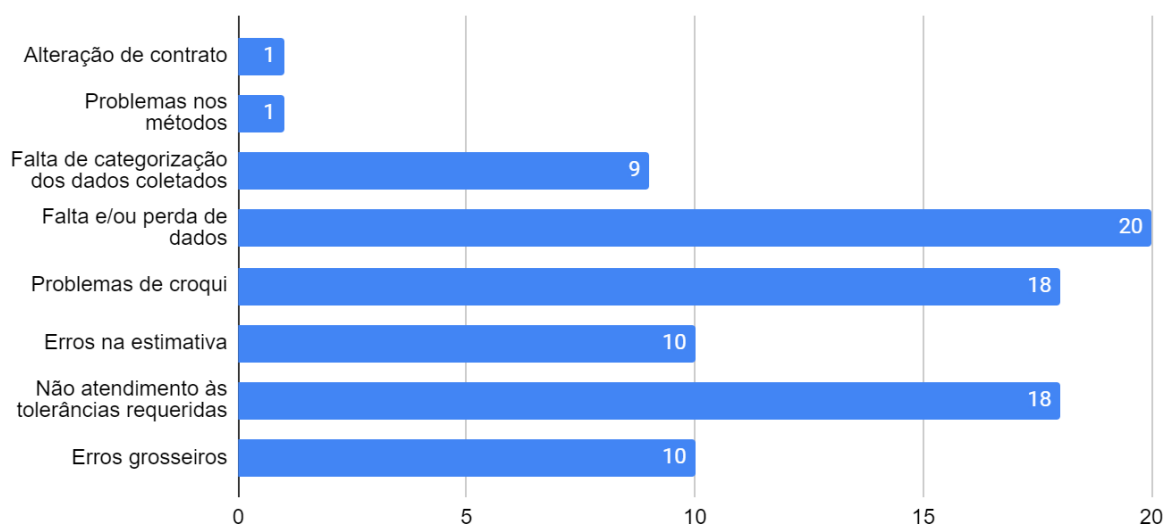


FIGURA 22 - Motivos de retrabalhos

FONTE: O autor (2023)

É evidente que a perda de dados e tolerâncias não atingidas ao final do processo são os principais fatores que acarretam no retrabalho, mas, ainda sim, há muitos casos em que erros grosseiros, falhas na estimativa e problemas no croqui, geram esse custo adicional. Por fim, foram observadas as necessidades quanto à utilização de internet nos levantamentos em campo, conforme demonstrado na Figura 23.

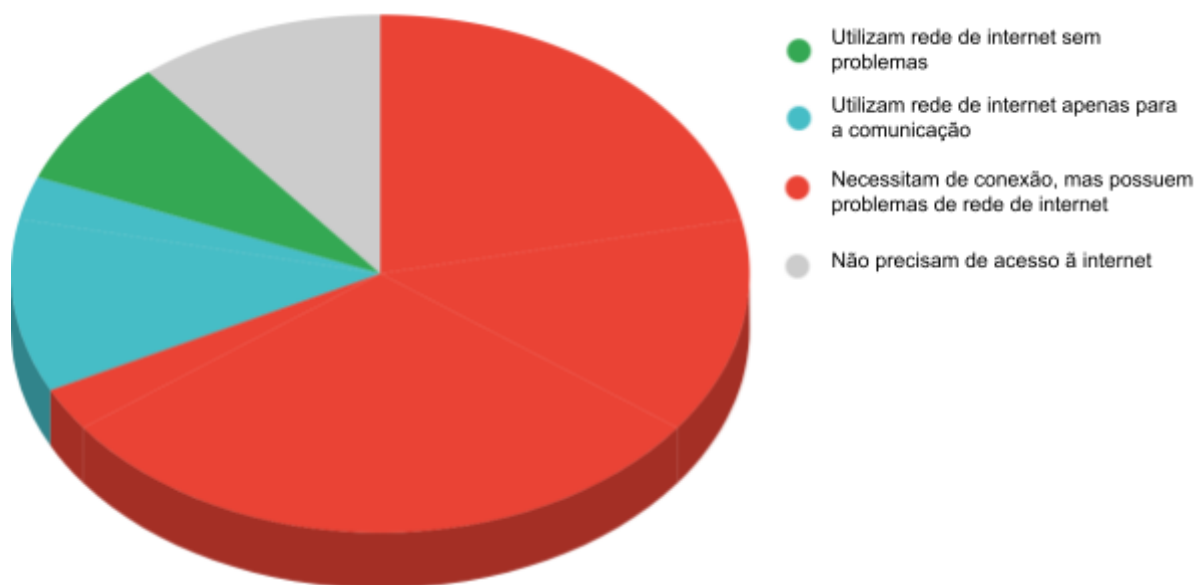


FIGURA 23 - Utilização de internet

FONTE: O autor (2023)

Ao analisar este gráfico, podemos perceber claramente que a instabilidade em conexões de internet ainda é um problema claro nos levantamentos de dados espaciais, de modo que é um fator complicante na maior parte dos profissionais que participaram da pesquisa.

4.1.4 Sistema atual

O levantamento das limitações e capacidades do sistema utilizado atualmente pelos profissionais que responderam a pesquisa foi realizado atestando a frequência de descargas de dados, equipe de processamento e sistemas utilizados no compartilhamento dos dados (possibilitando o preenchimento de mais de um opção a fim de selecionar um conjunto de sistemas), assim como as condições das ferramentas mapeadas para os sistemas de cadastro de informações espaciais adotados pelos possíveis usuários.

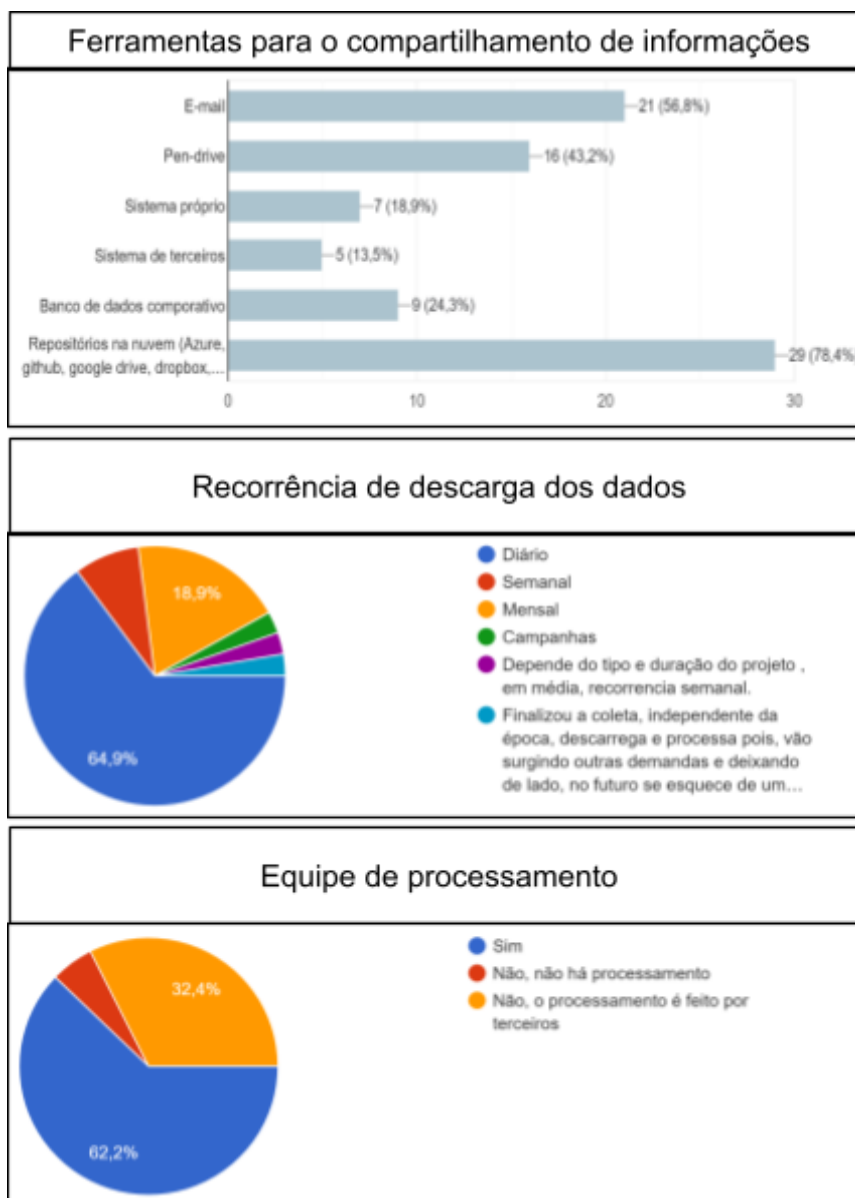


FIGURA 24 - Compartilhamento e processamento dos dados

FONTE: O autor (2023)

A partir dos resultados apresentados na Figura 24, destacam-se:

- A utilização de email e pen-drives para a disseminação de informações entre as equipes; isso indica uma estrutura de compartilhamento de arquivos, geralmente, o que pode acarretar em conflitos de versão e perda de referência de dados, dependendo da maneira de como o processo é feito;
- A quantidade de usuários que possuem recorrência de descarga dos dados de forma mensal ou apenas no final do projeto; isso aumenta significativamente o impacto de outros problemas que podem ocorrer como, por exemplo, a perda de dados;

Após isso, foi analisado a recorrência de perdas de dados importantes por conta do processo de compartilhamento de informações entre as equipes de campo e equipes de geoprocessamento, ocasionando no seguinte resultado:

- 5,4% dos usuários tiveram muitos casos onde houve perdas de informações importantes durante este processo
- 37,8% dos usuários tiveram alguns casos onde houve perdas de informações importantes durante este processo
- 37,8% dos usuários tiveram raros casos onde houve perdas de informações importantes durante este processo
- 19% dos usuários nunca tiveram casos onde houve perdas de informações importantes durante este processo

Por fim, foi realizado um estudo acerca de componentes dos sistemas utilizados, a fim de validar quais as condições atuais de ferramentas importantes no processo, sendo eles, envio de anexos, detalhamento de croqui, visualização de dados em tempo real, visualização de informações provenientes de fontes externas e uso offline, conforme demonstrado nos gráficos da Figura 25.

