

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO -
CAMPUS CATU
CURSO TECNÓLOGO EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**

EDILSON SANTOS DE JESUS FILHO

Orientador: PROF. DR. ROMERO MENDES FREIRE DE MOURA JÚNIOR

Coorientador: PROF. DR. ANDRÉ LUIZ ANDRADE REZENDE

**UM MODELO GEORREFERENCIADO DE MANIFESTAÇÃO CIDADÃ
PARA APOIAR A FORMULAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS**

CATU-BAHIA

2024

EDILSON SANTOS DE JESUS FILHO

**UM MODELO GEORREFERENCIADO DE MANIFESTAÇÃO CIDADÃ PARA
APOIAR A FORMULAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS**

Monografia apresentada como requisito para obtenção de grau de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - Campus Catu.

Orientador: Prof. Dr. Romero Mendes Freire De Moura Júnior

Coorientador: Prof. Dr. André Luiz Andrade Rezende

CATU-BAHIA

2024

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais e demais familiares, cujo amor e apoio incondicional foram fundamentais para a realização deste trabalho. Vocês são a minha maior inspiração e motivação.

Agradeço ao meu orientador e coorientador, cuja sabedoria, paciência e dedicação foram essenciais para o desenvolvimento deste projeto. A sua orientação e encorajamento foram inestimáveis.

Aos demais professores, agradeço pela transmissão de conhecimento, pelas críticas construtivas e pelo estímulo ao pensamento crítico. Vocês desempenharam um papel crucial na minha formação acadêmica.

Aos meus colegas de classe, agradeço pela camaradagem, pelos momentos de estudo em conjunto e pelas discussões enriquecedoras. Vocês tornaram essa jornada muito mais agradável.

Por fim, agradeço aos demais servidores da instituição, cujo trabalho muitas vezes invisível é fundamental para o funcionamento do *campus*. A sua dedicação não passa despercebida e é muito apreciada.

Este trabalho é o resultado do esforço coletivo de todos vocês. Muito obrigado.

“Porém não espere por esse direito

Acorde, levante, lute”

(Edson Gomes)

Resumo

Este trabalho explora a interseção entre democracia, participação cidadã e tecnologias de informação geográfica (TIG). A democracia, como sistema político que valoriza a autonomia dos indivíduos, precisa ir além da representação política para abranger adequadamente todos os interesses da sociedade. Nesse sentido, os instrumentos de participação direta são fundamentais para aproximar as políticas públicas das vontades do povo e garantir a qualidade dos serviços públicos.

Os mapas, usados desde tempos remotos para registrar informações espaciais relevantes para atividades humanas, evoluíram com o avanço tecnológico. Hoje, as TIG têm uma presença significativa nas aplicações brasileiras, especialmente na gestão municipal, refletindo a importância do georreferenciamento na eficácia das políticas públicas. Pois, ao compreendermos espacialmente os problemas, podemos identificar áreas com maiores demandas e necessidades específicas.

Palavras chaves: Políticas Públicas, Georreferenciamento, Tecnologias de informação geográfica, Participação cidadã

Abstract

This work explores the intersection between democracy, citizen participation, and geographic information technologies (GIT). Democracy, as a political system that values the autonomy of individuals, needs to go beyond political representation to adequately encompass all interests of society. In this sense, direct participation instruments are fundamental to bring public policies closer to the will of the people and ensure the quality of public services.

Maps, used since ancient times to record spatial information relevant to human activities, have evolved with technological advancement. Today, GITs have a significant presence in Brazilian applications, especially in municipal management, reflecting the importance of georeferencing in the effectiveness of public policies. For, by spatially understanding the problems, we can identify areas with greater demands and specific needs.

Keywords: Public Policies, Georeferencing, Geographic Information Technologies, Citizen Participation

Lista de Figuras

Figura 1 - Meridianos.....	20
Figura 2 - Paralelos.....	21
Figura 3 - Sistema de coordenadas geográficas.....	23
Figura 4 - Constelação de satélites expansível de 24 posições.....	25
Figura 5 - Localização dos satélites do GPS.....	26
Figura 6 - Segmentos do GPS.....	27
Figura 7 - Ilustração do Paradigma dos Quatro Universos.....	32
Figura 8 - Exemplo de dado cadastral dos países da américa do sul.....	34
Figura 9 - Elementos de Rede.....	35
Figura 10 – Elementos essenciais para a adequada condução da Design Science Research.....	36
Figura 11 - Etapas da pesquisa.....	37
Figura 12 - Modelo georreferenciado de manifestação cidadã para apoiar a formulação de políticas públicas.....	39
Figura 13 - Diagrama de Casos de uso do modelo.....	40
Figura 14 - Diagrama de Sequência do cadastro de manifestação.....	43
Figura 15 - Diagrama de Sequência da visualização das manifestações.....	45
Figura 16 - Diagrama de entidades e relacionamento do banco dados.....	52
Figura 17 - Classe DatabaseSeeder.....	53
Figura 18 - Mapa interativo com marcador e popup customizado.....	54
Figura 19 - Tile com nível de detalhamento igual a 0.....	56
Figura 20 - Tile com nível de detalhamento igual a 1.....	57
Figura 21 - Tile com nível de detalhamento igual a 4.....	57
Figura 22 - Exemplo de utilização do método “getCurrentPosition()”.....	59
Figura 23 - Tela de login.....	60
Figura 24 - Tela de Cadastro de usuário.....	61
Figura 25 - Tela de manifestações do usuário.....	62
Figura 26 - Tela de listagem de departamentos.....	64
Figura 27 - Tela de gerenciamento de departamento.....	65
Figura 28 - Tela de cadastro de departamento.....	66
Figura 29 - Tela de gerenciamento de manifestação pelo administrador.....	66
Figura 30 - Tela de cadastro de manifestação.....	67
Figura 31 - Popup personalizado com detalhes da manifestação.....	69
Figura 32 - Tela de visualização das manifestações com consulta personalizada.....	70

Sumário

1. Introdução.....	9
1.1. Contextualização.....	9
1.2. Problema.....	11
1.3. Hipótese.....	11
1.4. Justificativa.....	11
1.5. Objetivo Geral.....	12
1.6. Objetivos Específicos.....	12
1.7 Trabalhos Correlatos.....	12
2. Fundamentação teórica.....	14
2.2 Políticas Públicas.....	15
2.2.1 Problemas e Políticas Públicas.....	16
2.2.2 Geotecnologias e Políticas Públicas.....	17
2.3 Georreferenciamento.....	18
2.3.1 Localização.....	19
2.3.2 Sistema de Coordenadas Geográficas.....	21
2.3.3 Representação Geográfica.....	23
2.3.4 Global Positional System (GPS).....	24
2.3.5 Geoprocessamento.....	30
3. Metodologia.....	35
3.1 Design Science Research.....	35
3.2 Etapas da pesquisa.....	37
3.3 Desenvolvimento do Modelo.....	38
3.3.1 Funcionamento do Requisito de Georreferenciamento.....	49
4. Material e métodos.....	50
4.1 Framework Laravel.....	50
4.2 Banco de Dados.....	51
4.3 Biblioteca e API para georreferenciamento.....	54
4.3.1 Leaflet.....	54
4.3.1.1 Tiles.....	55
4.3.2 Geolocation API.....	58
5. Resultados.....	59
6. Discussão.....	72
7. Conclusão.....	76
Referências.....	78
Anexos.....	80
Apêndices.....	85

1. Introdução

1.1. Contextualização

A democracia é um sistema político que destaca a autorrealização e autonomia dos indivíduos, e para alcançar esse objetivo, é crucial tratar o cidadão, usuário dos serviços públicos, como um sujeito de direito, com a capacidade de influenciar as decisões do Estado. A democracia representativa, na qual representantes eleitos atuam em nome do povo, é amplamente reconhecida. No entanto, a representação política, embora fundamental, nem sempre consegue abranger adequadamente todos os interesses da sociedade (CGU, 2019).

É por isso que um regime democrático eficaz deve estabelecer mecanismos adicionais para aproximar as políticas públicas das vontades do povo e garantir a qualidade dos serviços públicos. Nesse contexto, os instrumentos de participação direta desempenham um papel crucial. Quando a Administração Pública encara as pessoas apenas como beneficiárias das políticas e serviços públicos, há um risco significativo de que as decisões sejam tomadas sem considerar a opinião dos usuários e sem estar sujeitas ao controle social (CGU, 2019).

Portanto, para aprimorar continuamente os produtos oferecidos pela Administração Pública, é essencial promover a participação ativa dos usuários na gestão dos serviços públicos e na formulação das decisões que afetam as políticas públicas. Esse processo é vital para garantir a transparência, responsabilidade e eficácia no governo (CGU, 2019).

A Lei Federal nº 12.527/2011, conhecida como Lei de Acesso à Informação, garante ao cidadão o direito constitucional de acesso às informações públicas, fortalecendo a transparência e a prestação de contas no setor público.

Nesse contexto, surgiu o Portal do Cidadão da Prefeitura de Catu, que é uma "ponte" que recebe as manifestações dos cidadãos, analisa, orienta e encaminha às áreas responsáveis pelo tratamento ou apuração do caso. Além disso, a ouvidoria não se limita a encaminhar as manifestações; ela também pode identificar melhorias, propor mudanças e apontar situações irregulares nos órgãos e entidades públicas (PREFEITURA MUNICIPAL DE CATU, 2023).

No entanto, o acesso efetivo a esses serviços e a sua divulgação podem ser desafios significativos. De acordo com o relatório da Ouvidoria Municipal de Catu para o período de 01/01/2020 a 31/10/2023 (Anexo A), apenas nove manifestações foram registradas. Isso pode sugerir que a plataforma de ouvidoria não é amplamente divulgada ou que os cidadãos não estão cientes dela, sendo suas manifestações feitas por meio de plataformas alternativas: aplicativos de mensagens, correio eletrônico, chamadas telefônicas e redes sociais. Portanto, questiona-se a eficácia dos mecanismos tradicionais de manifestação cidadã em alcançar uma parte significativa da população.

O Serviço de Informações ao Cidadão (SIC) é a unidade responsável por receber e responder os pedidos de informação pública feitos com base na Lei nº 12.527/2011, conhecida como Lei de Acesso à Informação (LAI), que regulamentou o direito, previsto na Constituição, de qualquer pessoa solicitar e receber dos órgãos e entidades públicas informações por eles produzidas ou custodiadas (ENAP, 2023).

No entanto, o SIC ainda não possui os mecanismos necessários para georreferenciar as manifestações recebidas. Neste contexto, é essencial considerar o potencial dos mapas e das tecnologias geoespaciais. Sendo assim, surge a necessidade de explorar novas abordagens para fortalecer a participação dos cidadãos no processo decisório.

Conforme destacado por Pereira e Silva (2001, p. 97), "mapas vêm sendo usados desde tempos remotos com o objetivo de registro de informações espaciais relevantes para atividades humanas e de apresentação e comunicação de informações geográficas". Os mapas, ao longo da história, evoluíram em conjunto com o avanço tecnológico, incorporando contribuições da astronomia, matemática e, mais recentemente, desenvolvimentos tecnológicos marcados por necessidades militares, levantamento de recursos naturais e monitoramento ambiental. A coleta e processamento de informações geográficas tornaram-se estratégicas na administração, planejamento e pesquisa de cidades ou regiões contemporâneas.

Segundo destacado por Rosa e Brito (2013, p. 98), as tecnologias de informação geográfica (TIG) têm uma presença significativa nas aplicações brasileiras, especialmente vinculadas à gestão municipal. Estima-se que aproximadamente 80% das atividades em uma administração municipal dependam do fator localização.

Essa dependência reflete a importância do georreferenciamento na eficácia das políticas públicas, especialmente na gestão urbana, onde os Sistemas de Informação Geográfica (GIS) desempenham um papel fundamental. Os GIS possibilitam a relação direta entre o mapa da cidade e um banco de dados contendo informações cruciais para o planejador, permitindo, por exemplo, a análise da localização de postos de saúde em relação à população atendida, das escolas em relação aos endereços dos alunos e da pavimentação em relação às ruas com maior movimento.

Ao incorporar a visão espacial, os GIS enriquecem a análise e contribuem para uma administração municipal mais eficiente e alinhada com as necessidades da comunidade. Nesse contexto, a proposta de georreferenciamento das manifestações cidadãs busca integrar o poder do mapeamento à participação ativa dos cidadãos, proporcionando uma abordagem inovadora na formulação de políticas públicas. Essa convergência entre participação cidadã e tecnologias geoespaciais surge como uma resposta promissora para superar as limitações dos meios tradicionais de manifestação e enriquecer o processo decisório, fortalecendo, assim, os fundamentos de uma democracia transparente e participativa.

1.2. Problema

É possível construir um modelo georreferenciado para apoiar a formulação de políticas públicas?

1.3. Hipótese

A construção de um modelo georreferenciado pode subsidiar a implementação de um sistema para apoiar a tomada de decisão na formulação de políticas públicas. Ao associar geograficamente as manifestações dos cidadãos aos locais e questões específicas.

1.4. Justificativa

Reside no uso do georreferenciamento como uma ferramenta estratégica na formulação de políticas públicas. Ao integrar informações sobre manifestações cidadãs com dados geográficos específicos, é possível obter uma compreensão mais precisa e contextualizada dos problemas que afetam áreas específicas. Essa abordagem permite que os responsáveis pela formulação de políticas identifiquem

correlações espaciais entre manifestações e questões específicas, o que, por sua vez, oferece *insights* valiosos para a tomada de decisões informadas.

1.5. Objetivo Geral

Propor um modelo georreferenciado de manifestação cidadã para apoiar a formulação de políticas públicas. Este modelo abrangerá a arquitetura geral, suas principais funcionalidades e a interface do usuário.

1.6. Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral proposto, este projeto irá seguir as seguintes etapas:

- Investigar as tecnologias georreferenciadas existentes e relacioná-las com as questões de políticas públicas.
- Desenvolver um sistema para a web para atestar o modelo elaborado.

1.7 Trabalhos Correlatos

Os estudos correlatos investigam a importância da análise espacial em diferentes contextos, utilizando geotecnologias para compreender e gerir crises. Foi utilizada a plataforma de pesquisa acadêmica *Google Scholar*, onde as palavras-chave predominantes foram geoprocessamento e análise espacial, utilizando refinamento de busca com espaço temporal desde o ano de 2020.

Os critérios de inclusão para os trabalhos correlatos consideram sua relevância na aplicação das geotecnologias na compreensão de problemas sociais e de saúde pública, especialmente em contextos de crise como a pandemia de COVID-19. Buscou-se por estudos que explorassem a análise espacial para identificar padrões, relacionar distribuição geográfica de doenças a outras variáveis e subsidiar a tomada de decisões.

1.7.1 A importância da análise espacial para tomada de decisão: um olhar sobre a pandemia de COVID-19

Considerando o trabalho de Cardoso et al. (2020), que destaca a importância da análise espacial para a tomada de decisão no contexto da pandemia de COVID-19, é evidente a relevância das geotecnologias na compreensão e gestão de crises. No âmbito da Geografia e do geoprocessamento, o estudo sublinha a capacidade das análises espaciais em oferecer subsídios valiosos para o entendimento da

complexidade do problema, identificando padrões e relacionando a distribuição geográfica da doença a outras variáveis espaciais.

Essa proposta alinha-se com a abordagem deste trabalho, que busca explorar a fusão entre a participação cidadã e o georreferenciamento como meio de formulação de políticas públicas. No contexto da pandemia de COVID-19, a aplicação bem-sucedida das geotecnologias para mapear casos no município de São Gonçalo-RJ evidencia a contribuição do geoprocessamento na tomada de decisões, seja ao identificar áreas com maior incidência da doença, adotar estratégias restritivas ou priorizar locais com maior necessidade de recursos.

1.7.2 COVID-19 no município do Rio de Janeiro: análise espacial da ocorrência dos primeiros casos e óbitos confirmados

O trabalho de João Roberto Cavalcante e Ariane de Jesus Lopes de Abreu, intitulado "COVID-19 no município do Rio de Janeiro: análise espacial da ocorrência dos primeiros casos e óbitos confirmados", tem como objetivo descrever a distribuição geoespacial dos primeiros casos e óbitos confirmados de COVID-19 na cidade do Rio de Janeiro.

Para alcançar esse objetivo, os autores realizaram um estudo ecológico utilizando dados de casos e óbitos confirmados de SARS-CoV-2 no período entre 6 de março e 10 de abril de 2020. Eles calcularam taxas de incidência, taxas de mortalidade, letalidade, excesso de risco e índices global e local de Moran.

Os resultados mostraram que a Zona Sul do Rio de Janeiro foi a mais afetada pela doença, com alto risco de infecção e morte. No entanto, alguns bairros da Zona Norte também apresentaram alta taxa de mortalidade, indicando disparidades socioeconômicas e culturais na cidade.

A análise espacial desempenhou um papel crucial na identificação de áreas de maior risco, orientando a implementação de medidas de controle, como o distanciamento social, especialmente em regiões com alta autocorrelação espacial de casos e óbitos. Além disso, ressaltou a importância de políticas públicas de saúde que considerem as desigualdades sociais e econômicas, visando uma resposta mais eficaz à pandemia.

Em suma, o estudo destacou a relevância do georreferenciamento e da análise espacial na compreensão dos padrões de disseminação da COVID-19 e no desenvolvimento de políticas públicas mais direcionadas e eficazes para o controle da doença.

2. Fundamentação teórica

2.1 Constituição Federal:

A promoção da participação ativa dos cidadãos na formulação e avaliação de políticas públicas é uma peça fundamental na construção de uma sociedade democrática e transparente. Embora não haja uma "Lei da Manifestação Cidadã" específica em nível federal no Brasil, diversas leis e princípios estabelecidos na legislação atual respaldam a importância desse engajamento cívico.

A Constituição Federal de 1988, em seu Artigo 5º, assegura o direito à liberdade de expressão e à livre manifestação do pensamento. Essa salvaguarda constitucional cria a base para que os cidadãos possam se manifestar, seja de forma individual ou coletiva, expressando suas opiniões e preocupações sobre questões de interesse público.

Além disso, o Artigo 37 da Constituição estabelece princípios para a administração pública, incluindo a participação dos cidadãos na formulação de políticas. A Lei de Acesso à Informação (Lei nº 12.527/2011) complementa esse contexto, ao assegurar o direito dos cidadãos ao acesso às informações públicas. Isso contribui para a transparência governamental, fornecendo às pessoas os dados necessários para embasar suas manifestações e demandas.

A nível local, legislações estaduais e municipais podem abordar mais detalhadamente as questões de manifestação e participação cidadã. Além disso, o Código de Defesa do Consumidor (Lei nº 8.078/1990), embora voltado principalmente para relações de consumo, também reconhece a necessidade de canais de manifestação e defesa dos direitos dos cidadãos.

2.2 Políticas Públicas

Lima e Pereira (2020) destacam que a prestação de serviços públicos é uma parte essencial do relacionamento entre o cidadão e as várias agências e unidades governamentais. Eles explicam que a prestação de serviços públicos pode atender aos interesses coletivos, como na proteção da soberania, no estabelecimento da lei e da ordem, da segurança pública, ou pode ser algo individualizado, por exemplo, quando cada usuário obtém acesso a uma entrega final após um trâmite previamente estabelecido pela administração. No entanto, para que um serviço seja considerado público, não basta que seja prestado por um órgão público ou estatal. Eles também citam as definições de serviço público de Lúcia Valle Figueiredo e Maria Sylvia Zanella di Pietro, que enfatizam que o serviço público é uma atividade material que deve ser regida por normas que especifiquem, entre outras coisas, as tipologias e quem prestará o serviço. Além disso, nem todo serviço público é estatal, já que pode tanto ser executado pelo estado, quanto por entes privados que tenham permissão da Administração Pública para sua execução, com foco no interesse coletivo ou nas demandas da sociedade.

No que diz respeito à demanda pelo Estado e à necessidade de um governo eficiente na formulação de políticas públicas, Bucci destaca:

A demanda pelo Estado, nos países em desenvolvimento, é mais específica, reclamando um governo coeso e em condições de articular a ação requerida para a modificação das estruturas que reproduzem o atraso e a desigualdade. Sobre o governo recaem as funções de organizar a alocação dos meios públicos, dirigir e executar a Administração Pública e, mais importante, coordenar e planejar a ação coletiva, em diversos níveis e abrangências. A diferença do papel do governo, no contexto do desenvolvimento, reside exatamente na condição de planejamento e execução coordenada da ação; planejar estratégicamente, num prazo longo o suficiente para realizar os objetivos, mas para um horizonte temporal breve, na medida necessária a que não se perca a credibilidade no processo (2013, p. 23).

Essa visão de Bucci (2013) ressalta a importância de um governo eficaz na coordenação e planejamento das políticas públicas, o que se relaciona diretamente com a proposta deste estudo de utilizar o georreferenciamento para potencializar a participação cidadã na formulação dessas políticas.

Integrando a perspectiva de Capella (2018) sobre o processo de formulação de políticas públicas, comprehende-se que esse procedimento crucial envolve dois

elementos principais: a definição da agenda e a definição de alternativas. A definição da agenda direciona a atenção para questões específicas, enquanto a definição de alternativas explora e delineia planos possíveis de ação. Nesse contexto, investigar a formulação de políticas significa compreender por que certos assuntos ganham destaque, concentrando o interesse de diversos atores, e por que algumas alternativas são consideradas, enquanto outras são descartadas. Nos estudos sobre políticas públicas, a formulação é frequentemente apresentada como a etapa inicial no contexto do ciclo de políticas, caracterizando-se como pré-decisória. Isso envolve a identificação de problemas que demandam atenção governamental (definição da agenda) e a busca inicial por soluções possíveis, considerando custos e efeitos estimados (definição de alternativas). A compreensão do problema na fase de agenda orienta o debate no processo decisório, influenciando a implementação e a avaliação das políticas públicas.

2.2.1 Problemas e Políticas Públicas

De acordo com Capella (2018), a definição de problemas envolve alguns elementos frequentes:

- a) Causalidade: A identificação das causas de um problema é crucial para a sua definição e para o desenvolvimento de alternativas de ação governamental. A atribuição de responsabilidades é uma consequência desse processo.
- b) Gravidade: A percepção da gravidade de um problema pode variar entre diferentes atores e setores da sociedade. Essa percepção desempenha um papel crucial na mobilização de atores-chave na formulação de políticas.
- c) Incidência: A definição de um problema requer uma descrição detalhada de quem é afetado, em que extensão e com que gravidade. O uso de estatísticas para representar padrões de incidência auxilia na visualização e compreensão do problema.
- d) Novidade: Problemas que envolvem situações não usuais ou sem precedentes geralmente recebem maior atenção. A novidade de um problema influencia diretamente sua visibilidade e permanência na agenda pública.
- e) Proximidade: Questões que afetam diretamente a vida das pessoas e estão geograficamente ou emocionalmente próximas têm maior probabilidade de serem

percebidas como problemas. O vínculo emocional e a capacidade de expressar preocupações politicamente são cruciais na atribuição de importância aos problemas.

2.2.2 Geotecnologias e Políticas Públicas

Nesse contexto, a análise espacial e as geotecnologias desempenham um papel fundamental na formulação de políticas públicas. Como destacado por Cardoso et al. (2020), em seu estudo sobre a pandemia de COVID-19, demonstra como a Geografia e as ferramentas de geoprocessamento podem ser cruciais na tomada de decisões relacionadas à saúde pública. A mesma lógica se aplica ao contexto das políticas públicas, onde a análise espacial pode ser um método poderoso para resolver problemas e atender às demandas dos cidadãos em relação aos bens públicos, permitindo uma abordagem mais eficiente e precisa na alocação de recursos e na formulação de políticas que promovam o bem-estar da sociedade.

As geotecnologias desempenham um papel fundamental na Geografia, oferecendo diagnósticos eficientes, soluções de baixo custo e alternativas otimizadas para lidar com as mudanças rápidas que observamos na sociedade atual. Essas ferramentas são particularmente relevantes devido à falta de recursos financeiros e profissionais em muitos órgãos responsáveis por questões ambientais, tornando o uso das geotecnologias a fonte mais significativa de aquisição e manipulação de dados para estudos socioeconômicos, de saúde e ambientais (Cardoso et al., 2020).

Assim, a necessidade de manipulação de grandes volumes de variáveis torna imprescindível o uso das geotecnologias, não apenas para o acompanhamento das mudanças espaço-temporais, mas também para a resolução de problemas em políticas públicas, tornando-as uma ferramenta valiosa para promover o bem-estar da sociedade e a eficiência na alocação de recursos públicos (Cardoso et al., 2020).

Do ponto de vista da aplicação, utilizar um SIG implica em escolher as representações computacionais mais adequadas para capturar a semântica de seu domínio de aplicação. Do ponto de vista da tecnologia, desenvolver um SIG significa oferecer o conjunto mais amplo possível de estruturas de dados e algoritmos

capazes de representar a grande diversidade de concepções do espaço (CÂMARA et. al., 2003).

2.3 Georreferenciamento

Sistemas de Informação Geográfica, também conhecidos como SIGs, são sistemas de informação especificamente projetados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos. Estes são dados que representam objetos e fenômenos onde a localização geográfica é uma característica inerente e indispensável para o seu tratamento. Os dados geográficos são coletados de várias fontes e geralmente armazenados nos chamados bancos de dados geográficos (CÂMARA et al., 1996).

Vários termos são utilizados para descrever o ato de atribuir localizações a átomos de informação. Utiliza-se os verbos georreferenciar, geolocalizar e geocodificar, e diz-se que os fatos foram georreferenciados ou geocodificados (Longley et al., 2015).

O georreferenciamento é um processo crucial na ciência da informação geográfica, que envolve a atribuição de localizações específicas às informações. Este processo requer que cada georreferência seja única e tenha um significado compartilhado entre todos os usuários das informações. Por exemplo, um endereço postal específico aponta para uma única localização e seu significado é amplamente compreendido, permitindo a entrega de correspondência de praticamente qualquer lugar do mundo (Longley et al., 2015).

A persistência ao longo do tempo é outra característica importante de uma georreferência eficaz. Mudanças frequentes nas georreferências podem causar confusão e gerar custos significativos para atualizar os registros dependentes delas (Longley et al., 2015).

Além disso, Longley et al. (2015) destacam que as georreferências podem ser baseadas em nomes simples ou em medições, sendo estas últimas chamadas de georreferencias métricas. Estas incluem sistemas de coordenadas como latitude e longitude, que têm a vantagem de oferecer potencial para precisão ilimitada e

permitir o cálculo de distâncias, um requisito fundamental para o georreferenciamento em sistemas de informação geográfica.

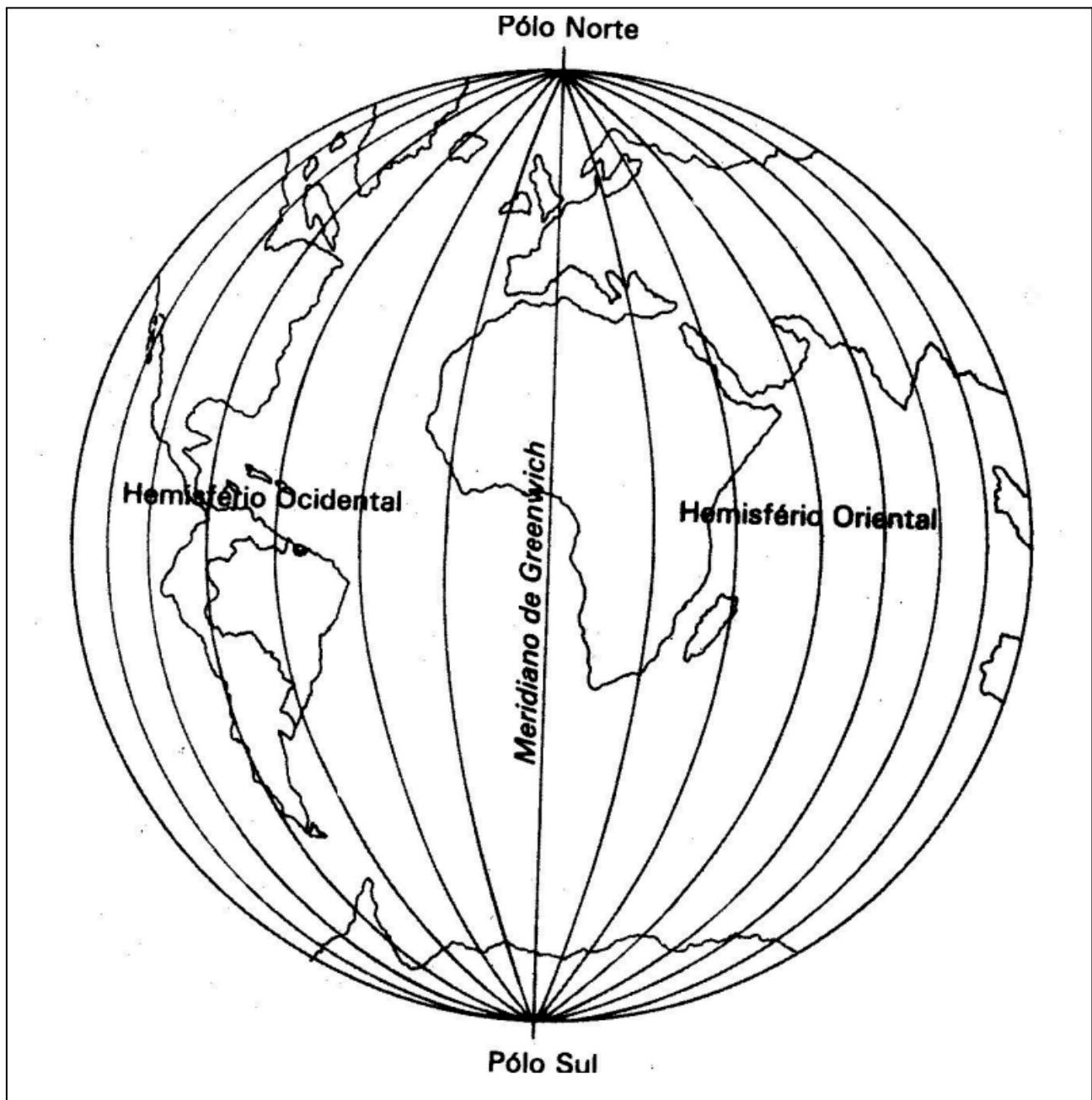
2.3.1 Localização

A Terra executa um movimento de rotação em torno de um eixo imaginário, com os pólos geográficos sendo os pontos onde esse eixo intersecta a superfície terrestre. O equador terrestre ou geográfico é um círculo perpendicular a esse eixo que divide a Terra em dois hemisférios iguais. Outros círculos menores, paralelos ao equador, são chamados de paralelos de latitude terrestre ou geográfica. Além disso, podemos traçar círculos máximos perpendiculares ao equador terrestre, conhecidos como meridianos terrestres ou geográficos. Esses círculos nos permitem determinar as coordenadas geográficas de um lugar (BRITO; ROSA, 2013).

Assim como usamos pontos de referência para nos localizar, foi criado um sistema de pontos de referência para localizar qualquer lugar da Terra em um globo ou mapa. Esse sistema de coordenadas resulta do desenvolvimento de técnicas cartográficas para a elaboração de mapas. O Sistema de coordenadas da Terra baseia-se na rede de coordenadas cartesianas, considerando a Terra como uma esfera perfeita. Os pólos foram definidos como os pontos de interseção do eixo de rotação da Terra com a sua superfície e o equador é o raio máximo do planeta (BRITO; ROSA, 2013).

Para localizar cada ponto da superfície terrestre, existe um sistema de coordenadas (linhas imaginárias) representadas em um mapa ou carta. Um objeto geográfico só pode ser localizado se pudermos descrevê-lo em relação a outro objeto cuja posição seja previamente conhecida. Os meridianos são as linhas que passam pelos pólos e ao redor da Terra, ou seja, são círculos máximos da esfera cujos planos contêm o eixo de rotação ou eixo dos pólos. O meridiano que passa pelo observatório de Greenwich, na Inglaterra, foi escolhido como o ponto de partida para a numeração dos meridianos. Portanto, o meridiano de Greenwich é o meridiano principal (BRITO; ROSA, 2013).

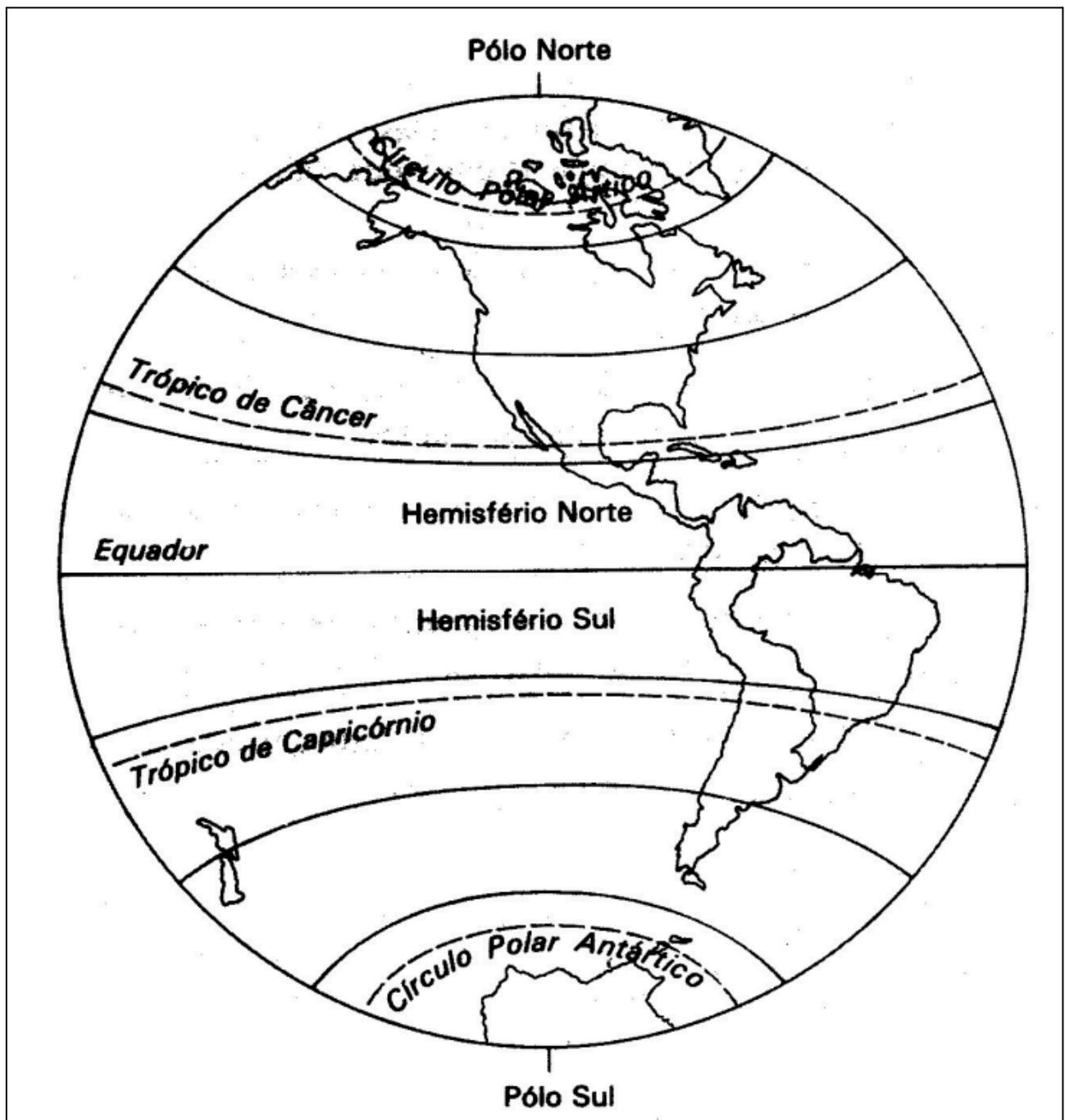
Figura 1 - Meridianos



Fonte: ROSA; BRITO, 2013.

Os paralelos são círculos da esfera cujo plano é perpendicular ao eixo dos pólos. O equador, que divide a Terra em dois hemisférios, é um desses paralelos. O equador corresponde a 0° , o polo norte a 90° e o polo sul a -90° (BRITO; ROSA, 2013).

Figura 2 - Paralelos



Fonte: ROSA; BRITO, 2013.

2.3.2 Sistema de Coordenadas Geográficas

O Sistema de Coordenadas Geográficas é o sistema mais antigo de coordenadas, onde cada ponto da superfície terrestre é localizado na interseção de um meridiano

com um paralelo. As coordenadas são a latitude e a longitude (BRITO; ROSA, 2013).