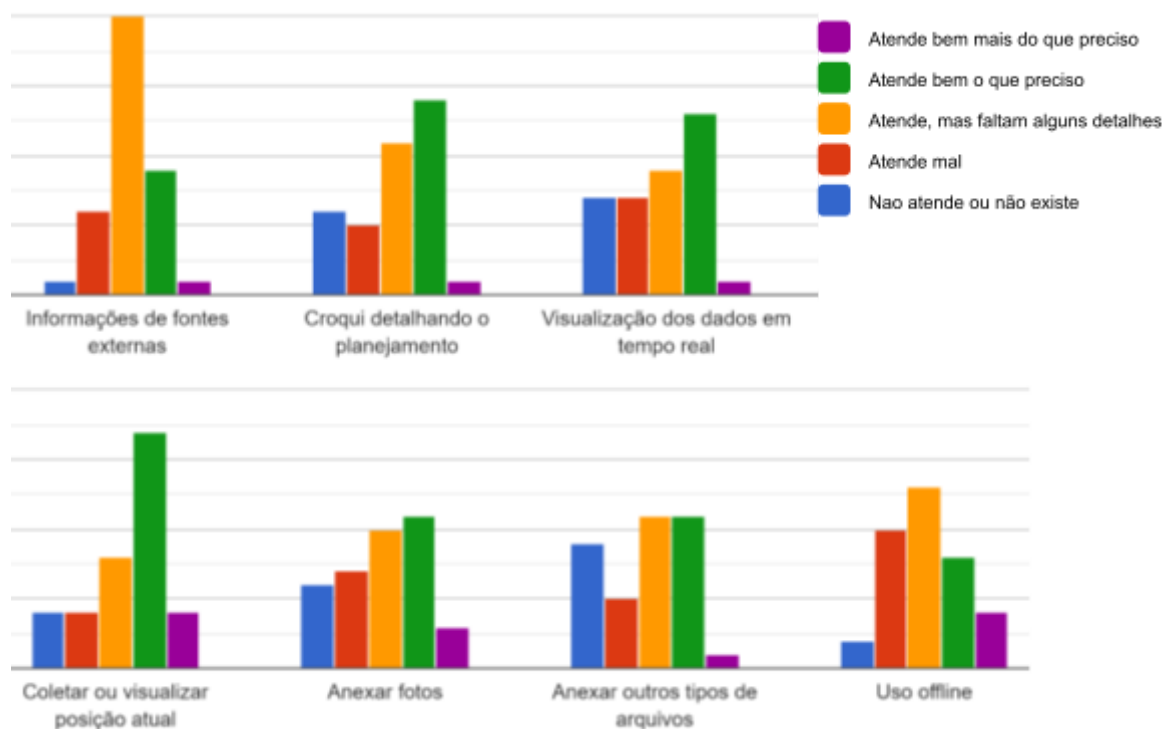


FIGURA 25 - Visão geral dos componentes do sistema atual

FONTE: O autor (2023)

Neste caso, podemos perceber que os sistemas utilizados atualmente, no contexto geral apresentam características regulares, ou seja, possuem as ferramentas e, em grande parte dos casos, atendem as necessidades dos usuários; entretanto ainda há muitos casos em que as demandas não são atendidas conforme as necessidades dos usuários

4.1.5 Expectativas

O mapeamento das expectativas dos usuários foi iniciado com perguntas relacionadas à visão frente a necessidades de um sistema que compreenda as condições de levantamento de dados em campo, visando validar as hipóteses elaboradas pelo autor, sendo elas representadas através de um gráfico com escala de 1 a 5, onde 1 apresenta a total falta de necessidade de algo do tipo e 5 indica alto índice de necessidade para o caso.

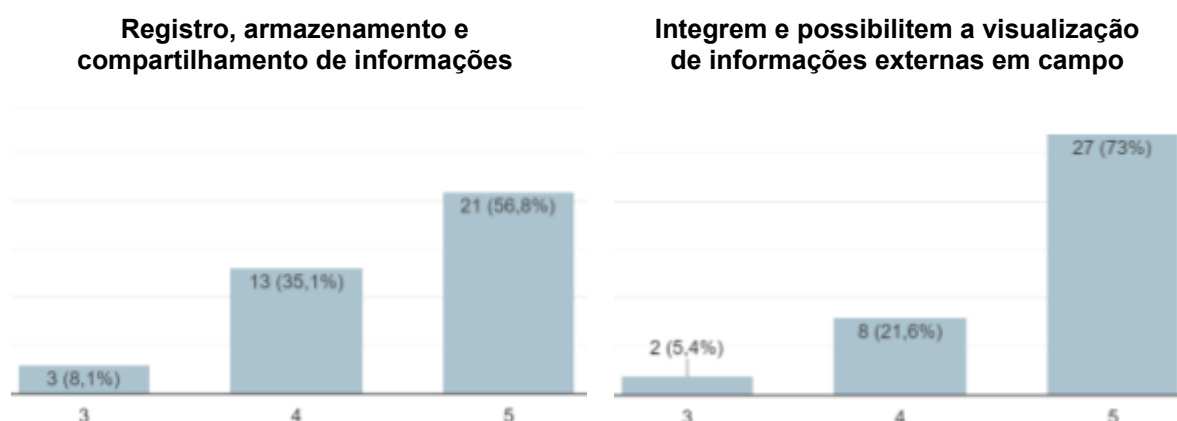


FIGURA 26 - Necessidade dos usuários para sistemas

FONTE: O autor (2023)

A partir dos gráficos apresentados na Figura 26, podemos perceber que todos os profissionais compreendem a necessidade de sistemas que auxiliem no registro, armazenamento e compartilhamento de informações entre equipes e partes interessadas ao projeto e que integra informações de diversos sistemas e possibilite a visualização dessas informações em campo; além disso, muitos deles consideram isso de extrema importância, dado que a maior parte das respostas apresentou a nota máxima nesse quesito.

Por fim, foi realizado um estudo acerca de componentes com relação às

expectativas dos usuários frente a um sistema que atenda às necessidades, a fim de validar quais as condições de processos são mais importantes para os usuários, acarretando em um processo mais assertivo em relação à priorização de demandas, sendo eles, envio de anexos, detalhamento de croqui, visualização de dados em tempo real, visualização de informações provenientes de fontes externas e uso offline, conforme demonstrado nos gráficos apresentados na Figura 27.

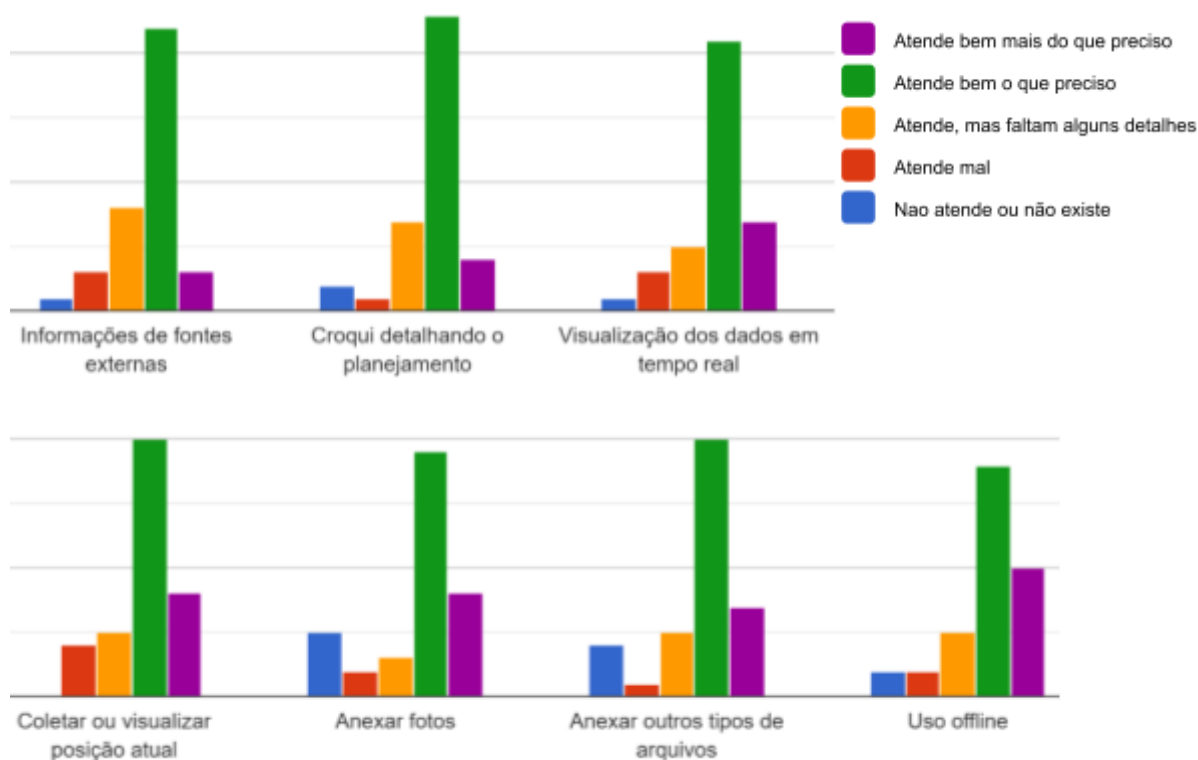


FIGURA 27 - Visão geral dos componentes das expectativas de um sistema que atendam as necessidades do usuários

FONTE: O autor (2023)

Neste caso, podemos perceber que as expectativas dos usuários acerca das funcionalidades é grande, de modo que, em todas as hipóteses de segmentos aplicados na pesquisa, foram apresentadas altas expectativas.

4.2 Engenharia de Requisitos

De acordo com o autor os requisitos de desenvolvimento de um sistema representam as necessidades e expectativas do usuário ou cliente em relação ao sistema que está sendo desenvolvido; os requisitos de desenvolvimento de um sistema são importantes pois determinam como o sistema será projetado e implementado. Eles também ajudam a garantir que o sistema atenda às necessidades do usuário ou cliente e seja viável do ponto de vista técnico e financeiro.

Os requisitos de um sistema são as descrições do que o sistema deve fazer, os serviços que oferece e as restrições a seu funcionamento. Esses requisitos refletem as necessidades dos clientes para um sistema que serve a uma finalidade determinada, como controlar um dispositivo, colocar um pedido ou encontrar informações. O processo de descobrir, analisar, documentar e verificar esses serviços e restrições é chamado engenharia de requisitos (RE, do inglês requirements engineering). (SOMMERVILLE, I., 2011).

Podemos separar os requisitos de desenvolvimento de um sistema em três categorias principais: requisitos não funcionais, requisitos funcionais e requisitos da geoinformação. A seguir serão listados os requisitos levantados para este projeto; os requisitos com numerações maiores que 100 foram mapeados, mas estão no *backlog* do desenvolvimento, ou seja, poderão não estar presentes na primeira versão funcional da solução.

4.2.1 Requisitos Não Funcionais

Os requisitos não funcionais de software são aqueles que não se relacionam diretamente com as funcionalidades do sistema, mas que afetam o modo como o sistema é usado ou desempenha suas tarefas, ou seja, eles são importantes porque afetam a qualidade e o sucesso do sistema. Basicamente, eles servem para garantir que o sistema atenda às necessidades dos usuários e seja viável a longo prazo. Os requisitos não funcionais levantados para este projeto estão expostos a seguir.

RNF001	Sistema disponível na WEB
<p>Descrição: O usuário deve conseguir acessar o sistema via url no navegador:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Google Chrome ● Microsoft Edge 	

RNF001	Sistema disponível na WEB
<ul style="list-style-type: none"> • Mozilla Firefox 	
RNF002	Desenvolvimento em React
Descrição: O sistema deve ser desenvolvido em React ou frameworks derivados.	
RNF003	Acessível a partir de vários dispositivos
Descrição: O usuário deve conseguir acessar o sistema de qualquer dispositivo com conexão à internet e que não possua restrições de acesso, como, por exemplo: <ul style="list-style-type: none"> • Celular; • Tablet; • Notebook; • Desktop. 	
RNF004	Manutenções planejadas
Descrição: O administrador do sistema deve realizar manutenções planejadas do sistema, a fim de corrigir falhas e implementar novas funcionalidades. Além disso, essas manutenções devem ser avisadas previamente para não haver impactos nos projetos em andamento.	
RNF005	Usabilidade intuitiva
Descrição: O usuário de campo deve ser capaz de entender o funcionamento do sistema sem necessitar de muitas instruções, ou seja, o sistema deve possuir um estudo de UX esporadico a fim de compreender a visão do usuário acerca do processo.	
RNF101	Backups periódicos
Descrição: O sistema deve realizar <i>backups</i> das informações de maneira frequente e planejada, assim como disponibilizá-los aos usuários administradores, fazendo com que seja possível realizar <i>restores</i> da base quando necessário a fim de garantir a integridade e versionamento dos dados.	
RNF102	Uso offline
Descrição: O sistema deve ser capaz de funcionar sem conexão com internet. A integridade e versionamento dos dados levantados durante o período offline deve ser mantida.	