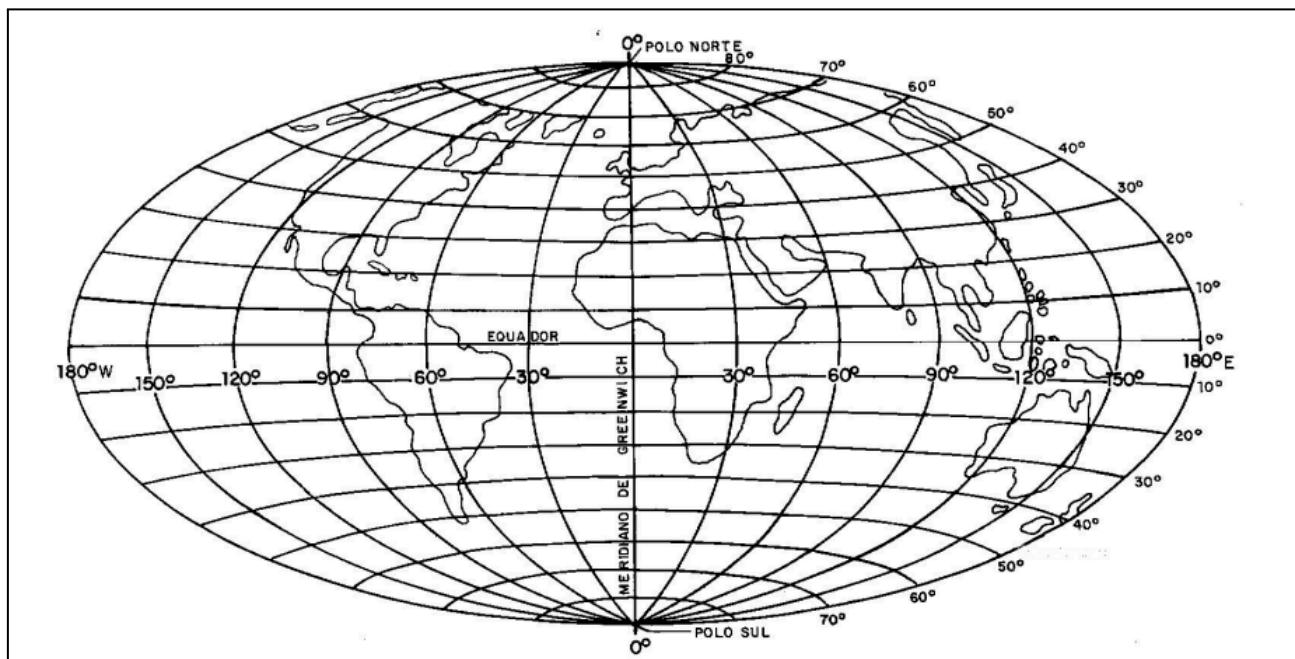
A latitude geográfica é o ângulo formado entre o equador terrestre e o ponto considerado, medido ao longo do meridiano que passa pelo lugar. Todos os pontos do equador terrestre têm latitude geográfica igual a 0° . Pontos situados ao norte do equador têm latitudes maiores que 0° , variando até 90° , que é a latitude do pólo geográfico norte. Da mesma forma variam as latitudes ao sul do equador terrestre, desde 0° a 90° , latitude do pólo geográfico sul. Para se diferenciar os valores, atribui-se sinal positivo para as latitudes norte e negativo para as latitudes sul. A latitude é simbolizada pela letra grega ϕ (BRITO; ROSA, 2013).

A latitude é um elemento importante para explicar as diferenças térmicas, isto é, as diferenças de temperatura na superfície terrestre. As temperaturas diminuem do Equador para os pólos. Assim, quanto menor a latitude, maior a temperatura (BRITO; ROSA, 2013).

A longitude geográfica é o ângulo formado entre o meridiano que passa pelo lugar e o meridiano que passa pela cidade de Greenwich, Inglaterra, medido ao longo do equador. A longitude é medida de 0° a 180° , para leste ou para oeste de Greenwich. Por convenção, atribui-se também sinais para as longitudes: negativo para oeste e positivo para leste. A longitude é simbolizada pela letra grega λ (BRITO; ROSA, 2013).

Tendo-se os valores da latitude e da longitude de um local desejado, estarão determinadas as coordenadas geográficas do mesmo (BRITO; ROSA, 2013).

Figura 3 - Sistema de coordenadas geográficas



Fonte: BRITO; ROSA, 2013.

2.3.3 Representação Geográfica

A representação de alguma parte da superfície terrestre, ou próxima a ela, em escalas que variam do arquitetônico ao global, é chamada de representação geográfica. Representações geográficas estão entre as mais antigas, tendo suas raízes nas necessidades das sociedades muito antigas. As tarefas de caça e coleta podem ser muito mais eficientes se os caçadores conseguirem comunicar os detalhes de seus sucessos a outros membros de seu grupo, como as localizações de raízes comestíveis ou presas, por exemplo. Mapas devem ter se originado nos esboços que as pessoas primitivas faziam na terra de acampamentos ou em paredes de cavernas, muito antes de a linguagem se tornar suficientemente sofisticada para transmitir informações equivalentes por meio da fala. Os povos do Pacífico construíram representações das localizações de ilhas, ventos e correntes a partir de materiais simples para orientar uns aos outros, e que insetos sociais, como as abelhas, usam formas muito simples de representação para comunicar as localizações de recursos alimentares (Longley et al., 2015).

2.3.4 Global Positional System (GPS)

O GPS, abreviação de "Global Positioning System", constitui um sistema fundamentado em satélites que possibilita a medição de latitude, longitude e altura em qualquer ponto da Terra. Por meio do envio de mensagens específicas pelos satélites, interpretadas por um receptor GPS, a distância entre o satélite e o receptor pode ser calculada a partir dos sinais enviados e da velocidade do satélite. Para assegurar maior precisão, a determinação da localização do ponto em questão requer a utilização de pelo menos quatro distâncias e trigonometria. Com a presença de 21 satélites em operação, torna-se possível medir coordenadas na Terra a qualquer hora do dia. Inicialmente desenvolvida para fins militares, a tecnologia GPS nos Estados Unidos dispunha de um serviço mais preciso para uso militar e outro menos preciso para uso geral, que degradava os sinais enviados pelos satélites. Posteriormente, os fornecedores de receptores GPS superaram esse problema ajustando os dispositivos a partir de medidas em pontos previamente conhecidos, originando o "Differential GPS" (DGPS). Os receptores GPS variam em precisão e funcionalidade, incluindo dispositivos com programas que realizam transformações entre sistemas de coordenadas e dados de saída compatíveis com sistemas de SIGs comuns no mercado, bem como dispositivos que permitem leituras em movimento, sendo úteis para mapeamento de terrenos com veículos (CÂMARA et. al, 1996).

Rocha (2003), sintetiza o GPS da seguinte forma:

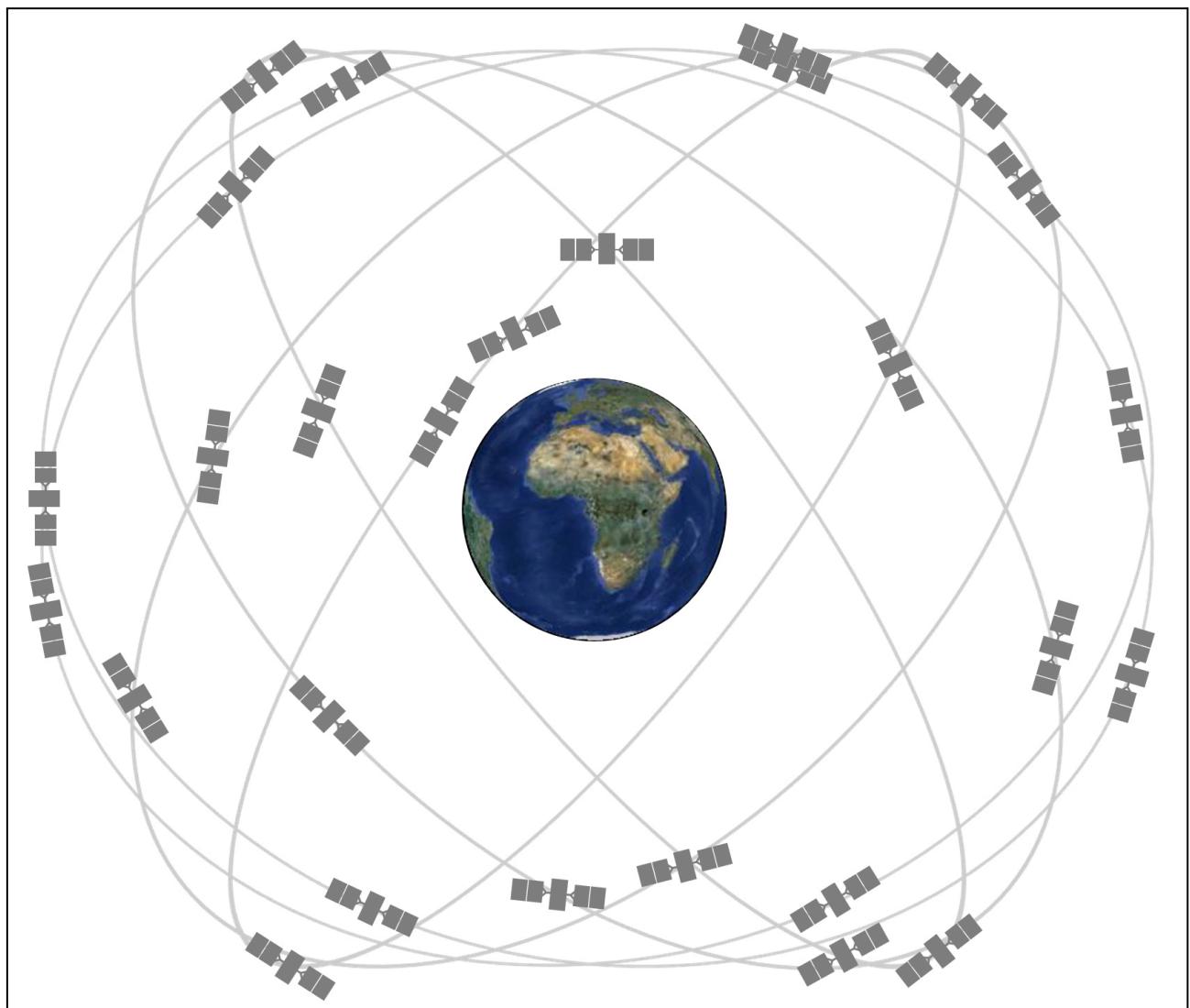
- Entradas: Sinal do satélite com as informações básicas para cálculo da posição;
- Processamento: Cálculo da posição, realizado pelos receptores, e cálculo, processado pelo segmento de controle, dos parâmetros orbitais dos satélites;
- Saídas: A posição exata de uma entidade na superfície da terra.

Concluindo que com o uso informação georreferenciada por meio das coordenadas geográficas os GIS fornece papel central na observação.

Com a posição determinada, os sistemas de informação tomam uma nova dimensão conhecida pela sigla GIS. O GIS ou SIG (Sistema de Informação Geográfica) é um sistema baseado em computador, que permite ao usuário coletar, manusear e analisar dados

georreferenciados. Chama-se informação georeferenciada aquela relativa a um determinado ponto da superfície terrestre identificado por suas coordenadas geográficas. Um SIG serve a necessidades específicas quando a descrição geográfica exerce um papel central na observação (Rocha, 2003).

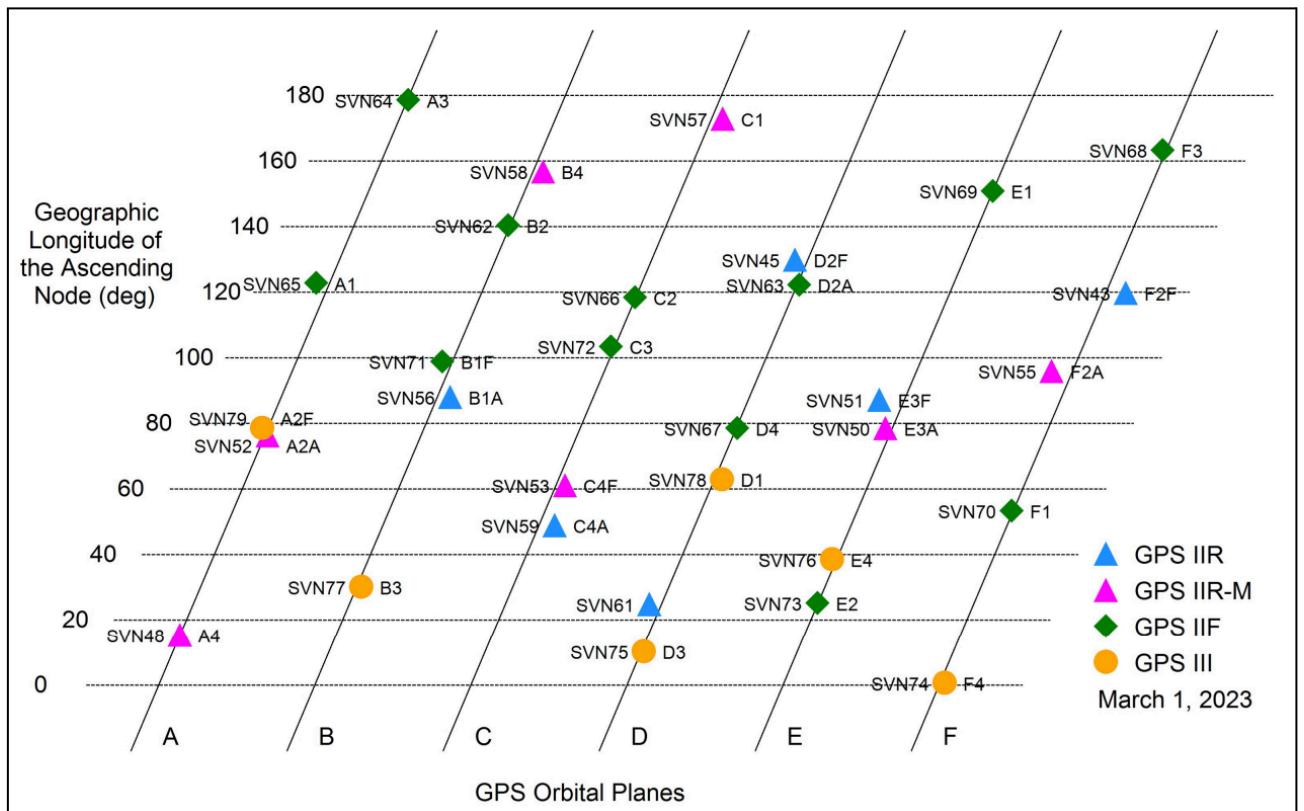
Figura 4 - Constelação de satélites expansível de 24 posições



Fonte: GPS, 2023. Disponível em: <[GPS.gov: Space Segment](https://www.gps.gov/systems/gps/space/constellation.jpg)>

<https://www.gps.gov/systems/gps/space/constellation.jpg>. Acesso em: 13 dez. 2023.

Figura 5 - Localização dos satélites do GPS

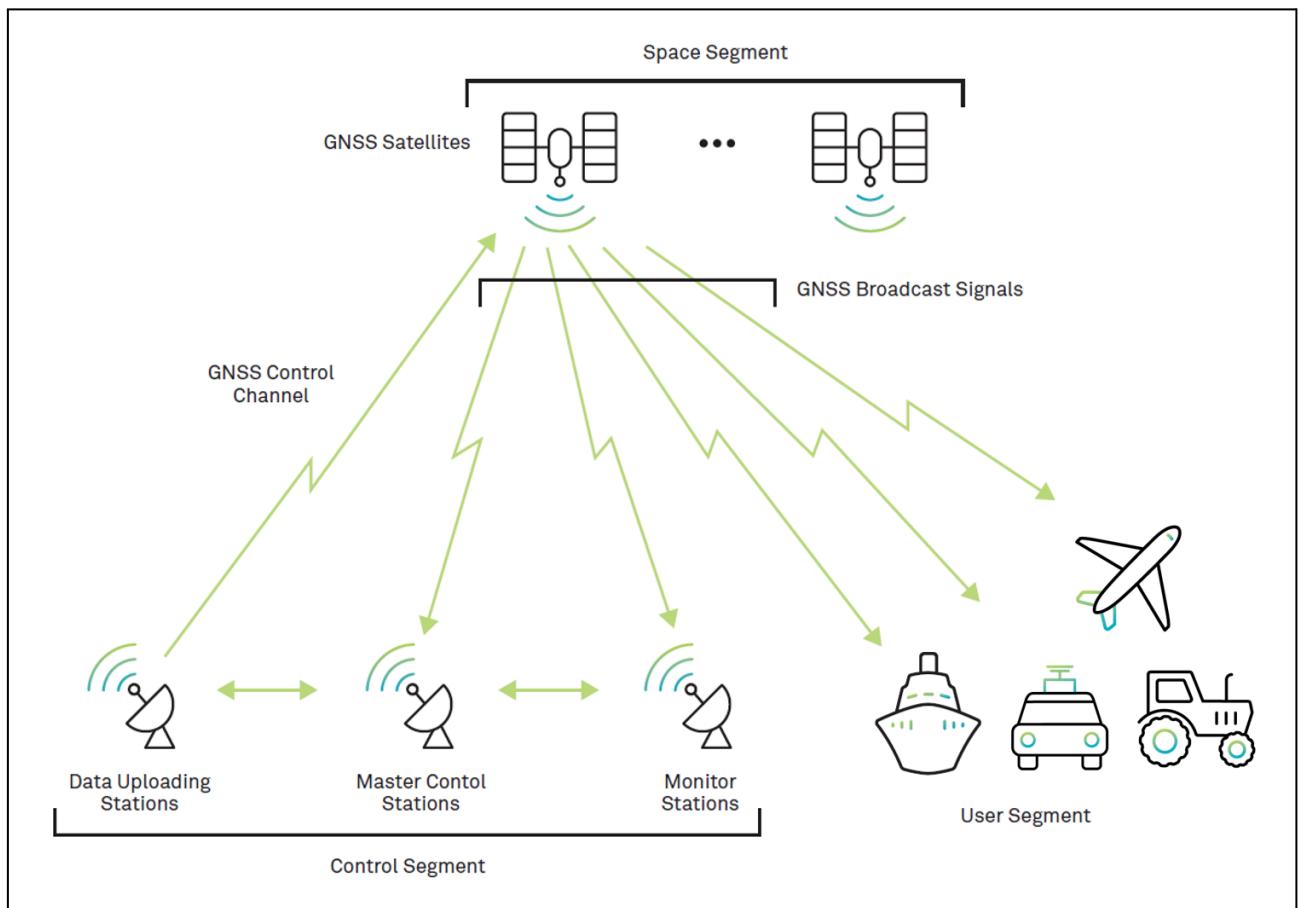


Fonte: NAVCEN, 2024. Disponível em: <<https://www.navcen.uscg.gov/gps-constellation>>. Acesso em: 13 dez. 2023.

2.3.4.1 Componentes do sistema GPS

De acordo com Rosa (2013), o sistema GPS pode ser dividido em três segmentos:
 (a) Segmento Espacial, (b) Segmento de Controle e (c) Segmento dos Usuários.

Figura 6 - Segmentos do GPS



Fonte: NovAtel, 2023. Disponível em:

<<https://novatel.com/support/knowledge-and-learning/what-is-gps-gnss>>. Acesso em: 13 dez. 2023.

- (a) O segmento espacial do GPS garante cobertura global, incluindo os polos, com no mínimo 4 satélites visíveis em qualquer parte do globo 24 horas por dia. Em algumas regiões, a visibilidade pode chegar a 8 ou mais satélites simultaneamente. Os sinais emitidos pelos satélites fornecem efemérides precisas e constantes para pontos próximos à superfície terrestre. Essas efemérides, compostas por constantes físicas e coeficientes polinomiais, são captadas pelos receptores para calcular posições, velocidades e tempo. A constelação consiste em 21 satélites em órbitas elípticas, com vida útil de aproximadamente 6 anos, controlados por relógios atômicos para garantir precisão.

- (b) O segmento de controle terrestre inclui uma estação de controle mestra em Colorado Springs, Colorado, que monitora e processa dados das estações de monitoramento mundial e de campo. Quatro estações de monitoramento rastreiam continuamente os satélites, calculando posições e corrigindo erros. As estações de campo ajustam os tempos de passagem dos satélites, sincronizando-os com a estação mestra. Este segmento é crucial para manter a precisão do sistema.
- (c) O segmento dos usuários envolve a aplicação prática do sistema GPS. Os receptores, localizados em diferentes ambientes (superfície terrestre, ar, navios, etc.), captam sinais de quatro ou mais satélites simultaneamente. Esses receptores processam os dados para determinar a posição, velocidade e medida do tempo dos pontos observados. Este segmento atende à diversidade de usuários e suas necessidades específicas.

2.3.4.2 Funcionamento do GPS

Ondas eletromagnéticas, que são campos elétricos e magnéticos perpendiculares entre si, se propagam no vácuo com a velocidade da luz. Essas ondas são adequadas para transmitir códigos no sistema binário de numeração, ou seja, informação codificada em “bits” (0 e 1) (ROCHA, 2003).

Existem várias maneiras de usar o sinal GPS para calcular uma posição, sendo as mais comuns através dos dados de código ou dos dados da portadora. Os receptores GPS para navegação, de uso civil, processam continuamente o cálculo da posição atual a partir dos dados de código. O código de acesso livre usado nesses receptores é o C/A (Course/Acquisition), que fornece o chamado SPS (Standard Positioning Service - Serviço de Posicionamento Padrão). Esses receptores GPS usam a frequência L1 de 1.575,42 MHz na banda UHF do espectro eletromagnético. Uma desvantagem dessa frequência é que ela é do tipo “linha-de-visada” ou “linha-de-mira”, ou seja, não deve haver obstáculos entre a antena do receptor GPS e o céu (ROCHA, 2003).

Os satélites enviam informações moduladas sobre uma onda que se propaga com uma frequência predefinida. Essas informações contêm sua posição, horário da transmissão, os meios para o cálculo da distância até os satélites (dados de efemérides) e parâmetros de correção das influências atmosféricas. Outro tipo de informação enviada pelos satélites é o almanaque, constituído de dados genéricos da localização e “saúde” de todos os satélites da constelação GPS. Este almanaque pode ser adquirido a partir de qualquer um dos satélites. Os sinais são recebidos pelo receptor GPS através de circuitos eletrônicos chamados de canais (ROCHA, 2003).

O receptor, captando sinais de 3 ou mais satélites, calculará a posição atual em qualquer lugar da terra através do “software” (programa) armazenado em sua memória. Os receptores devem “enxergar” um mínimo de 3 satélites para o contínuo cálculo da sua posição através da triangulação. Às vezes, satélites adicionais podem ser necessários para determinar a posição. Em essência, o que o receptor GPS faz é medir a distância entre ele mesmo e 3 (três) satélites no espaço, usando essas distâncias como raios de 3 esferas, cada uma delas tendo um satélite como centro. A posição do receptor será o ponto comum de interseção das 3 esferas. A determinação da distância e da posição do satélite é calculada com base nos dados do almanaque (tabela dos números dos satélites com seus parâmetros orbitais) armazenado na memória do receptor GPS (ROCHA, 2003).

Uma vez calculada a posição em qualquer lugar da Terra, o receptor GPS terá sempre de cinco a doze satélites em vista. O receptor, continuamente, selecionará os melhores satélites em vista para o cálculo das posições a uma taxa de, na maioria dos receptores de navegação, uma nova posição por segundo. Para determinação de posições tridimensionais (3D navigation) são necessários 4 ou mais satélites, ao passo que rastreando 3 satélites com boa geometria, o GPS calculará a posição bidimensional (2D navigation: latitude e longitude) (ROCHA, 2003).

O receptor GPS fornece coordenadas, altitude (em relação a um modelo matemático da terra), velocidade, azimute e hora sob o mínimo de condições favoráveis; como também, distâncias, fotoperíodo, visibilidade lunar e outras informações derivadas, principalmente, das variáveis tempo e posição (ROCHA, 2003).

2.3.5 Geoprocessamento

A obtenção de dados sobre a distribuição geográfica de recursos minerais, propriedades, animais e plantas sempre desempenhou um papel significativo nas atividades de sociedades organizadas. Anteriormente, essa coleta de informações ocorria principalmente em documentos e mapas físicos, limitando a capacidade de realizar análises integradas com base em diferentes conjuntos de dados e mapas. No entanto, com o desenvolvimento simultâneo da tecnologia da informação na segunda metade do século passado, surgiu a possibilidade de armazenar e representar essas informações em ambientes computacionais, dando origem ao campo do Geoprocessamento. Em uma nação de dimensões continentais como o Brasil, onde há uma significativa escassez de informações apropriadas para orientar decisões relacionadas a questões urbanas, rurais e ambientais, o Geoprocessamento revela um potencial imenso. Esse potencial torna-se ainda mais evidente quando fundamentado em tecnologias de custo relativamente baixo, permitindo a aquisição de conhecimento em nível local (Câmara et. al, 2001).

Para Câmara (2001), o termo geoprocessamento denota:

A disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (GIS), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georeferenciados.

2.3.5.1 Histórico do Geoprocessamento

Nos anos 50, as primeiras tentativas de automatizar o processamento de dados espaciais ocorreram na Inglaterra e nos Estados Unidos, visando principalmente reduzir os custos na produção e manutenção de mapas. No entanto, devido à limitada tecnologia da época e à natureza específica das aplicações, esses sistemas não eram considerados verdadeiros "sistemas de informação". Os primeiros Sistemas de Informação Geográfica (GIS) surgiram na década de 60 no Canadá,

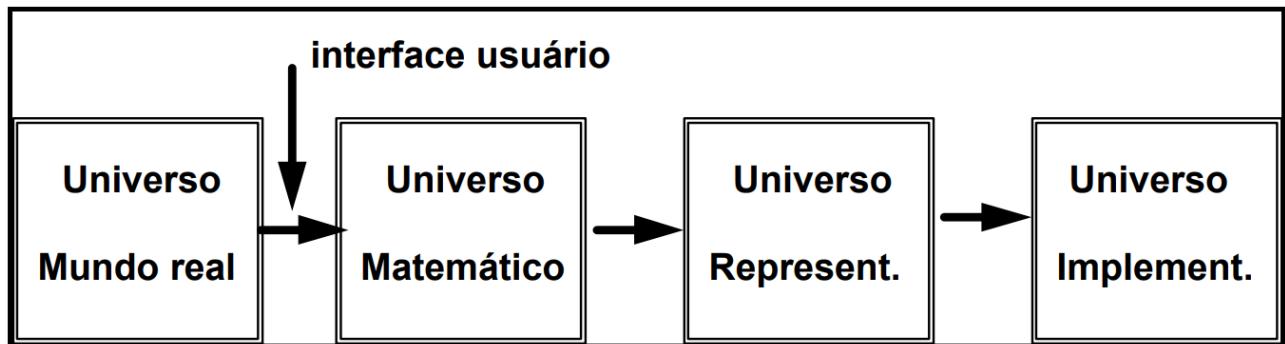
inicialmente voltados para a criação de um inventário de recursos naturais. No entanto, esses sistemas eram complexos, de difícil uso, e exigiam hardware caro e mão de obra altamente especializada. Somente nos anos 70, com o desenvolvimento de hardware mais acessível, a expressão "Geographic Information System" foi cunhada, e surgiram os primeiros sistemas comerciais de CAD, melhorando as condições para a produção de desenhos e plantas. Durante os anos 80, houve um rápido crescimento na tecnologia de GIS, impulsionado pela popularização da microinformática, estabelecimento de centros de estudos, e avanços em estações de trabalho gráficas e computadores pessoais. Essa década marcou o estabelecimento do Geoprocessamento como uma disciplina científica independente, e a difusão do uso de GIS foi impulsionada pela queda nos custos de hardware e software. Na década atual, observa-se um crescimento contínuo do GIS nas organizações, impulsionado pelos custos decrescentes de hardware e software, assim como o surgimento de alternativas mais acessíveis para a construção de bases de dados geográficas. (Câmara et. al, 2001).

2.3.5.2 Representações Computacionais do Espaço

O paradigma dos quatro universos (Câmara et. al, 2001, apud Gomes e Velho, 1995) é utilizado para entender e traduzir o mundo real no ambiente computacional, que diferencia:

- o universo do mundo real, que inclui as entidades da realidade a serem modeladas no sistema;
- o universo matemático (conceitual), que inclui uma definição matemática (formal) das entidades a ser representadas;
- o universo de representação, onde as diversas entidades formais são mapeadas para representações geométricas e alfanuméricas no computador;
- o universo de implementação, onde as estruturas de dados e algoritmos são escolhidos, baseados em considerações como desempenho, capacidade do equipamento e tamanho da massa de dados. É neste nível que acontece a codificação.

Figura 7 - Ilustração do Paradigma dos Quatro Universos



Fonte: Câmara et. al, 2001.

A perspectiva apresentada abrange não apenas os sistemas de Geoprocessamento, mas também oferece uma visão unificadora para os desafios em Computação Gráfica e Processamento de Imagens. Ao aplicar essa abordagem ao Geoprocessamento, os problemas são estruturados em diferentes universos:

Mundo Real: Onde fenômenos como tipos de solo, cadastros urbanos e rurais, e dados topográficos são encontrados.

Conceitual (Matemático): Distinções entre grandes classes de dados geográficos (contínuos e objetos individualizáveis) são feitas, especializando-se em tipos comuns, como dados temáticos e cadastrais.

De Representação: As entidades do universo conceitual são associadas a representações geométricas, variando com escala, projeção cartográfica e época de aquisição.

De Implementação: Onde o modelo de dados é realizado por meio de linguagens de programação, escolhendo estruturas como árvores quaternárias para implementar geometrias.

Essa abordagem resolve dicotomias tradicionais no Geoprocessamento, como campos-objetos e matricial-vetorial, mostrando que essas dicotomias estão em diferentes níveis de abstração. Também sugere que a interface do usuário em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) deve refletir o universo conceitual,

minimizando a complexidade associada às diferentes formas de representação geométrica.

2.3.5.3 Tipos de dados em geoprocessamento

CÂMARA et. al. (2001) divide os tipos de dados em geoprocessamento da seguinte forma:

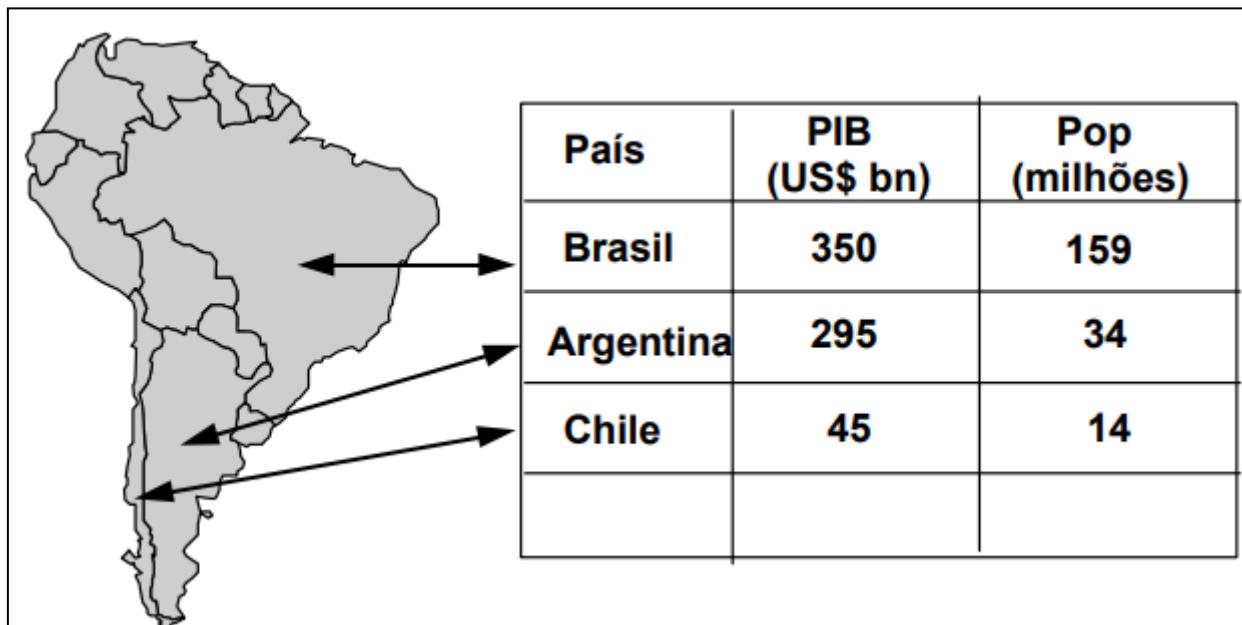
2.3.5.3.1 Dados Temáticos

Dados temáticos referem-se à descrição da distribuição espacial de uma grandeza geográfica, sendo expressos de maneira qualitativa. Exemplos incluem mapas de pedologia e a aptidão agrícola de uma região. Esses dados são geralmente obtidos por meio de levantamentos de campo e incorporados ao sistema por processos como digitalização ou, de maneira mais automatizada, por meio da classificação de imagens.

2.3.5.3.2 Dados Cadastrais

A distinção entre dados cadastrais e temáticos reside no fato de que, nos dados cadastrais, cada elemento representa um objeto geográfico individual com atributos específicos e pode estar vinculado a diversas representações gráficas. Por exemplo, os lotes de uma cidade são considerados elementos no espaço geográfico, cada um com atributos como proprietário, localização, valor venal, IPTU devido, etc. Esses lotes podem ter representações gráficas variadas em mapas de escalas diferentes. Os atributos são armazenados em um sistema gerenciador de banco de dados.

Figura 8 - Exemplo de dado cadastral dos países da américa do sul

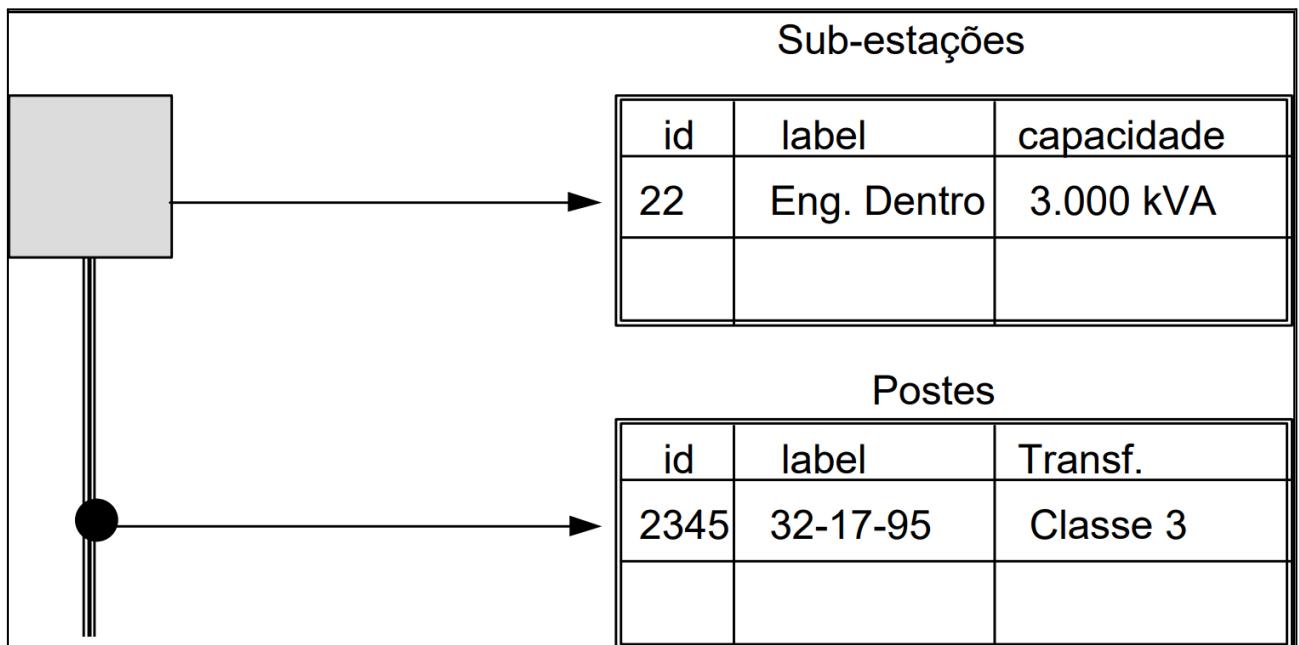


Fonte: CÂMARA et. al., 2001.