4.2.2 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais de software são aqueles que descrevem as funcionalidades e tarefas específicas que o sistema deve ser capaz de realizar. Por fim, eles são utilizados com o intuito de orientar o projeto e a implementação do

sistema, ajudando a garantir que o sistema atenda às necessidades do usuário ou cliente.

RF001	Visualizar Dados
Descrição: Os usuários devem conseguir visualizar os dados levantados em tempo real no mapa, quando estiver online, conforme configurado pelo usuário administrador.	
RF002	Visualizar posição em tempo real
Descrição: Os usuários devem conseguir visualizar sua posição em tempo real no mapa para fins de localização.	
RF003	Adicionar pontos
Descrição: Os usuários devem conseguir adicionar as informações espaciais e tabulares dos pontos, conforme configurado pelo usuário administrador.	
RF004	Adicionar observações
Descrição: Os usuários devem conseguir adicionar as informações tabulares das observações, conforme configurado pelo usuário administrador.	
RF005	Gerenciar estrutura de pontos
Descrição: O usuário administrador deve conseguir gerenciar a estrutura da camada de pontos, podendo adicionar, remover ou atualizar campos não requeridos do projeto. Os campos requeridos de pontos são: <ul style="list-style-type: none"> • ID • Nome • Coordenadas 	
RF006	Gerenciar estrutura de observações
Descrição: O usuário administrador deve conseguir gerenciar a estrutura da tabela de observações, podendo adicionar, remover ou atualizar campos não requeridos do projeto. Os campos requeridos de observações são: <ul style="list-style-type: none"> • ID • Nome • ID do ponto 	
RF007	Gerenciar camadas externas
Descrição: O usuário administrador deve conseguir gerenciar a lista de camadas de interesse para o projeto, podendo adicionar ou remover serviços. Os campos que devem ser preenchidos são: <ul style="list-style-type: none"> • Nome • URL do serviço 	

RF008	Categorizar pontos
Descrição: Os usuários devem conseguir adicionar categorias em pontos, conforme configurado pelo usuário administrador.	
RF009	Gerenciar categorias de pontos
Descrição: O usuário administrador deve conseguir adicionar categorias a serem utilizadas no cadastro de pontos. As categorias devem possuir as seguintes informações: <ul style="list-style-type: none"> • Nome: Deve ser único para o projeto • Símbolo: Para ser representado no mapa 	
RF010	Adicionar anexos nos pontos
Descrição: O sistema deve possibilitar a inserção de anexos nos pontos.	
RF011	Adicionar anexos nas observações
Descrição: O sistema deve possibilitar a inserção de anexos nas observações.	
RF012	Adicionar informação espacial de pontos
Descrição: O sistema deve possibilitar a inserção de coordenadas para os pontos das seguintes maneiras: <ul style="list-style-type: none"> • Coordenadas escritas • Click/toque no mapa • Localização atual do dispositivo. 	
RF013	Gerenciar lista de basemaps
Descrição: O usuário administrador deve conseguir gerenciar a lista de mapas base disponíveis para os demais usuários, podendo adicionar ou remover <i>basemaps</i> . Os campos que devem ser preenchidos são: <ul style="list-style-type: none"> • Nome • URL do serviço • Escala máxima • Escala mínima 	
RF101	Backup da base
Descrição: O usuário administrador deve conseguir realizar backups sob demanda, além dos backups enviados frequentemente pelo próprio sistema.	
RF102	Restore da base
Descrição: O usuário administrador deve conseguir realizar o <i>restore</i> da base a partir das informações geradas nos backups. Os métodos que devem ser atendidos são:	

RF102	Restore da base
<ul style="list-style-type: none"> • Reset da base: Exclusão da base atual e sobreposição de todas as informações de acordo com o <i>backup</i>. • Versionamento da base: Adição de novos recursos e atualização de recursos existentes; em casos de conflitos, o próprio usuário administrador deve validar. <p>* Vale ressaltar que, durante a ação de <i>restore</i>, o sistema deve ficar sem utilização, a fim de evitar falhas devido ao processo.</p>	

RF103	Importar dados
<p>Descrição: O usuário administrador deve ser capaz de importar dados de forma sistemática.</p>	

RF104	Exportar dados
<p>Descrição: O usuário administrador deve ser capaz de exportar os dados levantados com as informações de interesse.</p>	

RF105	Sincronizar dados
<p>Descrição: Os operadores de campo devem conseguir sincronizar os dados que foram levantados no tempo em que ficou offline, mantendo a integridade, rastreabilidade e usabilidade. Em casos de conflito de informações, cabe ao usuário administrador validar as alterações.</p>	

RF106	Validar conflitos de versão
<p>Descrição: O usuário administrador deve conseguir resolver conflitos de casos de dados em com versionamento divergentes no uso de dados offline, validando as alterações.</p>	

RF107	Download do mapa para uso offline
<p>Descrição: Os operadores de campo devem conseguir realizar o download das informações da área de interesse para manter a qualidade na visualização dos dados e informações de interesse em campo, mesmo offline. Este download deve ser realizado a partir do cacheamento dos tiles apresentados nos serviços de mapa referentes ao projeto e apenas para os dados dentro da região de interesse.</p>	

RF109	Tipo de campo ponto
<p>Descrição: O usuário administrador deve conseguir cadastrar campos em observações do tipo ponto, sendo este utilizado para a geração de geometria das observações.</p>	

RF110	Observações com geometria
<p>Descrição: As observações podem apresentar informações espaciais, desde que estejam relacionadas com pontos existentes, conforme as configurações do administrador</p>	

RF111	Criar funções customizadas
Descrição: O usuário administrador deve conseguir criar funções customizáveis, de forma prática e simplificada, ou seja, sem necessitar de grandes conhecimentos na área de TI e linguagens de programação.	
RF112	Executar funções customizadas
Descrição: Os usuários de escritório devem ser capazes de executar funções customizadas para analisar dados de uma perspectiva geral, conforme configurado pelo usuário administrador	
RF113	Realizar cadastro
Descrição: Cada usuário deve se cadastrar na plataforma e realizar login para o armazenamento de configurações de acesso dos usuários.	
RF114	Fazer login
Descrição: Cada usuário cadastrado deve ser capaz de realizar login no sistema.	
RF115	Criar projeto
Descrição: Cada usuário deve ser capaz de criar projeto sob demanda, sendo o criador considerado usuário administrador padrão.	
RF116	Administrar privilégios
<p>Descrição: O usuário administrador do projeto deve ser capaz de gerenciar e atribuir privilégios ao projeto.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Guest: Usuário convidado com privilégio apenas de visualização. ● Worker: Usuário editor, com privilégios de edição e visualização de dados. ● Admin: Usuário com perfil administrador, que possui todos os privilégios do projeto. 	
RF117	Emitir relatórios
<p>Descrição: Os usuários de escritório devem conseguir emitir relatórios personalizados com imagens e componentes de mapa (título, grade de coordenadas, escala, indicação de norte, sistemas de referência e projeção) contendo as informações dos registros de interesse, podendo ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ponto: Relatório do ponto e seu entorno, assim como a síntese de suas respectivas observações. ● Projeto: Relatório geral do projeto, a partir da área geral do projeto, podendo conter todos os pontos e informações do sistema. ● Customizado: Relatório de uma área especificada pelo usuário, contendo as informações acerca dos pontos de interesse. 	

RF118	Gerenciar tolerâncias
Descrição: O usuário administrador deve conseguir gerenciar as tolerâncias permitidas do projeto, garantindo que seja realizado um processamento à priori, em tempo de execução, a fim de atestar a qualidade dos dados levantados, magnitude de propagação de erros e evitar retrabalhos por não atendimento aos requisitos do projeto.	

4.2.3 Requisitos da Geoinformação

Os requisitos da geoinformação de um software são aqueles que se relacionam com a localização geográfica do usuário ou do sistema e como as informações são apresentadas através do mapa. Eles servem para configurar as informações cartográficas relacionadas ao projeto, sendo adaptado caso a caso, conforme o propósito do sistema.

Os requisitos específicos da geoinformação descrevem como componentes de um sistema de geoinformação devem ser considerados em relação às necessidades do usuário (RAMOS, 2016). Sendo assim, os requisitos da geoinformação compreendem as características da geoinformação quanto à aquisição, armazenamento, estruturação, relacionamento, qualidade e representação. As normas e padrões que regem a Cartografia Nacional dos projetos cartográficos também foram considerados, mas classificados como requisitos não funcionais. (KONNO, L. H., 2018).

RGeo 001	Sistema de referência
Descrição: O sistema deve representar informações cartográficas em WGS84.	
RGeo 002	Projeção cartográfica
Descrição: O sistema deve representar informações cartográficas em Web Mercator, ESPG 3857.	
RGeo 003	Escala do mapa
Descrição: O sistema deve garantir que o usuário respeite os limites de escala de visualização do mapa, conforme configurado pelo usuário administrador.	
RGeo 004	Extensão do mapa
Descrição: O sistema deve garantir que o usuário respeite os limites de extensão de visualização do mapa, conforme configurado pelo usuário administrador.	
RGeo 005	Alterar mapas base
Descrição: O usuário deve ser capaz de alterar o mapa base do projeto, conforme configurado pelo administrador do projeto..	

RGeo 006	Visualização de camadas
Descrição: O usuário deve ser capaz de alterar a visualização das camadas (visíveis ou não) do projeto, conforme configurado pelo administrador do projeto..	
RGeo 101	Alterar visualização
Descrição: O usuário deve ser capaz de alterar a forma de visualização das camadas, podendo: <ul style="list-style-type: none"> • Alterar as variáveis visuais de camadas • Adicionar ou alterar os métodos de classificação de camadas • Alterar o nível de opacidade de camadas 	
RGeo 102	Conectar pontos a serviços externos
Descrição: O usuário administrador deve conseguir amarrar a camada de pontos a serviços externos, seguindo as limitações da camada base.	
RGeo 103	Conectar observações a serviços externos
Descrição: O usuário administrador deve conseguir amarrar a camada de observações a serviços externos, seguindo as limitações da camada base.	
RGeo 104	Adicionar metadados
Descrição: O usuário administrador deve conseguir adicionar os metadados das camadas utilizadas no projeto.	

4.3 PROJETO DO SISTEMA

4.3.1 Diagrama de Casos de Uso

Um diagrama de casos de uso é uma representação visual de um conjunto de casos de uso que mostra como um sistema interage com seus usuários ou atores para realizar uma determinada função ou conjunto de funções. Os casos de uso são representados como uma elipse e são conectados por setas que indicam a sequência em que as ações são executadas. Neste caso, o diagrama do projeto, exposto na Figura 28, está apresentado com elipses coloridas, a fim de demonstrar as funcionalidades implementadas de acordo com as expectativas do autor e resultados obtidos na pesquisa, conforme indicado na legenda.