2.3.5.3.3 Redes

Na área de Geoprocessamento, o termo "rede" refere-se às informações associadas a serviços públicos, como água, luz e telefone, redes de drenagem (bacias hidrográficas) e rodovias. Em sistemas de redes, cada objeto geográfico (por exemplo, cabo telefônico, transformador de rede elétrica, cano de água) possui uma localização geográfica específica e está sempre vinculado a atributos descritivos presentes no banco de dados. As informações gráficas dessas redes são armazenadas em coordenadas vetoriais com topologia arco-nó, onde os atributos dos arcos incluem o sentido de fluxo, e os atributos dos nós representam a impedância (custo de percorrido). A topologia de redes é representada por um grafo, que armazena informações sobre o fluxo de recursos entre localizações geográficas distintas.

Figura 9 - Elementos de Rede



Fonte: CÂMARA et. al., 2001.

3. Metodologia

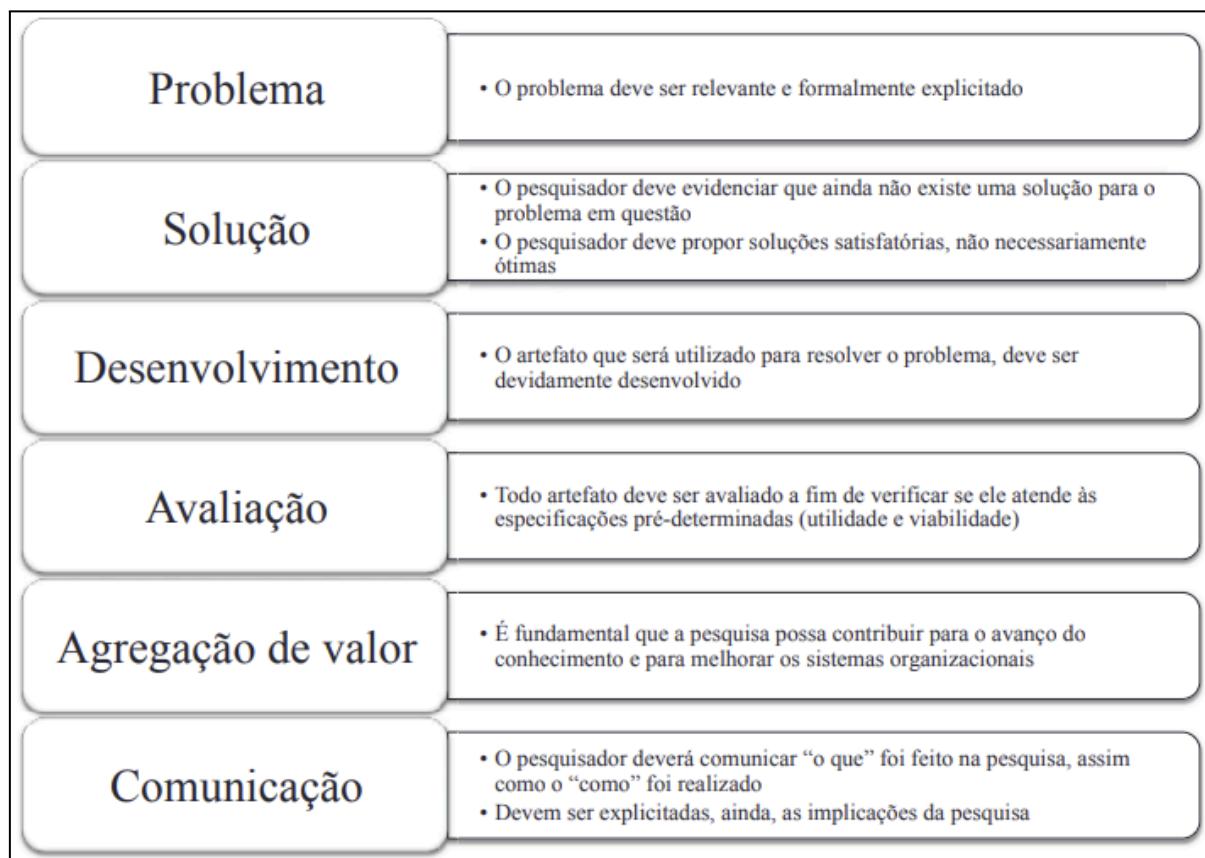
3.1 Design Science Research

Para alcançar os objetivos propostos será utilizado o método *Design Science Research* (DSR). Que consiste no desenvolvimento de estudos que visam a prescrição, o projeto e a construção de artefatos. A base epistemológica da DSR é a design science, que se diferencia das ciências tradicionais por se ocupar do artificial, ou seja, tudo aquilo que foi projetado e concebido pelo homem. A DSR não está preocupada exclusivamente com o entendimento do problema, mas sim com as suas possíveis soluções (DRESCH; LACERDA; e MIGUEL, 2015).

A Design Science Research estabelece um processo sistemático que tem como objetivo projetar e desenvolver artefatos que tenham condições de resolver problemas, mostrando-se, dessa forma, com alta relevância também para o campo prático. Além disso, é preocupação fundamental da DSR avaliar o que foi

desenvolvido, com o intuito de verificar se o artefato está, de fato, atingindo os objetivos a que se propõe (DRESCH; LACERDA; e MIGUEL, 2015).

Figura 10 – Elementos essenciais para a adequada condução da Design Science Research



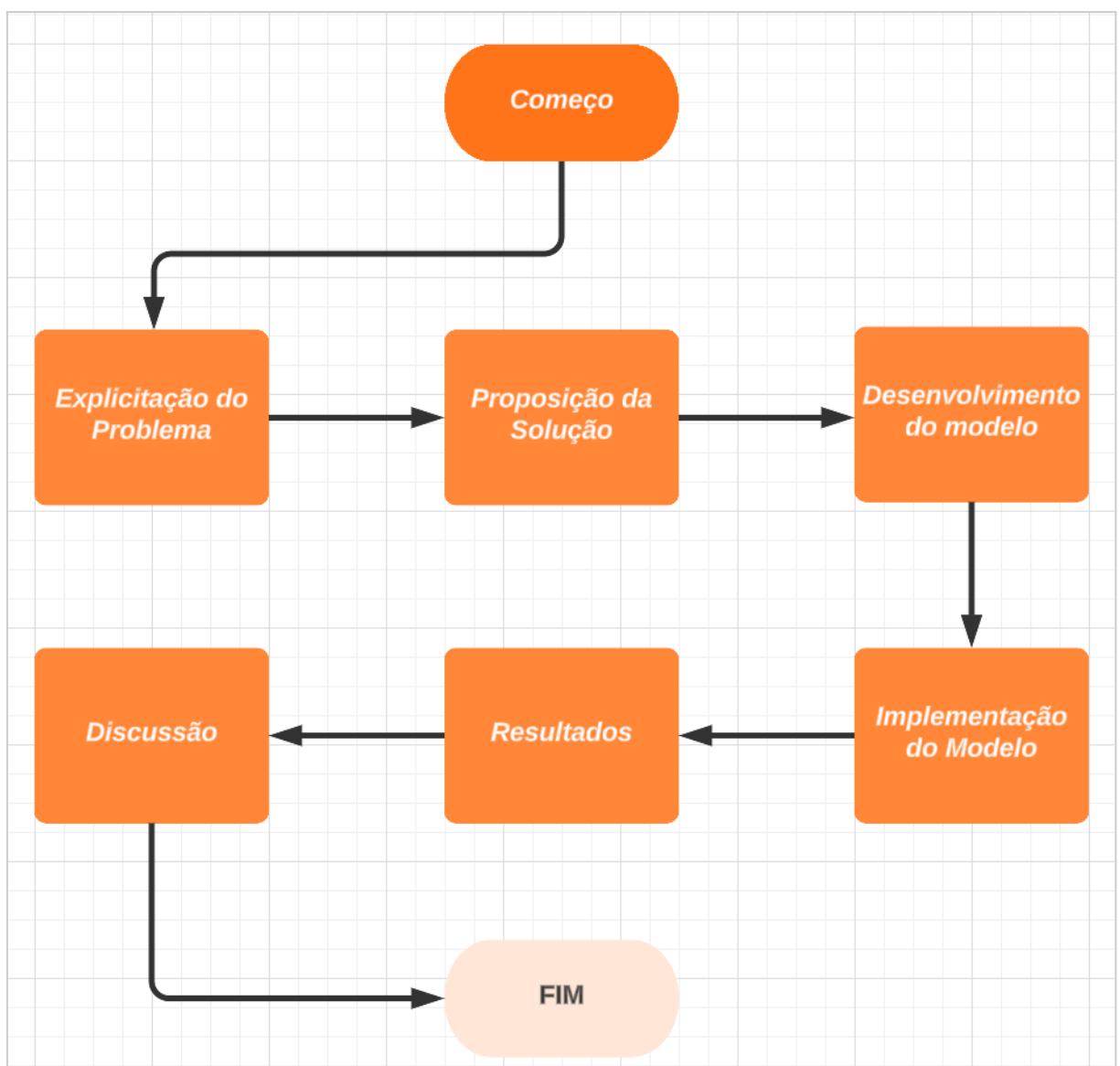
Fonte: (DRESCH; LACERDA; e MIGUEL, 2015).

Os autores Dresch, Lacerda e Miguel (2015) citam seis elementos que devem ser considerados pelos pesquisadores que conduzirão a Design Science Research. O primeiro elemento refere-se à formalização de um problema que seja verdadeiramente relevante. O segundo elemento mostra que o pesquisador deve evidenciar que ainda não existem soluções adequadas para resolver o problema de interesse, justificando, dessa forma, a importância da pesquisa que deseja realizar. Um terceiro elemento refere-se ao desenvolvimento de um novo artefato que possa ser utilizado para solucionar o problema de interesse. O quarto ponto enfatizado pelos autores refere-se à avaliação dos artefatos desenvolvidos. Essa avaliação deve ser feita considerando aspectos da utilidade e viabilidade do artefato, a fim de demonstrar sua validade, tanto prática quanto acadêmica.

Ao seguir essa abordagem de Design Science Research, este projeto visa não apenas propor um modelo conceitual de sistema, mas também desenvolver um artefato concreto que possa contribuir para a formulação de políticas públicas.

3.2 Etapas da pesquisa

Figura 11 - Etapas da pesquisa



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

No primeiro capítulo deste trabalho, a etapa inicial foi a explicitação do problema. Esta etapa é fundamental, pois define o escopo da pesquisa. Foi realizada uma

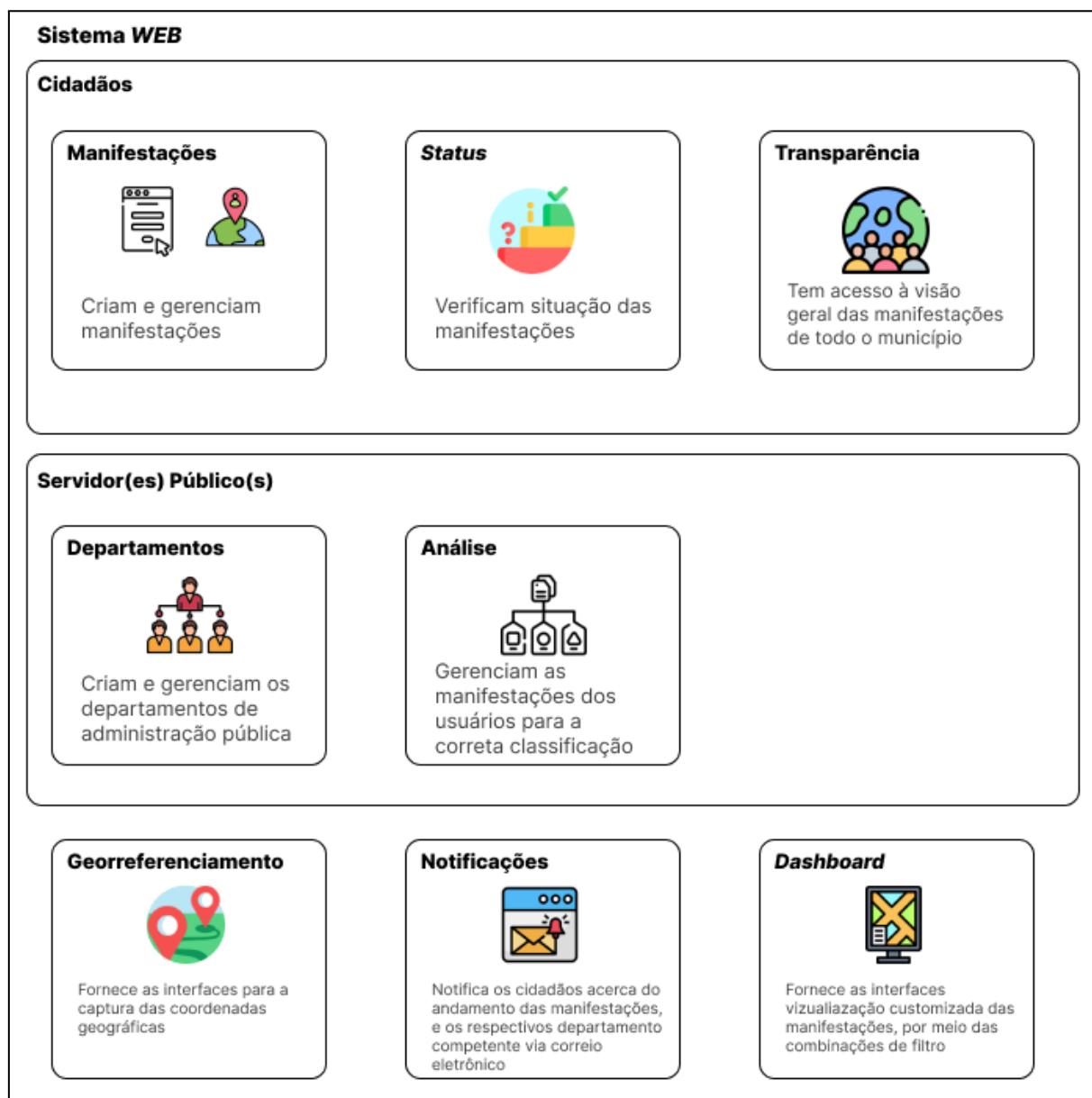
análise do problema em questão, na qual foram buscados trabalhos correlatos para compreender o contexto e as abordagens já existentes. A partir dessa análise, foi proposta uma solução para o problema. Esta solução foi claramente definida no objetivo geral e objetivos específicos do trabalho. Esta etapa estabeleceu uma base sólida para o desenvolvimento subsequente da pesquisa. Portanto, a explicitação do problema e a proposição da solução foram adequadamente abordadas na introdução do trabalho.

Os elementos de agregação de valor e comunicação estão implicitamente integrados no presente trabalho. Por meio dessa abordagem, não apenas propomos um modelo conceitual de sistema, mas também desenvolvemos um artefato concreto destinado a agregar valor ao processo de formulação de políticas públicas. Ao formalizar problemas relevantes e evidenciar a falta de soluções adequadas, nosso compromisso é comunicar a importância e a necessidade de nossa pesquisa de maneira clara.

3.3 Desenvolvimento do Modelo

Após a explicitação do problema, a proposição da solução e a construção do referencial teórico, a pesquisa avançou para a terceira etapa: o desenvolvimento do Modelo Georreferenciado de Manifestação Cidadã para apoiar a formulação de políticas públicas. Este modelo, ilustrado na figura abaixo, foi concebido para capturar e organizar informações georreferenciadas sobre manifestações cidadãs. Essas informações podem ser usadas para informar e orientar a formulação de políticas públicas, permitindo que as decisões sejam baseadas em dados concretos e atualizados. Esta etapa foi fundamental para a aplicação prática dos conceitos e teorias discutidos nas etapas anteriores da pesquisa.

Figura 12 - Modelo georreferenciado de manifestação cidadã para apoiar a formulação de políticas públicas

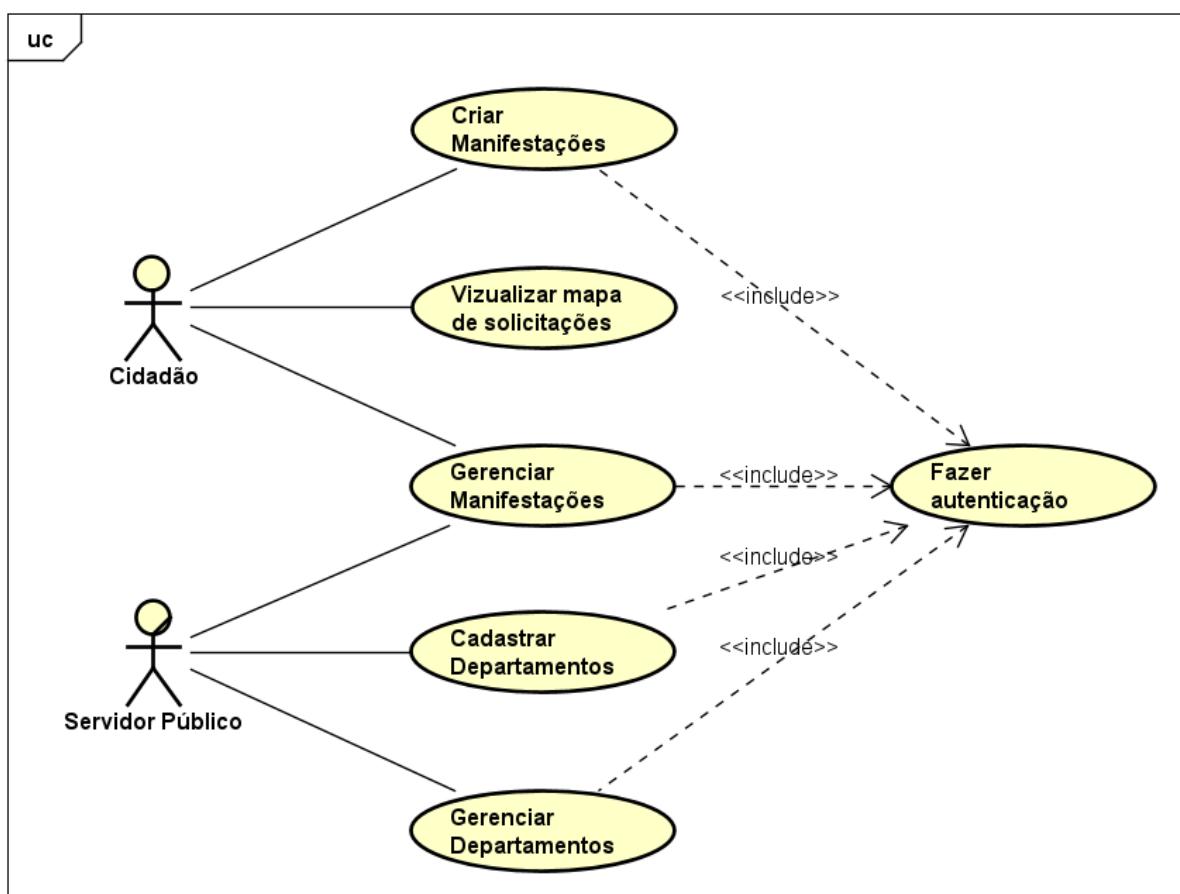


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O diagrama de casos de uso é uma ferramenta que visa fornecer uma visão geral externa das funcionalidades que um sistema irá disponibilizar para seus usuários, sem entrar em detalhes sobre a implementação dessas funcionalidades. Este diagrama é frequentemente utilizado durante as fases de elicitação e análise de requisitos do sistema, mas também é consultado ao longo de todo o processo de modelagem, servindo como base para vários outros diagramas. O diagrama de

casos de uso busca usar uma linguagem simples e compreensível para que os usuários possam ter uma noção geral do comportamento do sistema. Ele busca identificar os atores (que podem ser usuários, outros sistemas ou até mesmo algum hardware especial) que irão interagir com o software de alguma forma, bem como os serviços ou funcionalidades que o sistema irá oferecer a esses atores, conhecidos neste diagrama como casos de uso (GUEDES, 2018).