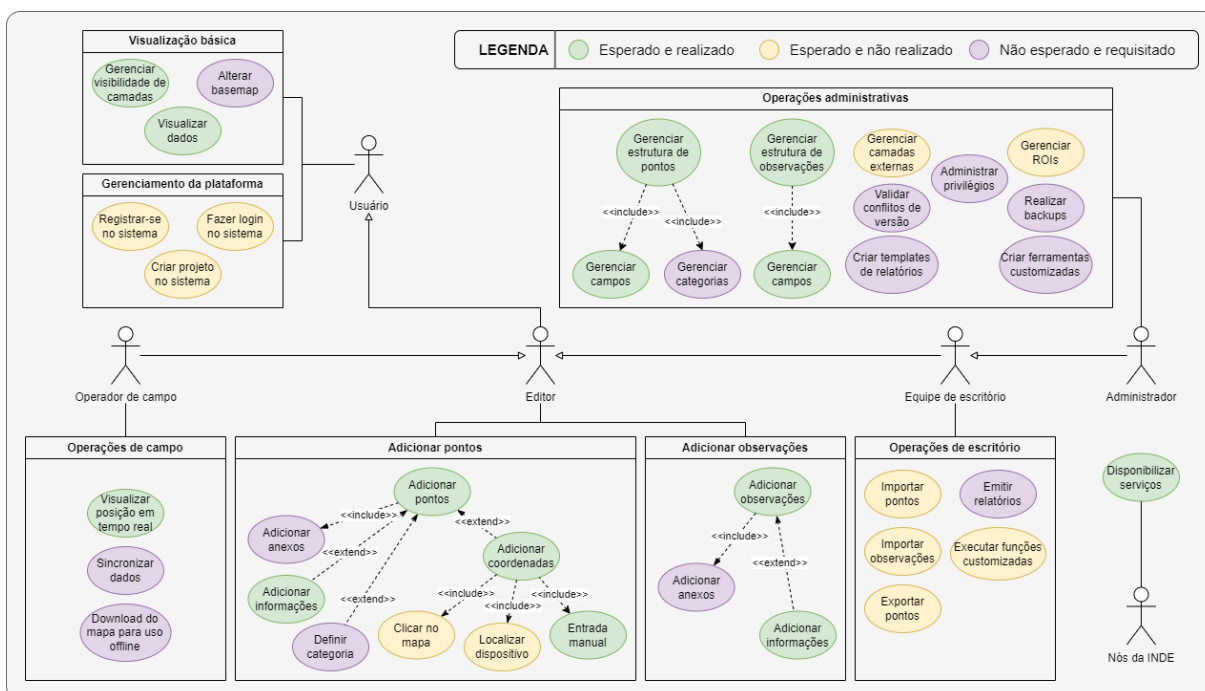


FIGURA 28 - Diagrama de casos de uso

FONTE: O autor (2023)

Conforme representado, cada ator apresenta suas peculiaridades e ações específicas, sendo elas dependentes da necessidade de cada um dos usuários. Neste sistema, temos cinco atores:

- **Usuário padrão:** este ator representa usuários que possuem as capacidades básicas de *guest* nos projetos, podendo apenas acompanhar a execução dos serviços e visualizar os dados levantados. Todos os usuários devem iniciar na plataforma com esse papel e conseguirão papéis com mais competências ao criar projetos ou solicitar alteração de privilégios ao administrador do projeto.
- **Operador de campo:** este ator representa usuários editores que operam do sistema em campo, os quais, geralmente, realizam a maior parte dos cadastros das informações de interesse, utilizando dispositivos móveis.
- **Equipe de escritório:** este ator representa usuários editores que operam o sistema em escritório, os quais, geralmente, realizam a maior parte das análises de interesse, utilizando, geralmente, notebooks ou desktops.
- **Administrador:** este ator representa o usuário com perfil administrador, possuindo ações únicas que regem o projeto; deve ser acessado com notebooks ou desktops.

- Nós da INDE: este ator representa o conjunto de órgãos e instituições governamentais que tratam da distribuição de dados a partir de serviços e através do portal de geoserviços da INDE.

4.3.2 Arquitetura

Neste projeto, a arquitetura foi desenvolvida visando um sistema genérico e adaptável, possibilitando auxiliar em diversas demandas. Por conta disso, foi planejado o desenvolvimento de um sistema incremental com o objetivo de trazer a simplicidade e flexibilidade atrelados à usabilidade intuitiva, conforme apresentada na Figura 29.

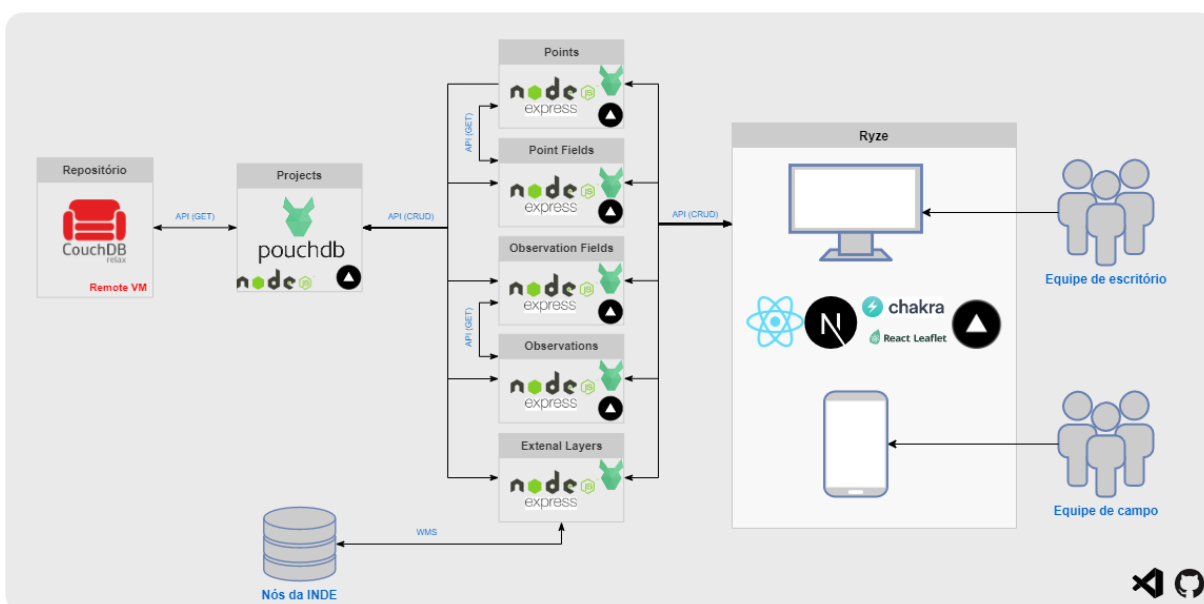


FIGURA 29 - Arquitetura do sistema

FONTE: O autor (2023)

A arquitetura consistiu em três etapas principais: banco de dados, APIs internas e interface, de modo que todo o processo foi realizado utilizando a IDE do VS Code e sistema de versionamento do Git, através da plataforma GitHub. Para o desenvolvimento das APIs internas, foram analisadas possibilidades que deveriam possuir compatibilidade com NodeJS e sistema de CRUD com integração ao banco de dados escolhido, servindo para simplificar o processo de armazenamento e gerenciamento dos dados de interesse do usuário. Com as devidas dependências de infraestrutura resolvidas, foram desenvolvidas classes genéricas para o gerenciamento e comunicação com o banco de dados, de modo a possibilitar a

criação e implementação de uma base de dados adaptável e remodelável, de acordo com as necessidades do usuário e do projeto. Além disso, foram criadas API's para a realização de ações com os dados a serem gerenciados, ou seja, foi desenvolvido um *CRUD* para cada uma das tabelas relacionadas, de modo a possibilitar o gerenciamento dos mesmos pelos usuários. Desse modo, foram desenvolvidos métodos e classes de entidades utilizando como base o NodeJS:

- Express para o gerenciamento das APIs;
- PouchDB para o gerenciamento do banco de dados;
- Fetch para a chamada de *endpoints* específicos.

4.3.3 Banco de Dados e Diagrama de Classes

Nesse projeto, para modelagem de banco de dados, foram analisadas possibilidades de bancos que deveriam possuir compatibilidade com NodeJS, sistema de *CRUD* e alta capacidade de adaptabilidade e flexibilidade, garantindo ao usuário interagir diretamente com a estrutura das tabelas, sempre que achar necessário; além disso, para que o sistema fosse mais simples e leve, foi adotado que o banco deveria ser NoSQL. Por fim, este banco deveria ser acessível de qualquer localidade com conexão à internet, garantindo que os usuários pudessem acessá-los sem necessitar de uma complexa configuração de rede para isto.

Com a análise realizada, foi decidido que o CouchDB seria a opção a ser utilizada por ser um banco de dados NoSQL que armazena os dados em documentos JSON e permite acesso distribuído através de uma API REST; além disso, é altamente escalável e tolerante a falhas, sendo recomendado para aplicações web e mobile. Para isto, foi instalado o banco de dados CouchDB em uma máquina e deste modo, foi possível utilizar este ambiente para gerenciar as informações referentes à infraestrutura de banco de dados do projeto. Por fim, foi modelado o diagrama de classes do projeto, conforme apresentado na Figura 30, com as devidas tabelas e seus respectivos atributos, relacionamentos e capacidades:

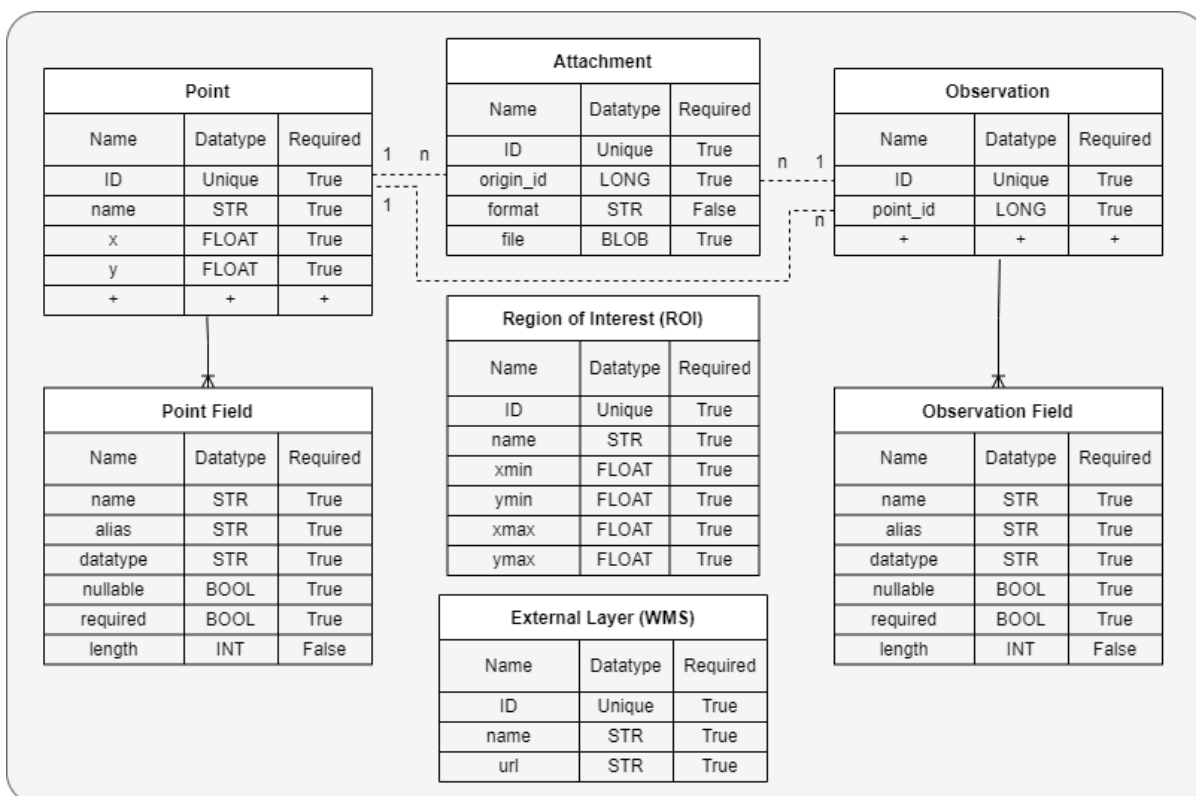


FIGURA 30 - Diagrama de classes

FONTE: O autor (2023)

Neste caso, o modelo da base de dados é composta por seis tabelas, sendo elas específicas para cada parte do projeto:

- **Point**: Representa a tabela de pontos, contendo informações geográficas e alfanuméricas; essa tabela pode ter sua estrutura alterada, adicionando mais campos ao modelo, conforme a necessidade do projeto, sendo estes os registros provenientes da tabela “Point Field”.
- **Point Field**: Representa a estrutura da tabela de pontos, contendo apenas informações alfanuméricas; essa tabela tem sua estrutura fixa e seus registros representam os campos a serem estruturados na tabela de pontos.
- **Observation**: Representa a tabela de observações, contendo apenas informações alfanuméricas; essa tabela pode ter sua estrutura alterada, adicionando mais campos ao modelo, conforme a necessidade do projeto, sendo estes os registros provenientes da tabela “Observation Field”.

- Observation Field: Representa a estrutura da tabela de observações, contendo apenas informações alfanuméricas; essa tabela tem sua estrutura fixa e seus registros representam os campos a serem estruturados na tabela de observações.
- Attachment: Representa os anexos que podem ser adicionados aos pontos ou observações, contendo informações alfanuméricas e do arquivo; essa tabela tem sua estrutura fixa.
- External Layer (WMS): Representa a lista de camadas de interesse que são externas ao projeto, contendo apenas informações alfanuméricas; essa tabela tem sua estrutura fixa.
- Region of Interest (ROI): Representa as regiões de interesse do projeto, contendo informações geográficas e alfanuméricas; essa tabela tem sua estrutura fixa.

4.3.4 Projeto da Interface

Nesse projeto, para o desenvolvimento da interface do sistema (mais conhecido como UI/UX), foi analisada a possibilidade de um sistema que deveria possuir compatibilidade com as APIs internas e que fosse simples, intuitivo e flexível, ou seja, adaptável a cada situação; além disso, o sistema deveria ser responsivo, ou seja, funcionar adequadamente em diversos tamanhos de tela, garantindo a sua usabilidade em celulares, tablets, notebooks, desktops ou outros dispositivos com conexão à internet. Por fim, foi elaborada uma interface para que o usuário se comunicasse com o sistema de maneira intuitiva e sem precisar de conhecimentos técnicos adicionais. As tecnologias utilizadas nesta etapa foram:

- NextJS, para garantir uma tecnologia incremental que vise a otimização no desenvolvimento e manutenções, escalabilidade e simplicidade da interação do usuário com o sistema;
- ChakraUI para a estilização de componentes;
- React Leaflet para o gerenciamento de mapas e ferramentas de navegação;
- Vercel para a hospedagem do sistema, garantindo que o mesmo seja acessível através de qualquer dispositivo com conexão à internet e sem restrições de rede.

A fim de facilitar o entendimento dos usuários acerca da plataforma, foi pensado em uma interface mais limpa e intuitiva, contendo apenas informações significativas ao processo. Por conta disso, foram utilizados os pilares de simplicidade, capacidade de resposta e desempenho do *mobile first*, garantindo que o sistema apresente uma solução de usabilidade agradável e responsividade, para possibilitar a experiência completa do software, independentemente do dispositivo de acesso. Por fim, a interface de interesse consistiu no planejamento de oito telas, divididas em três categorias (principal para a tela inicial, secundária para telas acessíveis a partir da tela principal e terciárias para as demais telas), abrangendo as mais diversas possibilidades de ações na plataforma:

- Inicial: principal interface de visualização dos usuários, trazendo uma visão geral das informações de interesse em um mapa. A partir desta tela, é possível acessar as telas secundárias.
- Adição de ativos: interface (secundária para pontos e terciária para observações) de informações a serem descritas na etapa de adicionar um ativo (pontos ou observações), construída dinamicamente conforme as configurações de campos.
- Listagem de ativos: interface secundária com a lista de pontos cadastrados no projeto e com links para as páginas das informações relacionadas. A partir desta tela, é possível acessar páginas de edição e listagem de subativos.
- Edição de ativos: interface terciária de informações a serem descritas na etapa de editar um ativo (pontos ou observações), construída dinamicamente conforme as configurações de campos e com todos os valores prévios informados.
- Informações: interface secundária com as informações de interesse ao projeto; essas informações consistem em: nome e descrição do projeto, atribuições e informação de contato com o administrador do sistema..
- Mapeamento das configurações: interface secundária com as principais categorias configuráveis, sendo elas as listagens de configurações de campos das entidades e configurações das layers externas e de interesse ao projeto. Essa interface está disponível apenas em dispositivos não-móveis.


- Listagem de campos: interface terciária com a listagem dos campos da camada (pontos ou observações), permitindo a adição, exclusão e/ou atualização dos campos existentes, de modo a permitir que as alterações sejam salvas ao final do processo. Essa interface está disponível apenas em dispositivos não-móveis.
- Listagem de camadas externas: interface terciária com a listagem das camadas disponíveis para a visualização do projeto, permitindo a adição, exclusão e/ou atualização das camadas atribuídas, de modo a permitir que as alterações sejam salvas ao final do processo. Essa interface está disponível apenas em dispositivos não-móveis.

4.3.5 Projeto Cartográfico

A fim de facilitar o entendimento e aumentar a independência dos usuários dentro da plataforma, foi pensado em um projeto flexível, de acordo com as demandas de cada projeto, contendo apenas informações significativas ao processo. Por conta disso, foram utilizados diversos parâmetros como configurações customizáveis, trazendo uma flexibilidade e adaptabilidade maior ao projeto; além das camadas que serão discriminadas a seguir, o sistema conterá informações acerca de camadas externas em formato WMS (Web Map Service), as quais serão gerenciadas pelo usuário administrador do projeto e, por conta disso, os metadados e quantidade de camadas poderão variar de acordo com as demandas e necessidades de cada projeto. Por fim, os shapes e códigos de cores estão apresentados nos gráficos; com relação ao tamanho dos símbolos, será realizado um estudo de UX em um momento posterior ao trabalho a fim de gerar a melhor experiência para os usuários finais.

QUADRO 1 - Camada de pontos

Título da camada	Pontos
Responsável	Usuário administrador do projeto
Data de Criação	Data de criação do projeto
Data de Atualização	Atual
Sistema de Referência de Projeção	WGS84

Projeção Cartográfica	Web Mercator (EPSG: 3857)	
Acesso aos dados	Acesso internamente via sistema	
Restrição	Dado de uso aberto para usuários do projeto	
Escala de Visualização	Conforme limites configurados no projeto	
Simbologia	<ul style="list-style-type: none"> - Variável Visual: Cor e forma - Primitiva Gráfica: Ponto - Nível de medida: Nominal 	 #FF9933
Rótulo	<ul style="list-style-type: none"> - Variável Visual: Cor - Primitiva Gráfica: Texto - Nível de medida: Nominal 	abc #333333

FONTE: O autor (2023)


QUADRO 2 - Camada de observações

Título da camada	Observações
Responsável	Usuário administrador do projeto
Data de Criação	Data de criação do projeto
Data de Atualização	Atual
Sistema de Referência	Não será representada
Projeção Cartográfica	Não será representada
Acesso aos dados	Acesso internamente via sistema
Restrição	Dado de uso aberto para usuários do projeto
Escala de Visualização	Não será representada
Simbologia	Não será representada

FONTE: O autor (2023)


QUADRO 3 - Camada de ROIs

Título da camada	Regiões de Interesse (ROIs)
Responsável	Usuário administrador do projeto
Data de Criação	Data de criação do projeto
Data de Atualização	Atual
Sistema de Referência	WGS84
Projeção Cartográfica	Web Mercator (EPSG: 3857)
Acesso aos dados	Acesso internamente via sistema

Restrição	Dado de uso aberto para usuários do projeto	
Escala de Visualização	Conforme limites configurados no projeto	
Simbologia	<ul style="list-style-type: none"> - Variável Visual: Cor - Primitiva Gráfica: Polígono - Nível de medida: Nominal 	 opacity: 0.1 line: #DE0A0A
Rótulo	<ul style="list-style-type: none"> - Variável Visual: Cor - Primitiva Gráfica: Texto - Nível de medida: Nominal 	abc #333333

FONTE: O autor (2023)

QUADRO 4 - Posição atual

Título da camada	Posição atual	
Responsável	Usuário	
Data de Criação	Início da sessão do sistema	
Data de Atualização	Atual	
Sistema de Referência	WGS84	
Projeção Cartográfica	Web Mercator (EPSG: 3857)	
Acesso aos dados	Acesso internamente via sistema na sessão em questão	
Restrição	Dado de uso restrito, visível apenas para o usuário da sessão	
Escala de Visualização	Conforme limites configurados pelo usuário	
Simbologia	<ul style="list-style-type: none"> - Variável Visual: Cor - Primitiva Gráfica: Ponto - Nível de medida: Nominal 	 #0BD9DC

FONTE: O autor (2023)

Por fim, foram elaborados dois mapas no software ArcGIS Pro (versão 3.0) que possuem como principal objetivo apresentar a visualização dos usuários com as informações de interesse do projeto, juntamente com as simbologias e mapas base, conforme detalhado nos quadros 1 a 4 que foram apresentados dos metadados das camadas; deste modo, foi possível apresentar, cartograficamente, a visão do usuário sobre o sistema de forma generalizada, indicando as camadas padrão e suas respectivas representações. A exibição à esquerda representa a visão do usuário

com as simbologias em cima de uma imagem de satélite como mapa base; similarmente, a exibição à direita apresenta a visão do usuário com as simbologias em cima de um mapa base do OpenStreetMap (OSM).