Figura 13 - Diagrama de Casos de uso do modelo



Fonte: elaborado pelo autor.

A documentação de um caso de uso geralmente apresenta informações essenciais de forma simples e direta. Isso inclui a função geral do caso de uso, os atores envolvidos, as etapas que devem ser executadas pelo ator e pelo sistema para que o caso de uso funcione corretamente, além dos parâmetros necessários e quaisquer restrições ou validações aplicáveis (GUEDES, 2018).

Embora a UML não defina um formato específico para a documentação de casos de uso, existem propostas em diversas literaturas técnicas. O diagrama de casos de uso é flexível e permite que o caso de uso seja documentado de acordo com a abordagem considerada mais adequada (GUEDES, 2018).

Para satisfazer as funções que os atores podem desempenhar no produto de software gerado na implementação do modelo deve-se seguir as diretrizes para cada caso de uso (UC), como descritos nos quadros abaixo:

Quadro 1 - UC01 Manifestações: Cadastro de manifestação

Sumário
Permite ao cidadão cadastrar uma manifestação.
Atores
Cidadão.
Pré-Condição
<ol style="list-style-type: none">1. O cidadão deve estar conectado à internet.2. O cidadão precisa estar autenticado.
Roteiro
O caso de uso tem início quando o cidadão acessa a página de cadastro de manifestação. <ol style="list-style-type: none">1. O cidadão acessa a página de cadastro de manifestação.2. A aplicação apresenta os seguintes campos para preenchimento:3. Tipo de manifestação: o cidadão seleciona o tipo de manifestação desejado a partir de uma lista pré-definida de opções.4. Descrição: o cidadão insere uma descrição detalhada da manifestação. O campo aceita todos os caracteres alfanuméricos e símbolos.5. Upload de foto: o cidadão pode anexar uma foto relacionada à manifestação, sendo aceitos os formatos: PNG, JPG, JPEG e WEBM.6. Localização: o cidadão tem a opção de selecionar o local no mapa ou permitir que o navegador obtenha automaticamente a localização atual.7. O cidadão preenche todos os campos necessários.8. Após preencher os campos, o cidadão clica no botão "Enviar" para cadastrar a manifestação.9. A aplicação valida os campos preenchidos de acordo com as regras de negócio estabelecidas.

10. Se todos os campos forem válidos, a aplicação registra a manifestação no banco de dados.
11. A aplicação exibe uma mensagem de confirmação informando que a manifestação foi cadastrada com sucesso.
12. O cidadão pode visualizar a manifestação cadastrada na página de acompanhamento de manifestações.

Fluxos Alternativos (Fa)

FA01 - Campo "Tipo de manifestação" não selecionado:

1. Se o cidadão tentar enviar o formulário sem selecionar o tipo de manifestação, a aplicação exibe a mensagem de erro: "Selecione o tipo de manifestação."

FA02 - Campo "Descrição" não preenchido:

1. Se o cidadão tentar enviar o formulário sem preencher o campo de descrição, a aplicação exibe a mensagem de erro: "Preencha a descrição da manifestação."

FA03 - Campo "Foto" com formato inválido:

1. Se o cidadão tentar enviar o formulário com um arquivo de foto que não esteja nos formatos permitidos (PNG, JPG, JPEG, WEBM), a aplicação exibe a mensagem de erro: "Tipo de foto inválida! Selecione um arquivo nos formatos PNG, JPG, JPEG ou WEBM."

FA04 - Localização não selecionada:

1. Se o cidadão optar por selecionar a localização no mapa, mas não efetuar a seleção, a aplicação exibe a mensagem de erro: "Selecione a localização no mapa."

Mensagens E Exceções

MS01: "Selecione o tipo de manifestação."

MS02: "Preencha a descrição da manifestação."

MS03: "Tipo de foto inválida! Selecione um arquivo nos formatos PNG, JPG, JPEG ou WEBM."

MS04: "Selecione a localização no mapa."

Pós-Condição

O sistema emite um alerta com a mensagem: "Cadastro de manifestação realizado com sucesso".

Requisitos

1. O campo "Tipo de manifestação" deve ser selecionado.
2. O campo "Descrição" deve ser preenchido.
3. O campo "Foto" deve ser um arquivo nos formatos PNG, JPG, JPEG ou WEBM.
4. A localização pode ser selecionada no mapa ou obtida automaticamente se o cidadão permitir.

Regras De Negócio

1. **RN01** - O campo "Tipo de manifestação" é obrigatório.

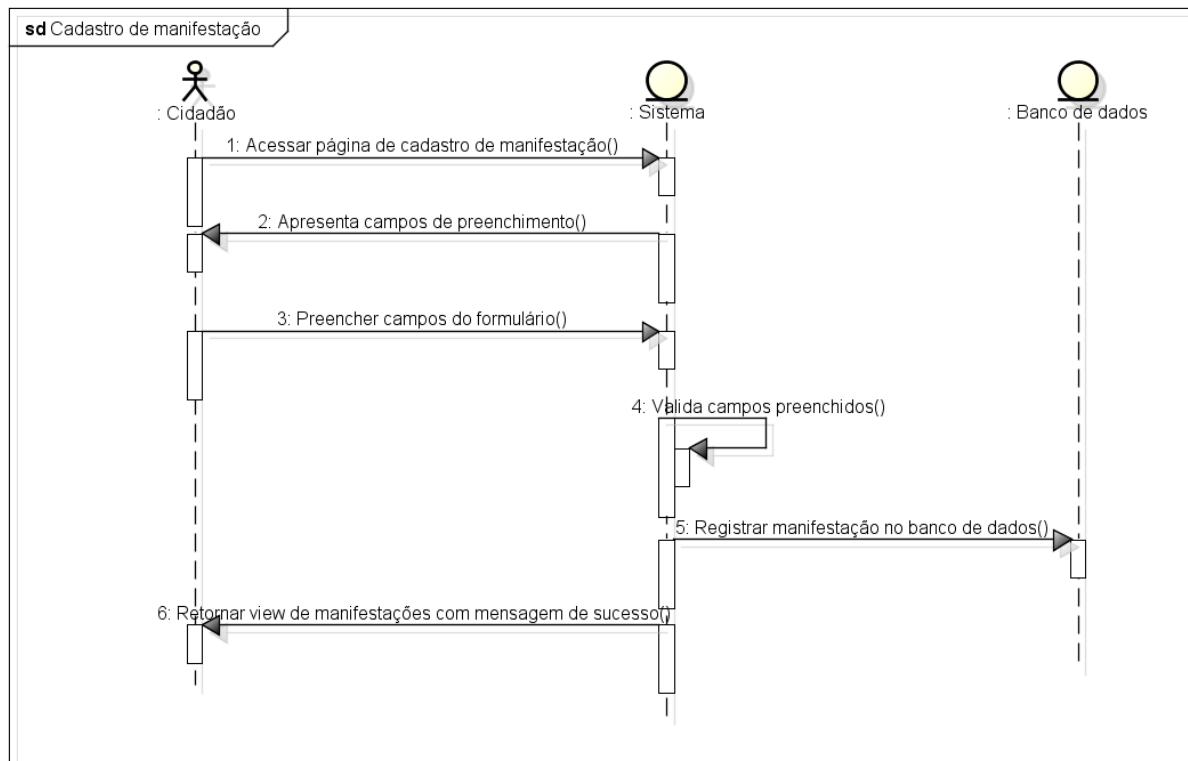
2. **RN02** - O campo "Descrição" é obrigatório.
3. **RN03** - O campo "Foto" deve ser um arquivo nos formatos PNG, JPG, JPEG ou WEBM.
4. **RN04** - A localização deve ser selecionada no mapa ou obtida automaticamente com permissão do usuário.

Referências

Não se aplica.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 14 - Diagrama de Sequência do cadastro de manifestação



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

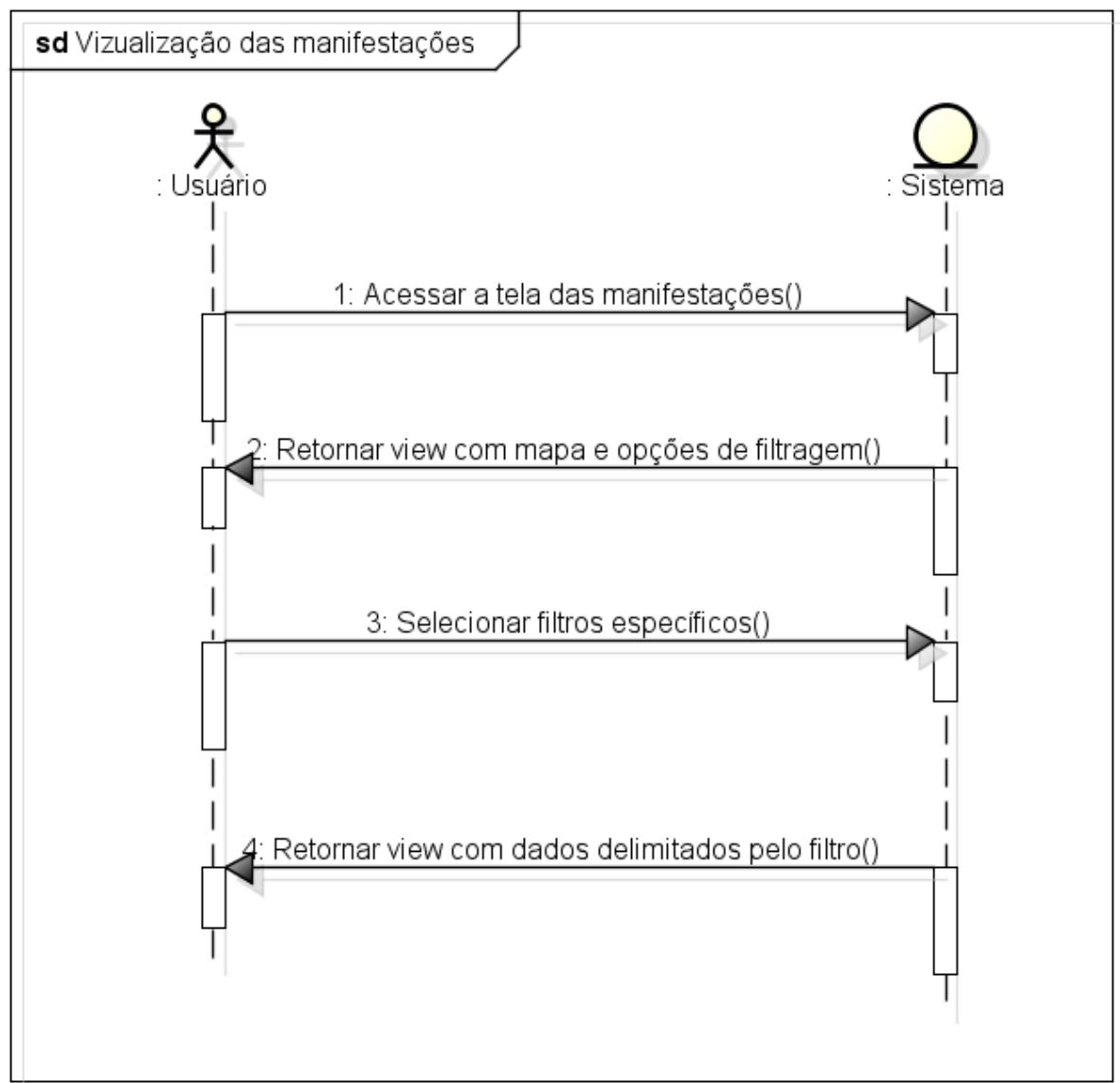
Quadro 2 - Status e Transparência UC02: Visualizar mapa de manifestações

Sumário
Permite ao cidadão visualizar o mapa de manifestações.
Atores
Cidadão.

Pré-Condição
<ol style="list-style-type: none"> 1. O cidadão deve estar conectado à internet. 2. O cidadão precisa estar autenticado.
Roteiro
O caso de uso tem início quando o cidadão acessa a tela de visualização do mapa de manifestações. <ol style="list-style-type: none"> 1. Na tela do mapa de manifestações existem as opções para filtragem dos marcadores por tipo de manifestação e por período e <i>status</i>. 2. Ao clicar em alguma opção o sistema exibe o mapa com o filtro selecionado.
Fluxos Alternativos (Fa)
Não se aplica.
Mensagens E Exceções
Não se aplica.
Pós-Condição
Não se aplica.
Requisitos
Não se aplica.
Regras De Negócio
Não se aplica.
Referências
Não se aplica.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 15 - Diagrama de Sequência da visualização das manifestações



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Quadro 3 - UC03: Cadastrar Departamento de Administração Pública

Sumário
Permite ao Administrador (servidor público) cadastrar os dados do departamento de administração pública.
Atores

Administrador.
Pré-Condição
1. O Administrador deve estar conectado à <i>internet</i> .
Roteiro
O caso de uso tem início quando o administrador acessa a página de cadastro de departamento. 1. O Administrador acessa a página de cadastro de departamento no sistema. 2. A aplicação apresenta os seguintes campos para preenchimento: "NOME DO DEPARTAMENTO", "FUNÇÃO" e "EMAIL". 3. O Administrador preenche o campo "NOME DO DEPARTAMENTO" com o nome completo do departamento, utilizando caracteres alfabéticos. 4. O Administrador seleciona a "FUNÇÃO" do departamento a partir de uma lista de opções disponíveis. 5. O Administrador preenche o campo "EMAIL" com um endereço de email válido, utilizando caracteres alfanuméricos, bem como os símbolos especiais "@" e ".", além dos caracteres "-" e "_". 6. O Administrador clica no botão "CADASTRAR departamento". 7. O sistema faz a validação dos dados preenchidos e realiza a inserção dos dados cadastrais do departamento no banco de dados, na tabela correspondente. 8. O sistema emite um alerta com a mensagem: "Cadastro de departamento realizado com sucesso". 9. O sistema exibe a tela de gerenciamento listando os departamentos constando o novo departamento.
Fluxos Alternativos (Fa)
FA01 - Campo "NOME DO DEPARTAMENTO" inválido: 1. Deve ser exibida uma notificação com a mensagem: "Nome do departamento inválido!"
FA02 - Campo "FUNÇÃO" não selecionado: 1. Deve ser exibida uma notificação com a mensagem: "Selecione a função do departamento!"
FA03 - Campo "EMAIL" inválido: 1. Deve ser exibida uma notificação com a mensagem: "Email inválido!"
FA04 - Erro no cadastro do departamento:

1. Se houver algum erro no processo de inserção dos dados no banco de dados, deve ser exibida uma notificação com a mensagem: "Erro ao cadastrar o departamento. Tente novamente mais tarde."

FA05 - Departamento já cadastrado:

1. Se o departamento já estiver cadastrado no sistema, deve ser exibida uma notificação com a mensagem: "Departamento já cadastrado. Verifique os dados informados."

Mensagens E Exceções

MS01: "Nome do departamento inválido!"

MS02: "Selecione a função do departamento!"

MS03: "Email inválido!"

MS04: "Erro ao cadastrar o departamento. Tente novamente mais tarde."

MS05: "Departamento já cadastrado. Verifique os dados informados."

MS06: "Cadastro realizado com sucesso!"

Pós-Condição

O sistema emite um alerta com a mensagem: "Cadastro de departamento realizado com sucesso".

Requisitos

1. Todos os campos devem ser preenchidos.
2. O campo "NOME DO DEPARTAMENTO" não pode ser nulo ou em branco.
3. O campo "FUNÇÃO" deve ser selecionado a partir da lista disponível.
4. O campo "EMAIL" deve ser um endereço de email válido, contendo os símbolos especiais "@" e ".", bem como permitindo letras, números, "-" e "_".

Regras De Negócio

RN07 - Todos os campos do formulário de cadastro de departamento devem ser preenchidos.

RN08 - O campo "NOME DO DEPARTAMENTO" não pode ser nulo ou em branco.

RN09 - O campo "FUNÇÃO" deve ser selecionado a partir da lista disponível.

RN10 - O campo "EMAIL" deve ser um endereço de email válido, contendo os símbolos especiais "@" e ".", bem como permitindo letras, números, "-" e "_".

RN11 - Não deve ser permitido cadastrar um departamento com o mesmo email já existente no sistema.

Referências

Não se aplica.

Quadro 4 - UC04: Gerenciar Classificação de Manifestações

Sumário
Permite ao Administrador gerenciar a classificação das manifestações dos cidadãos, alterando apenas o campo do tipo de manifestação para a correta categorização.
Atores
Administrador.
Pré-Condição
<ol style="list-style-type: none"> 1. O Administrador deve estar conectado à internet. 2. O Administrador deve estar autenticado.
Roteiro
O caso de uso tem início quando o administrador acessa a página de gerenciamento de manifestações. <ol style="list-style-type: none"> 1. O Administrador visualiza uma lista de manifestações com o <i>status</i> "em aberto". 2. Seleciona uma manifestação para classificar. 3. A aplicação exibe os detalhes da manifestação, incluindo o tipo atual da manifestação. 4. O Administrador modifica o tipo de manifestação para a correta categorização, selecionando-o a partir de uma lista pré-definida de opções. 5. O administrador confirma a alteração clicando no botão "Salvar". 6. O sistema valida a alteração e atualiza o campo do tipo de manifestação no banco de dados. 7. O sistema emite um alerta com a mensagem: "Classificação da manifestação atualizada com sucesso".
Fluxos Alternativos (Fa)
FA01 - Nenhuma alteração realizada: <ol style="list-style-type: none"> 1. O Administrador seleciona uma manifestação para classificar. 2. Visualiza os detalhes da manifestação, incluindo o tipo atual. 3. Decide não fazer nenhuma alteração e clica no botão "Salvar". 4. O sistema valida que nenhuma alteração foi feita. 5. O sistema emite uma mensagem informativa: "Nenhuma alteração realizada na classificação da manifestação".
Mensagens E Exceções
MS01: "Nenhuma alteração realizada na classificação da manifestação."

Pós-Condição
Não se aplica.
Requisitos
Não se aplica.
Regras De Negócio
Não se aplica.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

3.3.1 Funcionamento do Requisito de Georreferenciamento

O requisito de Georreferenciamento no sistema tem como objetivo fornecer interfaces para a captura das coordenadas geográficas das ocorrências registradas pelos cidadãos. Essas coordenadas são essenciais para garantir a precisão e a exatidão das informações relacionadas às manifestações.

Modos de Captura das Coordenadas Geográficas:

Localização Atual do Cidadão:

- Neste modo, o cidadão tem a opção de utilizar a localização atual do dispositivo em que está acessando o sistema.
- Ao clicar no botão "Usar minha localização atual", o sistema solicitará permissões ao navegador para acessar os dados de localização.
- Após a confirmação das permissões pelo cidadão, o sistema obtém automaticamente as coordenadas geográficas atuais do dispositivo e as utiliza para registrar a ocorrência.

Captura Manual no Mapa:

- No caso em que o cidadão não está no local exato da ocorrência, ele pode optar por inserir manualmente as coordenadas geográficas no mapa fornecido pelo sistema.
- O cidadão pode colocar um marcador no mapa, indicando o local da ocorrência de forma precisa.
- Essa abordagem é útil quando o cidadão está relatando uma ocorrência que não está presente em sua localização atual, evitando assim imprecisões nas informações registradas.

A implementação desses dois modos de captura das coordenadas geográficas é fundamentada na necessidade de garantir a precisão e a confiabilidade das informações registradas pelas ocorrências urbanas.

O uso da localização atual do cidadão permite que as coordenadas sejam obtidas de forma automática, simplificando o processo para o usuário e garantindo que as informações estejam o mais próximo possível do local real da ocorrência.

A opção de captura manual no mapa oferece flexibilidade, permitindo que o cidadão registre ocorrências com precisão mesmo quando não está presente no local do evento, minimizando assim possíveis imprecisões na informação registrada.

Em conjunto, esses dois modos de captura das coordenadas geográficas garantem que o sistema seja capaz de lidar com uma variedade de situações e cenários, fornecendo informações precisas e confiáveis sobre as ocorrências urbanas.

4. Material e métodos

4.1 *Framework Laravel*

Para a implementação do modelo, foi escolhido o *framework* Laravel. O Laravel, um framework de aplicação web, é caracterizado por sua sintaxe expressiva e elegante, proporcionando uma estrutura inicial para a criação de aplicações, permitindo que os desenvolvedores se concentrem na criação de soluções inovadoras enquanto o framework gerencia os detalhes técnicos. Ele oferece uma experiência de desenvolvimento notável, com recursos poderosos como injeção de dependência completa, uma camada de abstração de banco de dados expressiva, filas e

trabalhos agendados, testes de unidade e integração, entre outros (LARAVEL, 2024).

Este framework é progressivo, ou seja, evolui com o desenvolvedor. Para iniciantes, o Laravel oferece uma vasta biblioteca de documentação, guias e tutoriais em vídeo, facilitando o aprendizado sem sobrecarregar o usuário. Para desenvolvedores experientes, o Laravel oferece ferramentas robustas para injeção de dependência, testes unitários, filas, eventos em tempo real, entre outros, sendo adequado para a construção de aplicações web profissionais e prontas para lidar com cargas de trabalho empresariais (LARAVEL, 2024).

4.2 Banco de Dados

Para gerenciar os dados da aplicação foi escolhido o sistema de banco de dados MySQL. O MySQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional, sendo o mais popular sistema de gerenciamento de banco de dados SQL de código aberto. Ele é desenvolvido, distribuído e suportado pela Oracle Corporation (Oracle, 2024).

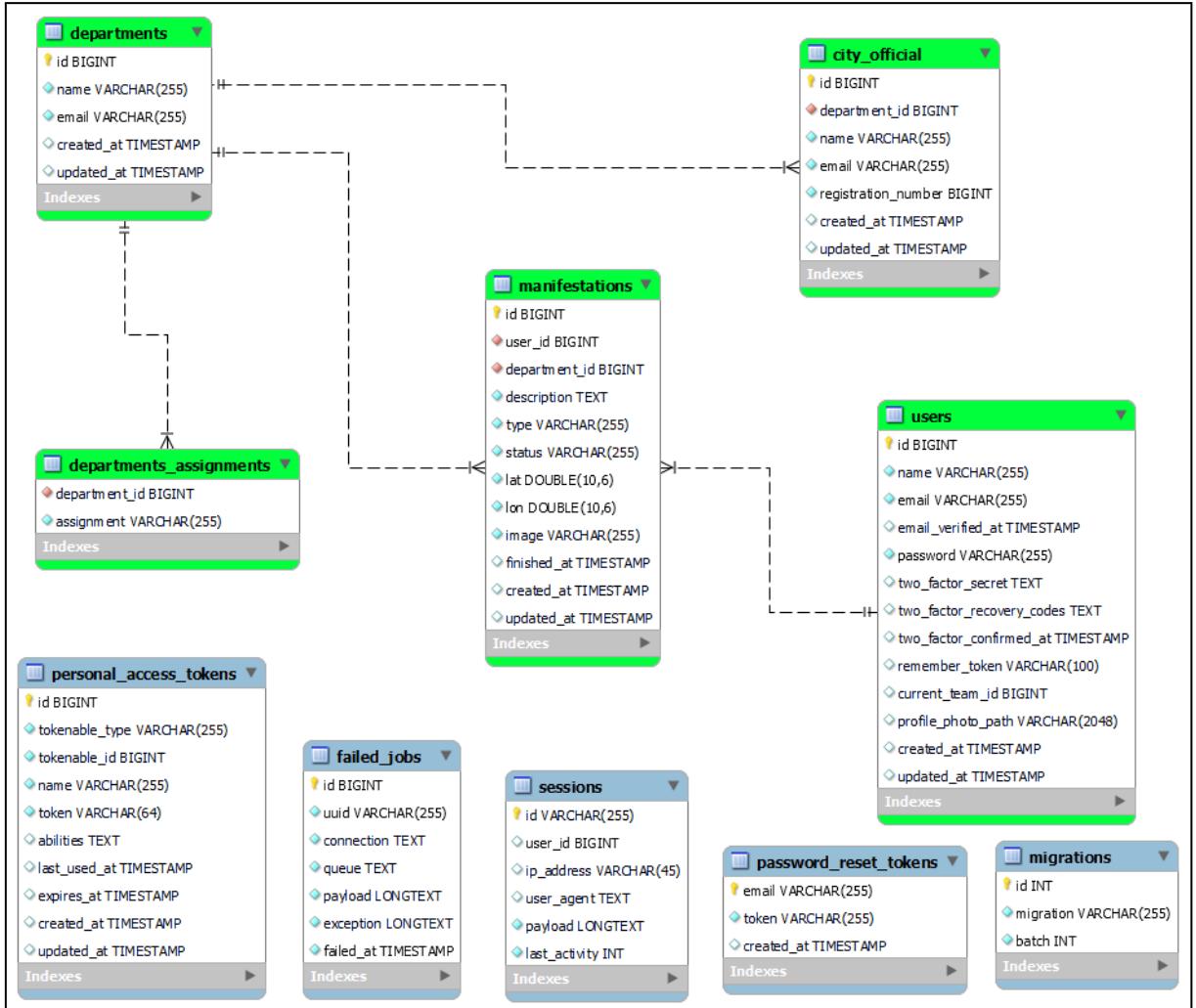
Os dados no MySQL são organizados em tabelas separadas, ao invés de colocar todos os dados em um único armazém, seguindo o conceito de banco de dados relacional. As estruturas de banco de dados são organizadas em arquivos físicos otimizados para velocidade. O modelo lógico, com objetos como bancos de dados, tabelas, visualizações, linhas e colunas, oferece um ambiente de programação flexível (Oracle, 2024).

O MySQL estabelece regras que governam as relações entre diferentes campos de dados, como um-para-um, um-para-muitos, único, obrigatório ou opcional, e “ponteiros” entre diferentes tabelas. O banco de dados aplica essas regras, de modo que, com um banco de dados bem projetado, sua aplicação nunca vê dados inconsistentes, duplicados, órfãos, desatualizados ou ausentes (Oracle, 2024).

A parte “SQL” do “MySQL” significa “Structured Query Language”, que é a linguagem mais comum padronizada usada para acessar bancos de dados (Oracle, 2024).

Sendo assim, para fazer a persistência de dos dados do sistema web fica definido o seguinte esquema:

Figura 16 - Diagrama de entidades e relacionamento do banco dados



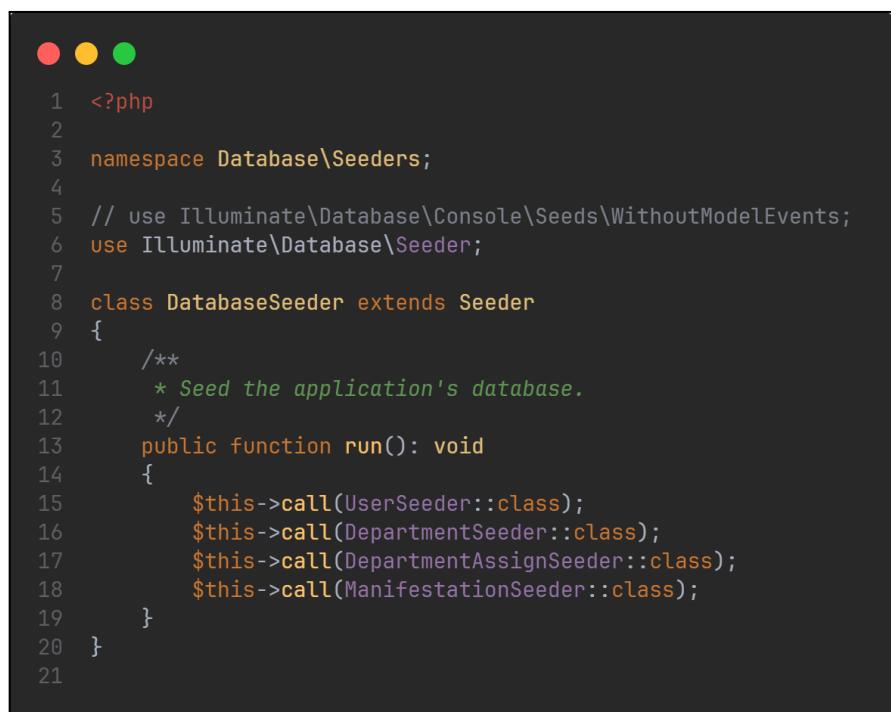
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Para simular e observar o comportamento do sistema, foi utilizada a biblioteca Faker. Essa biblioteca PHP fornece uma ampla variedade de métodos para criar dados simulados, como nomes, endereços, números de telefone, texto aleatório e muito mais. Essa ferramenta é valiosa para desenvolvedores que precisam preencher um banco de dados com dados de teste ou criar ambientes de simulação realistas para testar aplicativos e sistemas de software (FZANINOTTO, 2020).

Desse modo, no contexto do Laravel, a capacidade de semear o banco de dados com dados é fornecida através das classes de *seed*. Essas classes são armazenadas no diretório database/seeders. Conforme descrito na documentação oficial do Laravel, uma classe DatabaseSeeder é definida por padrão (imagem 15). A partir desta classe, é possível utilizar o método call para executar outras classes de seed, permitindo assim o controle da ordem de semeadura (Laravel, 2024).

No projeto em questão, essa funcionalidade foi utilizada para popular o banco de dados com dados fictícios e predefinidos. As classes de seed foram criadas para gerar registros de forma automatizada, seguindo uma lógica pré definida e garantindo consistência nos dados inseridos (ver apêndices: A, B e C) . Isso proporcionou uma maneira conveniente de preparar o banco de dados com dados de teste ou de demonstração, contribuindo para o desenvolvimento e a validação do sistema.

Figura 17 - Classe *DatabaseSeeder*



```
● ● ●
1 <?php
2
3 namespace Database\Seeders;
4
5 // use Illuminate\Database\Console\Seeds\WithoutModelEvents;
6 use Illuminate\Database\Seeder;
7
8 class DatabaseSeeder extends Seeder
9 {
10     /**
11      * Seed the application's database.
12      */
13     public function run(): void
14     {
15         $this->call(UserSeeder::class);
16         $this->call(DepartmentSeeder::class);
17         $this->call(DepartmentAssignSeeder::class);
18         $this->call(ManifestationSeeder::class);
19     }
20 }
21
```

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

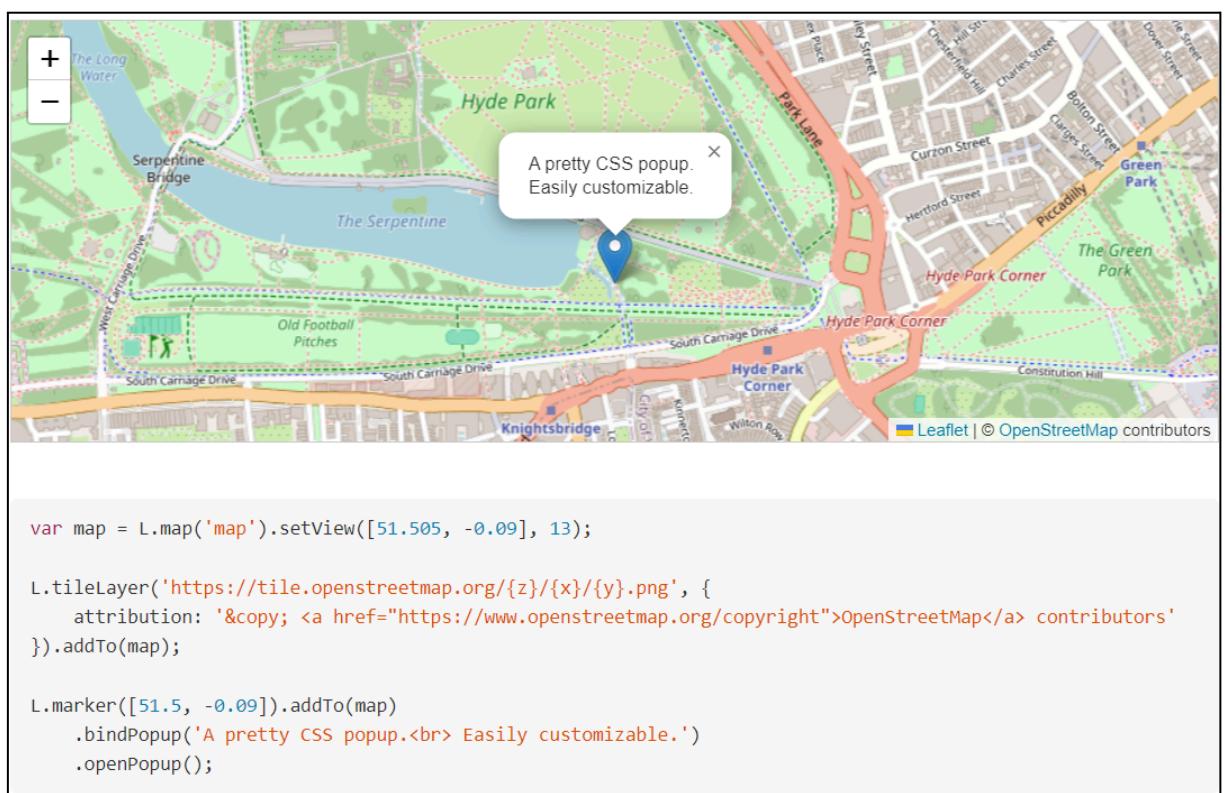
4.3 Biblioteca e API para georreferenciamento

4.3.1 Leaflet

Para a implementação do georreferenciamento e atribuição de coordenadas foi utilizada a ferramenta Leaflet. A Leaflet, uma biblioteca JavaScript de código aberto, é reconhecida por sua capacidade de criar mapas interativos na web. Esta biblioteca, que pesa apenas cerca de 42 KB, foi desenvolvida com foco na simplicidade, desempenho e usabilidade. A Leaflet é compatível com todas as principais plataformas de desktop e mobile e pode ser estendida com vários plugins. Além disso, ela possui uma API intuitiva e bem documentada, tornando-a uma ferramenta valiosa para desenvolvedores (Leaflet, 2023).

Um exemplo de sua aplicação é a criação de um mapa interativo com um marcador e um *popup* personalizado. Este mapa é criado na *div* ‘map’, adiciona *tiles* de escolha do usuário e, em seguida, adiciona um marcador com algum texto em um *popup*. O código a seguir ilustra este processo:

Figura 18 - Mapa interativo com marcador e *popup* customizado



Fonte: Leaflet, 2023.

4.3.1.1 Tiles

No contexto dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), os “tiles” são componentes fundamentais na visualização de mapas. Eles são imagens quadradas que, quando combinadas, formam a representação completa de um mapa. Existem dois tipos principais de tiles: raster e vetorial (OPENSTREETMAP, 2024).

Os tiles raster são arquivos de imagem pré-renderizados que são dispostos em uma grade para exibir um mapa. Cada tile raster é uma representação estática e não pode ser estilizado dinamicamente. Portanto, para alterar a aparência do mapa, é necessário utilizar um conjunto diferente de tiles raster (OPENSTREETMAP, 2024).

Por outro lado, os tiles vetoriais contêm dados geográficos brutos que são renderizados no lado do cliente. Isso permite que os estilos sejam aplicados dinamicamente aos mesmos tiles, proporcionando maior flexibilidade na personalização da aparência do mapa (OPENSTREETMAP, 2024).