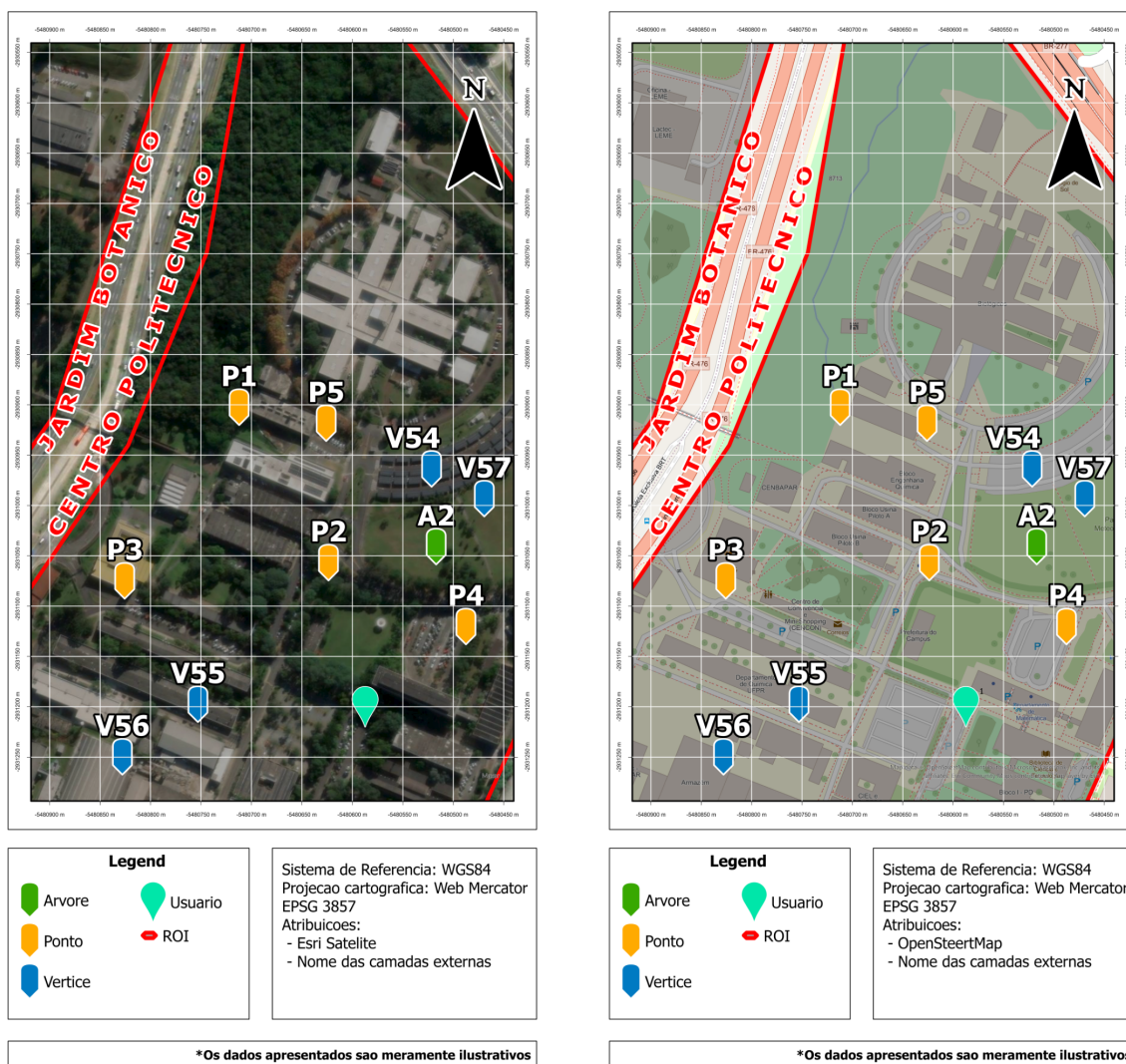


FIGURA 31 - Produto cartográfico do sistema

FONTE: O autor (2023)

Apesar de não representar a visão atual do sistema, os mapas da Figura 31 apresentam, com clareza, a relação entre as camadas e informações do sistema com os componentes de mapa, resultando em um produto cartográfico do sistema. Nele temos indicação de localização (grade de coordenadas), orientação (indicação do norte), legenda (materialização da linguagem cartográfica), informações acerca da projeção e sistema de referência, e observações. Estes produtos (e similares) são os esperados em futuras *releases* da solução, não representando a condição atual do sistema, mas sim uma simplificação de um dos processos que serão

implementados, ou seja, a partir da implementação da emissão de relatórios (RF117); as representações atuais do sistema estão expostas na próxima seção.


4.4 IMPLEMENTAÇÃO

Inicialmente, o usuário de campo tem como visualização a tela inicial do projeto, onde ele poderá visualizar os pontos cadastrados e realizar diversas ações com relação à navegação, podendo navegar por entre as páginas de apoio do projeto (adição e listagem de ativos, ajuda e informações), conforme apresentado na Figura 32.



FIGURA 32 - Tela inicial

FONTE: O autor (2023)

Seguindo o fluxo do programa, o usuário pode conferir as informações do projeto ao clicar no ícone indicado () , de modo a ser direcionado ao modal de informações indicado na Figura 33.

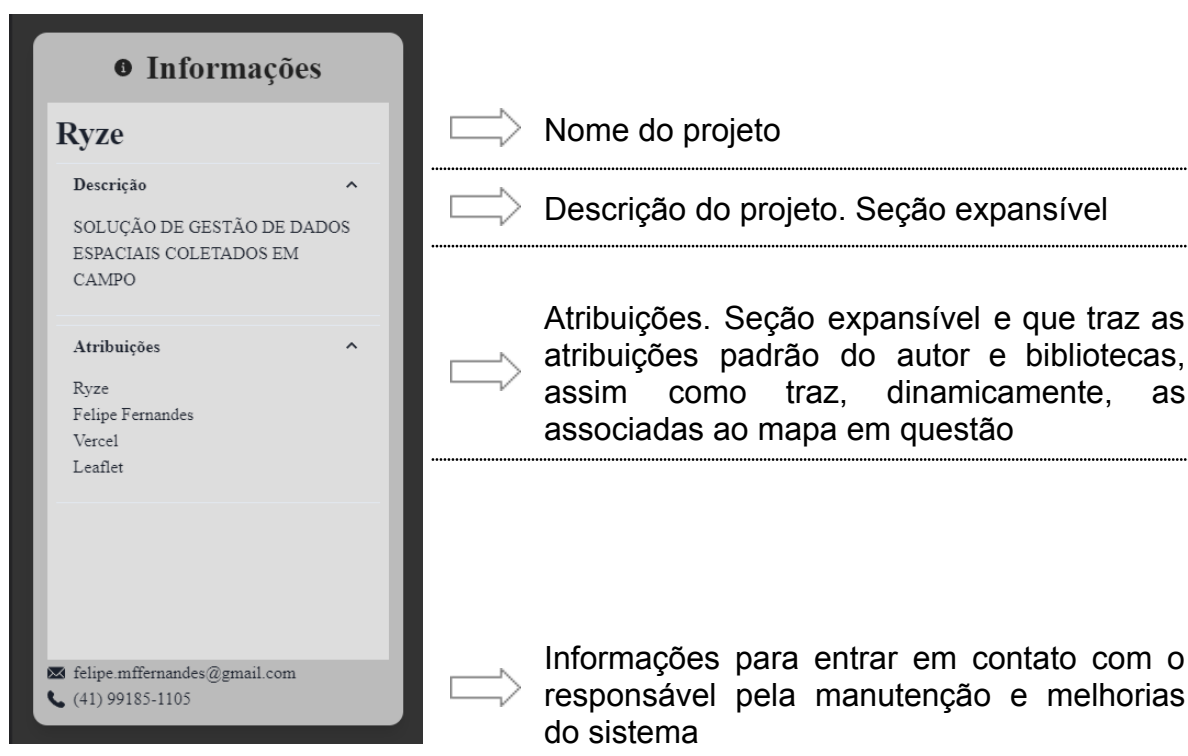



FIGURA 33 - Tela de informações

FONTE: O autor (2023)

Além disso, há possibilidade do usuário selecionar a tela de adição de pontos de modo a permitir ao usuário a inserção de informações na base de dados. Ao clicar no ícone indicado () , o usuário é direcionado ao formulário de adição de informações para realizar o devido preenchimento; no caso de exemplo, os campos configurados como requeridos são “Name”, “X” e “Y” e os campos adicionais configurados pelo administrador do projeto consiste no campo “Z”, do tipo numérico. O caso de exemplo está exposto na Figura 34.

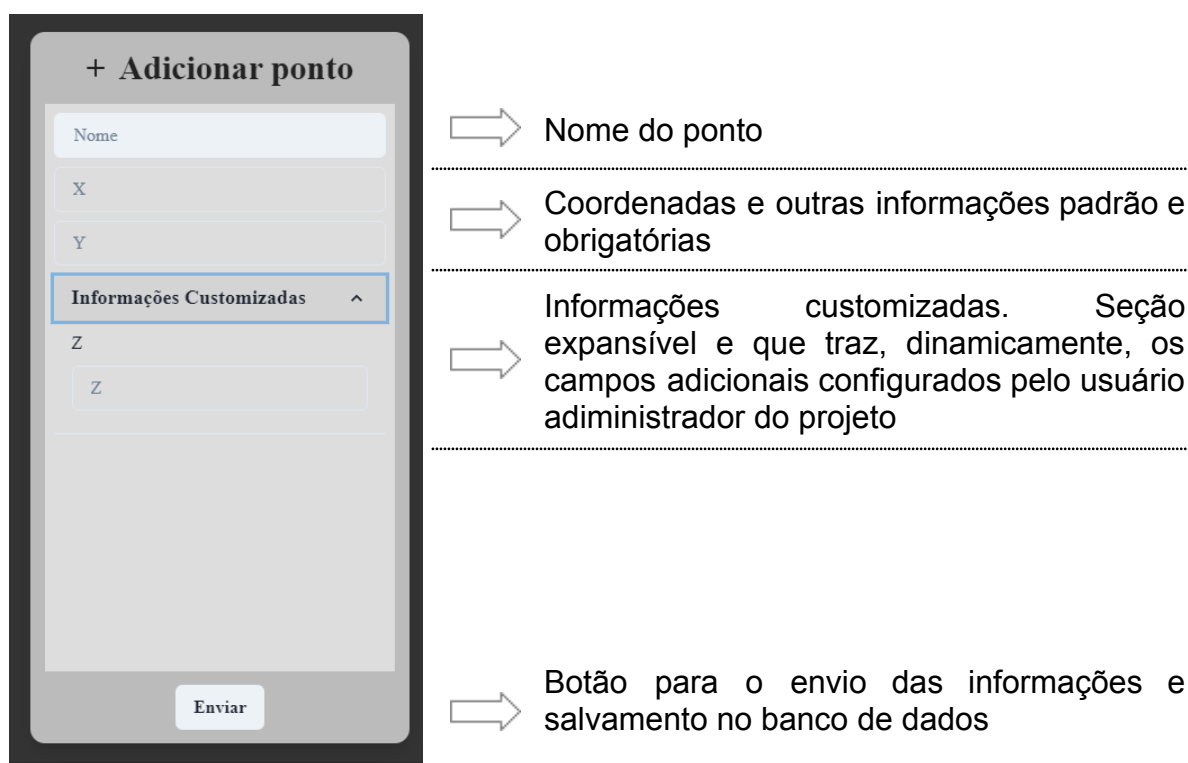


FIGURA 34 - Tela de adição de pontos

FONTE: O autor (2023)

Também o usuário tem a possibilidade de selecionar a tela de listagem de pontos de modo a permitir ao usuário a visualização de todas as informações já cadastradas no banco de dados. Ao clicar no ícone indicado (☰), o usuário será direcionado ao modal que contém uma listagem de todos os pontos cadastrados. Além disso, essa lista conterà links para os modais de edição de informações (similar ao modal de adição de pontos, mas que contém as informações já cadastradas) e verificação das listas dos registros relacionados (observações). A visualização será semelhante ao indicado na Figura 35.

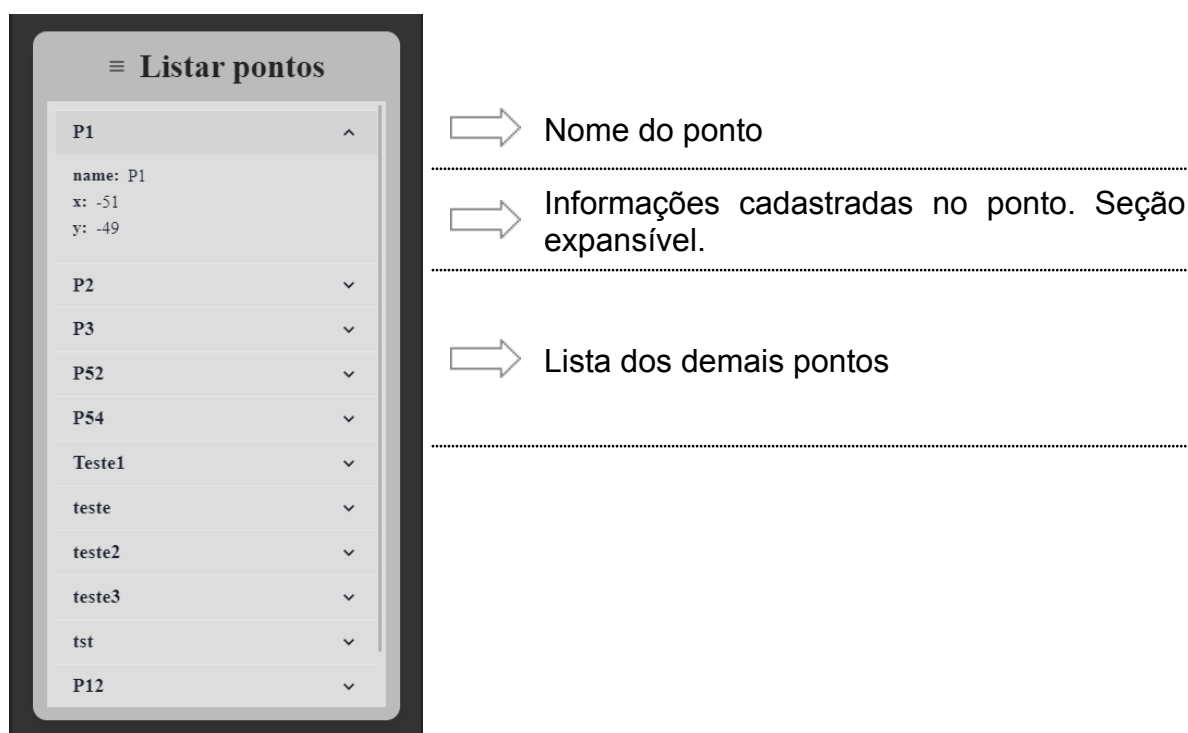


FIGURA 35 - Tela de listagem de pontos

FONTE: O autor (2023)

Por conseguinte, o usuário poderá navegar por entre as páginas para visualizar, listar, editar ou adicionar dados, garantindo um controle ao uso da informação, tanto para as observações quanto para os pontos. Além das páginas apresentadas, outros níveis de usuários poderão realizar diversas outras ações e poderão ter outros recursos à disposição como, por exemplo, configurações do projeto para o usuário administrador.

Deste modo, vale ressaltar que todos os códigos foram desenvolvidos seguindo as boas práticas de programação, ou seja, foram criados para serem claros e genéricos, possibilitando a reutilização de códigos, sempre que possível, e visando facilitar as etapas de implementação e manutenibilidade, garantindo rapidez e assertividade na solução para os principais problemas que possam ser encontrados. Por ser um processo de desenvolvimento cíclico e contínuo, estes conceitos ainda poderão ser replicados nos demais momentos em que houver algum tipo de atualização no sistema. Além disso, o desenvolvimento foi realizado utilizando a ferramenta de versionamento do GIT, garantindo segurança, praticidade e flexibilidade no processo de implementação do sistema nos ambientes de

interesse. Link do GitHub: <https://github.com/FelipeMFernandes/software-ryze>².

Por fim, foram mapeados os entregáveis de acordo com as melhorias planejadas e requisitos levantados pelos usuários, de modo a englobar quais requisitos funcionais, não funcionais e geográficos devem ser implementados em cada uma das versões, trazendo uma visão mais ampla e detalhada de todas *releases*; o resultado deste mapeamento está presente no apêndice, onde são encontradas nove *releases* já mapeadas e analisadas, detalhadas no Quadro 5.

QUADRO 5 - Releases

Release	Nome	M	A	D	I
01	Prova de conceito	✓	✓	✓	✓
02	Versão inicial	✓	✓	-	□
03	Controle de versões e otimização de dados	✓	✓	□	□
04	Funcionamento offline	✓	✓	□	□
05	Otimização visual	✓	✓	□	□
06	Conectar camadas base com serviços externos	✓	✓	□	□
07	Funções customizadas	✓	✓	□	□
08	Projeto de plataforma	✓	✓	□	□
09	Emissão de relatórios	✓	✓	□	□
10	Otimização de rotas	✓	□	□	□
11	Formulários automatizados	✓	□	□	□

M Mapeada.
A Analisada.
D Desenvolvida.
I Implementada.

Fonte: O autor (2023)

² Projeto privado e com visualização sob demanda, via solicitação ao autor.

5 CONCLUSÕES

A proposta realizada através deste trabalho, visou compreender as condições de trabalhos de campo pelo ponto de vista de usuários em potencial e propor uma solução que atendesse as principais necessidades dos mesmos, assim como os referidos requisitos e funcionalidades. Com isso em mente, foi elaborado um projeto de desenvolvimento de software com as devidas provas de conceito a fim de analisar as capacidades e limitações técnicas da solução, adequando as etapas do processo às demandas levantadas, trazendo uma proposta que visasse alinhar as soluções aos problemas e dificuldades apresentados pelos possíveis usuários. O desenvolvimento da solução foi impactado por diversos problemas referentes a configurações de rede e incompatibilidade de bibliotecas (React Leaflet com qualquer outra biblioteca de componentes visuais adicionais) e, por conseguinte, a primeira versão da solução não apresentou todos os requisitos esperados para a versão funcional da plataforma; todavia, a solução realizada visou possibilitar uma visualização geral do funcionamento básico da plataforma, englobando as provas de conceito necessárias para a validação de implementação da solução.

Bem como apresentado por Waldo Tobler na primeira lei da geografia, em que expressa nitidamente a correlação entre todas as informações, de modo que elementos mais próximos entre si apresentam associações mais significativas, as geotecnologias se tornaram indispensáveis na contemporaneidade; corroborando com isso e diante dessas evoluções tecnológicas e sociais, a utilização de sistemas geoespaciais se tornaram a solução dos mais diversos nichos de mercado, possibilitando o escalonamento e otimização de inúmeras atividades, auxiliando na logística, pesquisa e gerenciamento de vários tipos de ativos. Em frente a este cenário, percebeu-se a necessidade de criar uma plataforma que trouxesse uma alternativa aos usuários finais, acessível para todos os públicos e que apresentasse um determinado grau de escalabilidade e flexibilidade.

Processos de coleta, gestão e utilização de dados estão intrínsecos no cotidiano da sociedade, de forma direta e indireta, sendo que, dia a dia, estes processos tornam-se cada vez mais tecnológicos e possuem contribuições mais significativas na economia global. Conseqüentemente, processos de produção, gerenciamento e distribuição de recursos utilizam diversas tecnologias de

geoprocessamento, fazendo com que os custos do gerenciamento sejam minimizados e mais claros, proporcionando uma melhor visibilidade das situações dos ativos; assim acarretando em ações mais ágeis e assertivas, garantindo uma melhor sustentabilidade e estabilidade dos processos em questão. Por fim, aplicativos de uso cotidiano (como 99, IFood, Shopee, entre outros) que utilizam geotecnologias estão sendo cada vez mais difundidos e comercializados, visando facilitar a vida do ser humano na era moderna, tornando-se populares ao uso comum.

Concluindo, apesar das dificuldades e desafios encontrados, o projeto foi realizado de modo que o resultado do questionário realizado com os profissionais seguiram de acordo com as expectativas levantadas; além disso, foram utilizados diversos conceitos de cartografia, agrimensura e desenvolvimento de software para a elaboração e modelagem, alinhado necessidades às soluções e apresentando um planejamento possível de ser implementado e com o principal objetivo de auxiliar gestores e coletores de dados espaciais em campo na minimização de custos, tempo de execução e retrabalhos, os quais se prontificam como alguns dos principais pilares da engenharia.

REFERÊNCIAS

- BOYLAND, P., Brazil's urban mobile users connect twice as much to 4G. Disponível em: www.opensignal.com/2019/08/27/brazils-urban-mobile-users-connect-twice-as-much-to-4g/ Acesso em 15 dez. 2022.
- BARRO, B. B., O que é uma API RESTful e porque isso importa. Disponível em: www.hostinger.com.br/tutoriais/api-restful Acesso em 23 dez. 2023.
- DATTA, A., Where is the money in geospatial industry?. Disponível em: www.geospatialworld.net/article/where-is-the-money/ Acesso em 03 jan. 2023.
- ESRI, O que é GIS?. Disponível em: www.esri.com/pt-br/what-is-gis/overview Acesso em 20 dez. 2020.
- FALAT, D. R., BONATTO, S. M. P., **Definição de cores para geração de mapas temáticos**, 2007. Esteio. Disponível em: www.esteio.com.br/downloads/2007/definicao_cores.pdf Acesso em 20 dez. 2023.
- FARALLON GEOGRAPHICS, Spatial Data Processing. Disponível em: fargeo.com/spatial-data-processing/ Acesso em 05 jan. 2023.
- FARIA, C., História da Cartografia. Disponível em: www.infoescola.com/cartografia/historia-da-cartografia Acesso em 30 jan. 2023.
- FIRKOWSKI, H., SLUTER, C. R., **Cartografia Geral e Projeções Cartográficas**, 2008. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: docs.ufpr.br/~firk/pessoal/projcart/Cap%204%20ProjCart.pdf Acesso em 20 dez. 2022.
- FORESTGIS, QField: Finalmente um app opensource digno para a família do QGIS. Disponível em: forest-gis.com/2022/06/qfield-finalmente-um-app-opensource-digno-para-a-familia-do-qgis.html/ Acesso em 20 jan. 2023.
- FRANZÃO, L., Do ENIAC ao notebook: confira a evolução dos computadores nas últimas décadas. Disponível em: www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/do-eniac-ao-notebook-confira-a-evolucao-dos-computadores-nas-ultimas-decadas/ Acesso em 20 dez. 2022.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV), **Analisando Dados**. Disponível em: epge.fgv.br/we/Graduacao/Estatistica1/2009/2?action=AttachFile&do=get&target=Estatistica_descritiva.pdf Acesso em 05 jan. 2023.
- GAZETA, DANY, A Evolução Cartográfica. Disponível em: prezi.com/bfp8in720zfo/a-evolucao-cartografica Acesso em 30 jan. 2023.
- GIOVANINI, ADENILSON, Teodolito: o que é e para que serve?. Disponível em: adenilsongiovanini.com.br/blog/teodolito-eletronico/ Acesso em 20 dez. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), Atlas escolar. Disponível em: atlascolar.ibge.gov.br/ Acesso em 20 dez. 2022.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF GEODESY (IAG), Description of the Global Geodetic Reference Frame. Disponível em: www.iag-aig.org/topic/3 Acesso em 10 jan. 2023.

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION (IBM), Conceito: Arquitetura de Sistema. Disponível em: www.cin.ufpe.br/~gta/rupt-vc/core.base_rup/guidances/concepts/system_architecture_5F3B1E17.html Acesso em 21 dez. 2023.

INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC ASSOCIATION (ICA), A Strategic Plan for the International Cartographic Association 2003-2011. Disponível em: icaci.org/files/documents/reference_docs/ICA_Strategic_Plan_2003-2011.pdf, Acesso em 30 jan. 2023.

INTERNATIONAL UNION OF GEODESY AND GEOPHYSICS (IUGG), G01 Reference Systems and Frames. Disponível em: www.iugg2023berlin.org/906-2/ Acesso em 10 jan. 2023.

ITC, UNIVERSITY OF TWENTE, Living Textbook: Visual variable. Disponível em: tb.itc.utwente.nl/498/concept/81666 Acesso em 25 jan. 2023.

KANADE, V., What Is Spatial Analysis? Definition, Working, and Examples. Disponível em: www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/what-is-spatial-analysis/ Acesso em 15 jan. 2023.

KOLACNY, **Comunicação da informação cartográfica**. 1977 Apud: SIMIELLI, 2010, p. 77.

LEICA GEOSYSTEMS, LOC8 - Dissuasão de roubo e gerenciamento de frota. Disponível em: leica-geosystems.com/pt-br/services-and-support/product-services/loc8 Acesso em 20 dez.2022.

KONNO, L. H., **Validação de requisitos de um sistema de geoinformação a partir do uso de protótipo e cenários**, p. 44, 2018. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: acervodigital.ufpr.br/handle/1884/57383 Acesso em 21/02/2023.

LSGEO, Planejamento de pequenas empresas e SIG. Disponível em: lsgeoconsultoria.wixsite.com/lsgeo/single-post/2017/05/23/planejamento-de-pequenas-e-mpresas-e-sig Acesso em 05 jan. 2023.

LUCIDCHART, What is Unified Modeling Language. Disponível em: www.lucidchart.com/pages/what-is-UML-unified-modeling-language Acesso em 04 jan. 2023.

MARTIN, R. C. (UNCLE BOB), **Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship**, 2008.

MARTIN, R. C. (UNCLE BOB), The Principles of OOD. Disponível em: butunclebob.com/ArticleS.UncleBob.PrinciplesOfOod Acesso em 05 jan. 2023.

MORALES, J., Mobile First Design Strategy: The When, Why and How. Disponível em: xd.adobe.com/ideas/process/ui-design/what-is-mobile-first-design/ Acesso em 05 jan. 2023.

NEBERT, D. D., TECHNICAL WORKING GROUP CHAIR, GSDI, **GSDI Cookbook Version 2.0**, 2004. Disponível em: http://gsdiassociation.org/images/publications/cookbooks/SDI_Cookbook_GSDI_2004_ver2.pdf Acesso em 20 dez. 2022.

NETO, J. F., Dados: como classificá-los?, Disponível em: escoladedados.org/tutoriais/dados-como-classifica-los/ Acesso em 15 jan. 2023.

NETO, M.S., Modelos 3D: Como são gerados através dos drones?. Disponível em: blog.droneng.com.br/modelos-3d-como-sao-gerados/ Acesso em 20 dez. 2022.

OLIVEIRA, C., **Dicionário cartográfico 4.ed.**, 1993. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=281220 Acesso em 15 dez. 2023.

ORACLE, Inteligência Artificial. Disponível em: www.oracle.com/br/artificial-intelligence/ Acesso em 20 dez. 2022.

ORACLE, What Is a Database?. Disponível em: www.oracle.com/database/what-is-database/ Acesso em 23 dez. 2023.

O'REILLY, Components of a smart city. Disponível em: www.oreilly.com/library/view/hands-on-artificial-intelligence/9781788836067/a302e0d8-20c0-4b5d-b75a-1d02c3aa046a.xhtml Acesso em 20 dez. 2022.

OXERA, **What is the economic impact of Geo services?**. Disponível em: www.oxera.com/wp-content/uploads/2018/03/What-is-the-economic-impact-of-Geo-services_1-3.pdf Acesso em 20 dez. 2022.

REDHAT, REST x SOAP: Qual a diferença entre REST e SOAP?. Disponível em: www.redhat.com/pt-br/topics/integration/whats-the-difference-between-soap-rest Acesso em 23 dez. 2023.

ROVEDA, U., Desenvolvimento web: o que é e como ser um desenvolvedor web. Disponível em: kenzie.com.br/blog/desenvolvimento-web/ Acesso em 15 dez. 2023.

SLUTER, C. R., **Uma abordagem sistêmica para o desenvolvimento de projeto cartográfico como parte do processo de comunicação cartográfica**, 2008. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/teses_geografia2008/artigoclaudia.pdf Acesso em 10 jan. 2023.

SMITH, G. M., O que é Aquisição de Dados - DAQ ou DAS?. Disponível em: dewesoft.com/br/aquisicao-de-dados/o-que-e-aquisicao-de-dados Acesso em 10 jan. 2023.

SOFTWARE DE ANALYTICS & SOLUÇÕES (SAS), Machine Learning: o que é e qual sua importância. Disponível em: www.sas.com/pt_br/insights/analytics/machine-learning.html Acesso em 20 dez. 2020.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software. 9ª edição**, tradução Kalinka Oliveira e Ivan Bosnic, 2011. Disponível em: www.facom.ufu.br/~william/Disciplinas%202018-2/BSI-GSI030-EngenhariaSoftware/Livro/engenhariaSoftwareSommerville.pdf Acesso em 25 jan. 2023.

TEMBA, P., **Fundamentos da Fotogrametria.** Disponível em: www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/fotogrametria.pdf Acesso em 20 dez. 2020.

UNITED NATIONS COMMITTEE OF EXPERTS ON GLOBAL GEOSPATIAL INFORMATION MANAGEMENT (UN-GGIM), **Geospatial industry advancing sustainable development goals.** Disponível em: ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/11th-Session/documents/The_Geospatial_SDGs_Roadmap_WGGI_IAEG_SDGs_20210804.pdf Acesso em 03 jan. 2023.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP), Plano de Gestão de Dados. Disponível em: www.abcd.usp.br/apoio-pesquisador/dados-pesquisa/plano-gestao-dados-2/ Acesso em 03 jan. 2023.

WROBLEWSKI, L., Mobile First. Disponível em: mobile-first.abookapart.com/ Acesso em 05 jan. 2023.

ZEISS, GEOFF, Studies find geospatial proliferating across the world economy. Disponível em: geospatial.blogs.com/geospatial/2018/01/geospatial-proliferating-across-world-economy.html Acesso em 03 jan. 2023.

APÊNDICES

RELEASE 1 – Prova de conceito

Release focado nas funcionalidades base da aplicação, representando uma POC da solução, abrangendo os principais conceitos abordados de maneira funcional, a fim de atestar a complexidade e assertividade da solução em relação ao problema em questão.

REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS

- RNF 002: Desenvolvimento em React
- RNF 004: Manutenções planejadas

REQUISITOS FUNCIONAIS

- RF 001: Visualizar dados
- RF 002: Visualizar posição em tempo real
- RF 003: Adicionar pontos
- RF 005: Gerenciar estrutura de pontos

REQUISITOS GEOGRÁFICOS

- RGeo 001: Sistema de referência
- RGeo 002: Projeção cartográfica
- RGeo 003: Escala do mapa
- RGeo 004: Extensão do mapa
- RGeo 006: Visualização de camadas

RELEASE 2 – Versão inicial

Release focado no desenvolvimento básico geral da solução, representando a primeira versão a ser disponibilizada ao mercado. Essa versão deve apresentar todas as funcionalidades principais da solução e deve ser distribuída de acordo com a arquitetura do sistema, com todos os requisitos de máquina(s), atores e funcionalidades principais, assim como deve ser disseminada de forma adequada, ou seja, com as documentações, versões e padrões de evolução bem definidos.

REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS

- RNF 001: Sistema disponível na WEB
- RNF 003: Acessível a partir de vários dispositivos
- RNF 005: Usabilidade intuitiva

REQUISITOS FUNCIONAIS

- RF 004: Adicionar observações
- RF 006: Gerenciar estrutura de observações
- RF 007: Gerenciar camadas externas
- RF 008: Categorizar pontos
- RF 009: Gerenciar categorias de pontos
- RF 010: Adicionar anexos nos pontos
- RF 011: Adicionar anexos nas observações
- RF 012: Adicionar informação espacial de pontos
- RF 013: Gerenciar lista de basemaps

REQUISITOS GEOGRÁFICOS

- RGeo 005: Alterar mapas base

RELEASE 3 – Controle de versões e otimização de dados

Release focado na utilização de ferramentas de otimização da carga e extração dos dados do projeto, com funcionalidades de gerenciamento de backups, importações e exportações.

REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS

- RNF 101: Backups periódicos

REQUISITOS FUNCIONAIS

- RF 101: Backup da base
- RF 102: Restore da base
- RF 103: Importar dados
- RF 104: Exportar dados

RELEASE 4 – Funcionamento offline

Release focado na utilização da solução de maneira offline. Essa entrega é focada para possibilitar aos usuários a utilização da solução em regiões com baixa disponibilização de rede.

REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS

- RNF 102: Uso offline

REQUISITOS FUNCIONAIS

- RF 105: Sincronizar dados
- RF 106: Validar conflitos de versão
- RF107: Download do mapa para uso offline

RELEASE 5 – Otimização visual

Release focado na otimização visual, integrando informações de um determinado conjunto de pontos e observações, a partir da criação de campos do tipo ponto, onde será possível amarrar as informações pontuais com as de maior dimensão gráfica (como linhas e polígonos); além disso, será possível alterar, de diversas formas, as simbologias, possibilitando aos usuários uma visão esquematizada e mais detalhada dos dados.

REQUISITOS FUNCIONAIS

- RF 109: Tipo de campo ponto
- RF 110: Observações com geometria

REQUISITOS GEOGRÁFICOS

- RGeo 101: Alterar visualização

RELEASE 6 – Conectar camadas base com serviços externos

Release focado na conexão das camadas base (observações e pontos) a serviços externos, possibilitando a atualização do serviço base e da camada vinculada ao projeto, seguindo as limitações de ambos os serviços.

REQUISITOS GEOGRÁFICOS

- RGeo 102: Conectar pontos a serviços externos
- RGeo 103: Conectar observações a serviços externos
- RGeo 104: Adicionar metadados

RELEASE 7 – Funções customizadas

Release focado em proporcionar uma certa independência aos usuários ao disponibilizar o desenvolvimento e execução de funções customizadas, garantindo maior praticidade e adaptabilidade da solução. Deste modo, as funções customizadas poderão ser configuradas para serem rodadas em tempo de levantamento de dados, de forma pós processada ou a partir de um agendador de tarefas.

REQUISITOS FUNCIONAIS

- RF 111: Criar funções customizadas
- RF 112: Executar funções customizadas
- RF 118: Gerenciar tolerâncias

RELEASE 8 – Projeto de plataforma

Release focado na conexão das camadas base (observações e pontos) a serviços externos, possibilitando a atualização do serviço base e da camada vinculada ao projeto, seguindo as limitações de ambos os serviços.

REQUISITOS FUNCIONAIS

- RF 113: Realizar cadastro
- RF 114: Fazer login
- RF 115: Criar projeto
- RF 116: Administrar privilégios

RELEASE 9 – Emissão de relatórios

Release focado na emissão de relatórios customizados. Estes relatórios deverão seguir os padrões e limitações especificados, mas poderão ser ajustados a partir de templates de documentos, gerando uma independência para o usuário adotar seus próprios padrões ou utilizar de terceiros.

REQUISITOS FUNCIONAIS

→ RF 117: Emitir relatórios