Os tiles são normalmente imagens de 256x256 pixels, embora tiles de alta resolução possam ter 512x512 pixels. Um conjunto de tiles geralmente inclui tiles suficientes para cobrir todo o mundo em vários níveis de zoom, permitindo que os usuários visualizem diferentes níveis de detalhes dependendo do zoom aplicado (OPENSTREETMAP, 2024).

O mapa do mundo é representado como um quadrado na Projeção Mercator. Cada tile pode ser representado com base em um índice (x,y) e no nível de detalhamento (z). O número de tiles é proporcional ao nível de detalhamento, sendo que o mapa será representado por

$$4^z$$

tiles. Da mesma forma, a raiz quadrada do número de tiles equivale ao número de tiles em x e y, ou seja,

$$2^z$$

tiles por eixo x e y. O tamanho do mapa mundial será sempre

$$2^z$$

multiplicado pela dimensão do tile (FURTADO, 2013).

Por exemplo, considerando tiles de 256 pixels, para os três primeiros níveis de detalhes, teríamos:

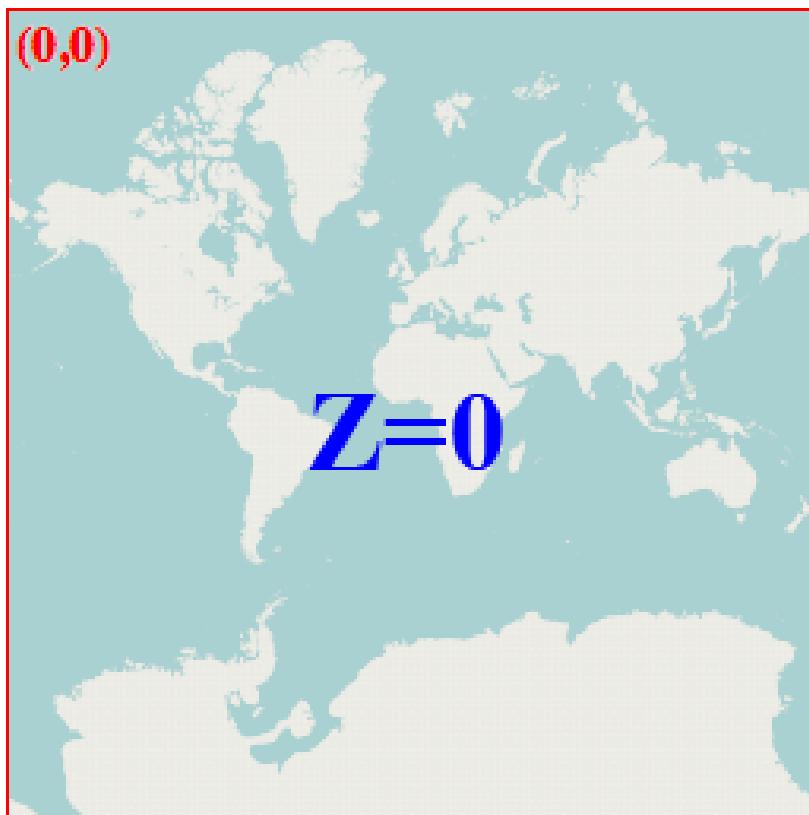
Nível de Detalhes (z) = 0

Total (tiles) = $4z = 40 = 1$ tile

Dimensão (tiles) = $2z = 20 = 1 \times 1$ tiles

Dimensão (pixels) = $2z * 256 = 20 * 256 = 256 \times 256$ pixels

Figura 19 - Tile com nível de detalhamento igual a 0



Fonte: FURTADO, Wender. O que são tiles? Como funcionam?. Disponível em: <<https://sharpgeobr.wordpress.com/2013/03/29/o-que-sao-tiles-como-funcionam/>>. Acesso em: 08 mar. 2024.

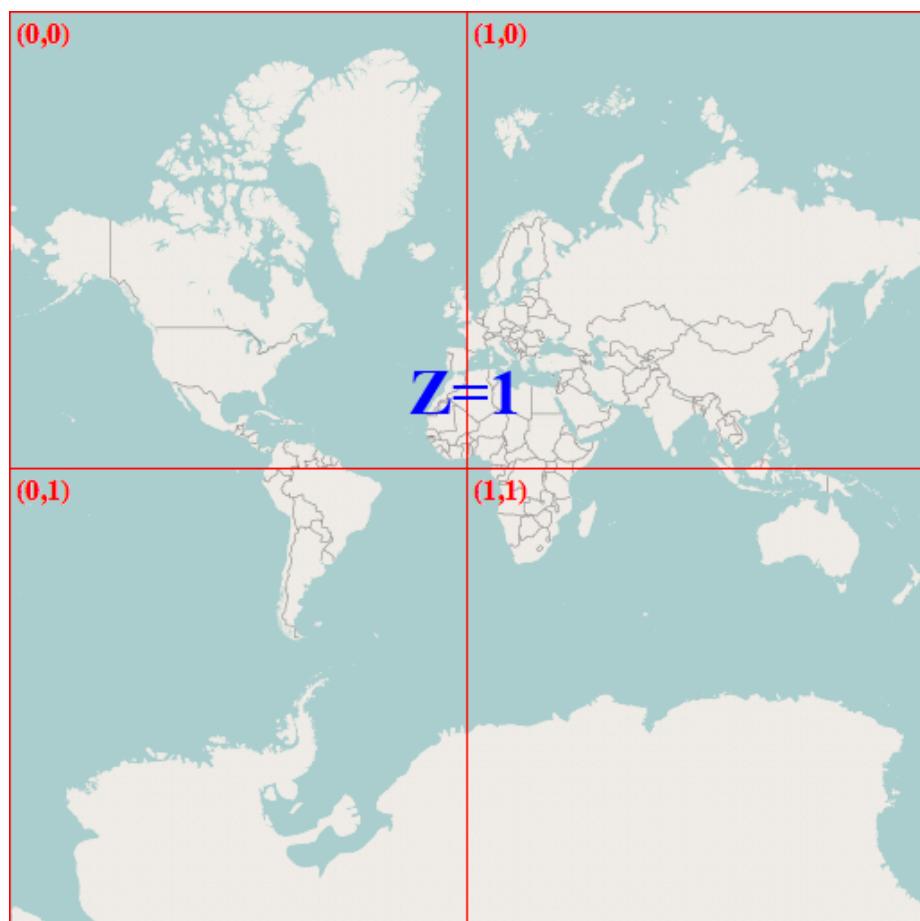
Nível de Detalhes (z) = 1

Total (tiles) = $4z = 41 = 4$ tiles

Dimensão (tiles) = $2z = 21 = 2 \times 2$ tiles

Dimensão (pixels) = $2z * 256 = 21 * 256 = 512 \times 512$ pixels

Figura 20 - Tile com nível de detalhamento igual a 1



Fonte: FURTADO, Wender. O que são tiles? Como funcionam?. Disponível em: <<https://sharpgeobr.wordpress.com/2013/03/29/o-que-sao-tiles-como-funcionam/>>. Acesso em: 08 mar. 2024.

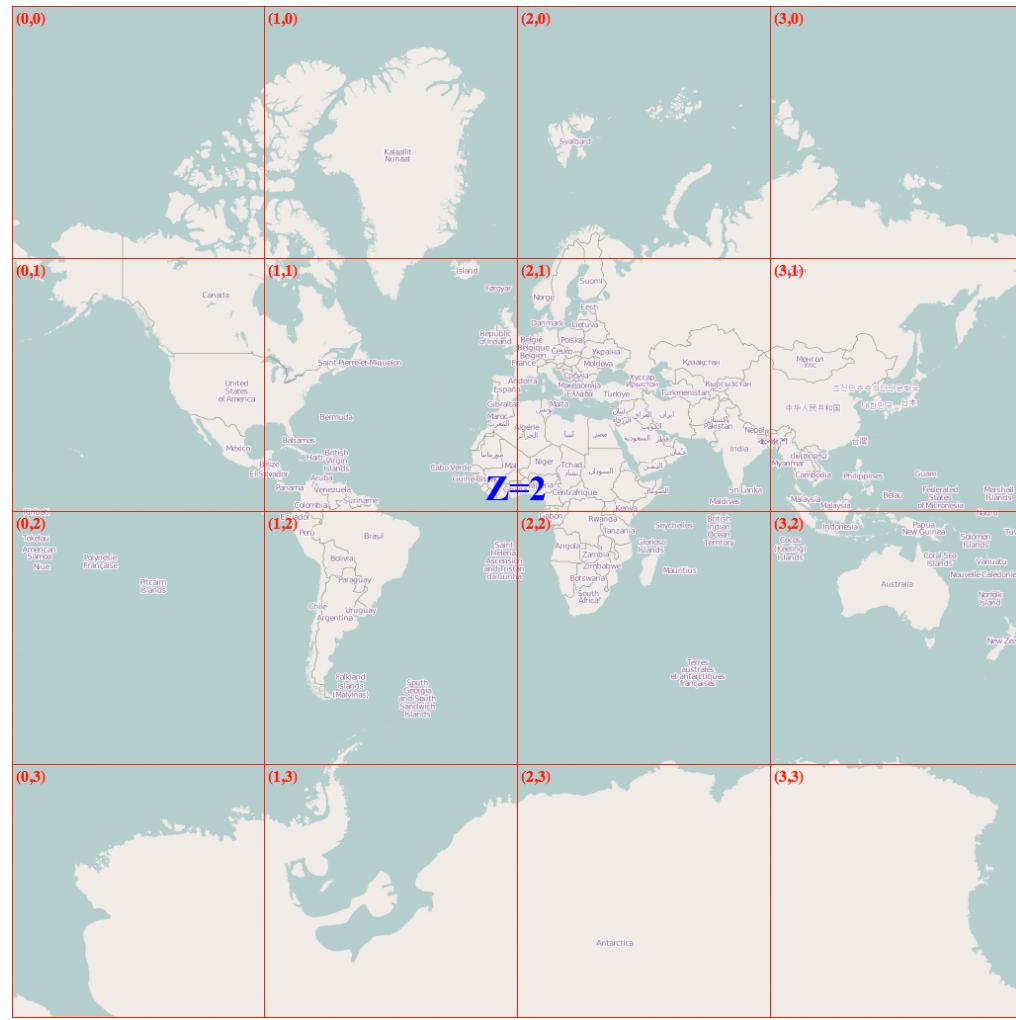
Nível de Detalhes (z) = 2

Total (tiles) = $4z = 42 = 16$ tiles

Dimensão (tiles) = $2z = 22 = 4 \times 4$ tiles

Dimensão (pixels) = $2z * 256 = 22 * 256 = 1.024 \times 1.024$ pixels

Figura 21 - Tile com nível de detalhamento igual a 4



Fonte: FURTADO, Wender. O que são tiles? Como funcionam?. Disponível em: <<https://sharpgeobr.wordpress.com/2013/03/29/o-que-sao-tiles-como-funcionam/>>. Acesso em: 08 mar. 2024.

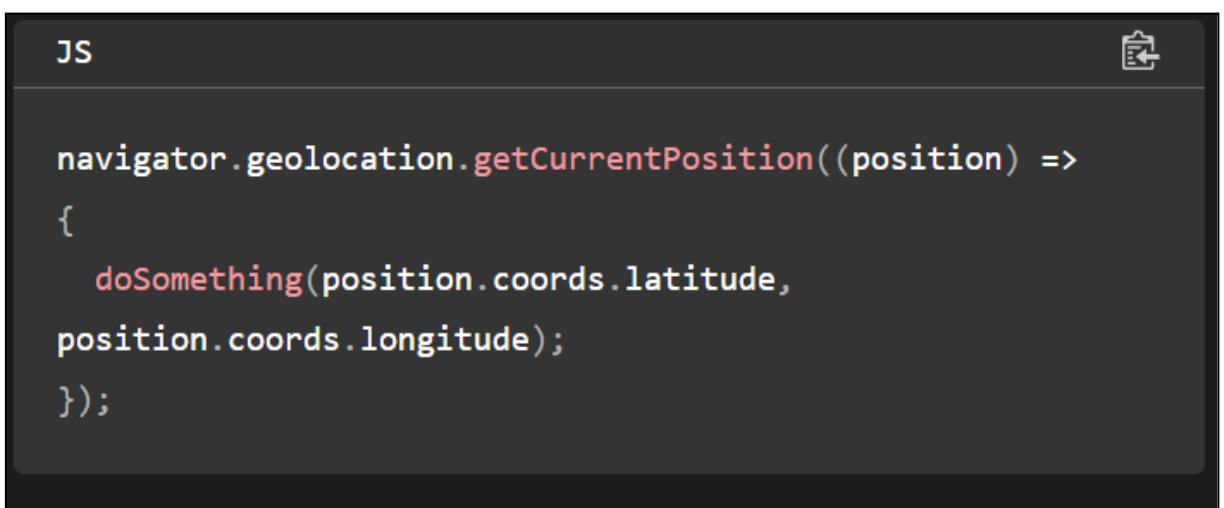
4.3.2 Geolocation API

A API de geolocalização *Geolocation API* foi escolhida para implementar a forma automática de georreferenciamento devido à sua capacidade de permitir que os usuários forneçam sua localização para aplicativos da web, com a devida permissão para proteger a privacidade. Para utilizá-la, as extensões da web devem adicionar a permissão "geolocation" ao seu manifesto, e o sistema operacional do usuário solicitará permissão na primeira vez que for solicitado o acesso à localização. Essa API é essencial para obter informações de localização dos usuários, como para plotar sua localização em um mapa ou exibir informações personalizadas relevantes para sua localização, utilizando funcionalidades como o GPS do dispositivo,

acessado através do método “*navigator.geolocation*” (MOZILLA DEVELOPER NETWORK, 2024).

Para obter a localização atual do usuário, é possível invocar o método “*getCurrentPosition()*” (ver figura 17). Este procedimento dá início a uma solicitação assíncrona para detectar a posição do usuário, acionando o hardware de posicionamento para obter informações atualizadas. Uma vez determinada a posição, a função de retorno de chamada definida é acionada. É possível fornecer, opcionalmente, uma segunda função de retorno de chamada para lidar com possíveis erros. Além disso, um terceiro parâmetro opcional é um objeto de opções, no qual é possível definir a idade máxima da posição retornada, o tempo de espera para uma solicitação e se deseja alta precisão para a posição (MOZILLA DEVELOPER NETWORK, 2024).

Figura 22 - Exemplo de utilização do método “*getCurrentPosition()*”



The screenshot shows a code editor window with a dark theme. In the top left corner, it says "JS". In the top right corner, there is a small icon of a clipboard with a checkmark. The main area contains the following code:

```
JS

navigator.geolocation.getCurrentPosition((position) =>
{
  doSomething(position.coords.latitude,
  position.coords.longitude);
});
```

Fonte: MOZILLA DEVELOPER NETWORK, 2024.

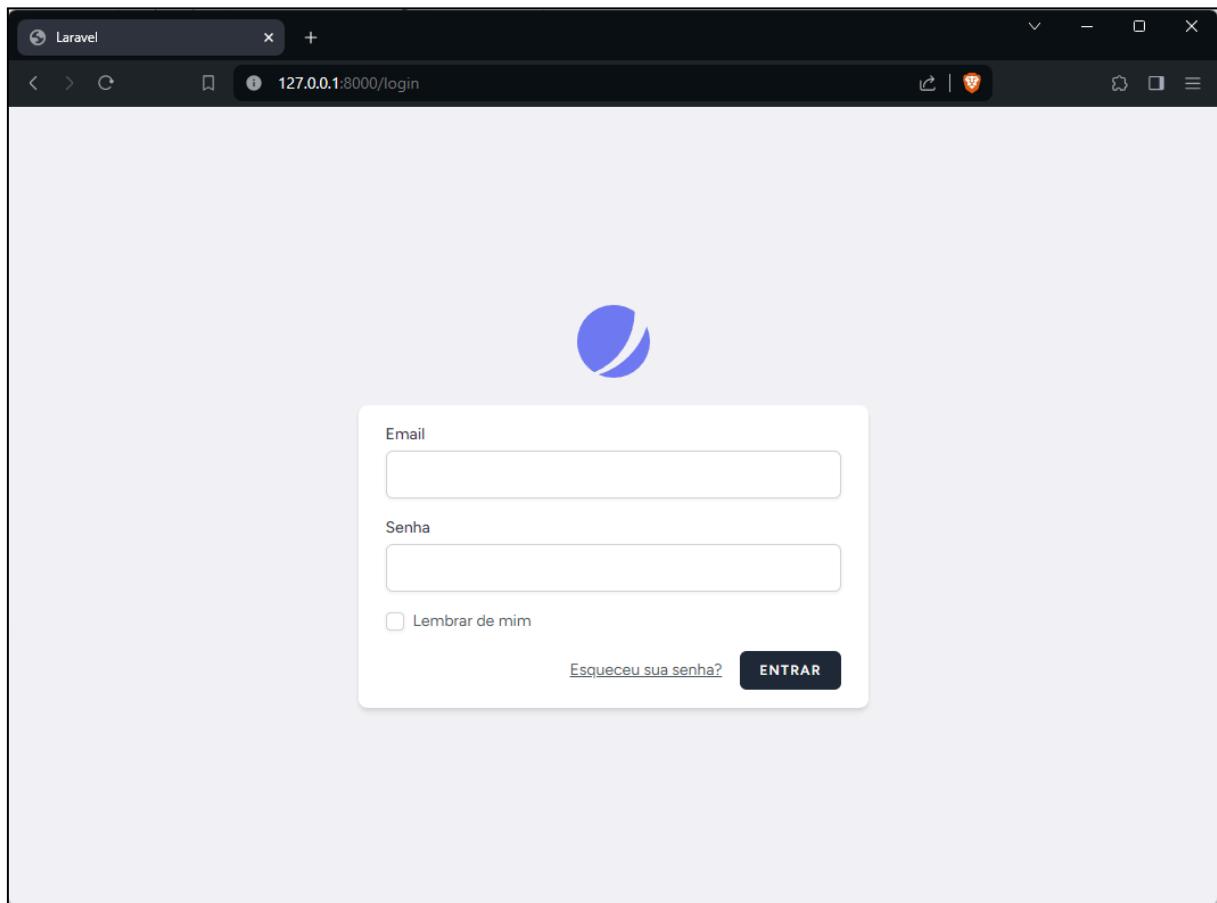
5. Resultados

Nesta sessão, serão apresentados os resultados e discussão da implementação dos casos de uso especificados a partir do modelo sistema.

Telas de autenticação

Login

Figura 23 - Tela de login



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

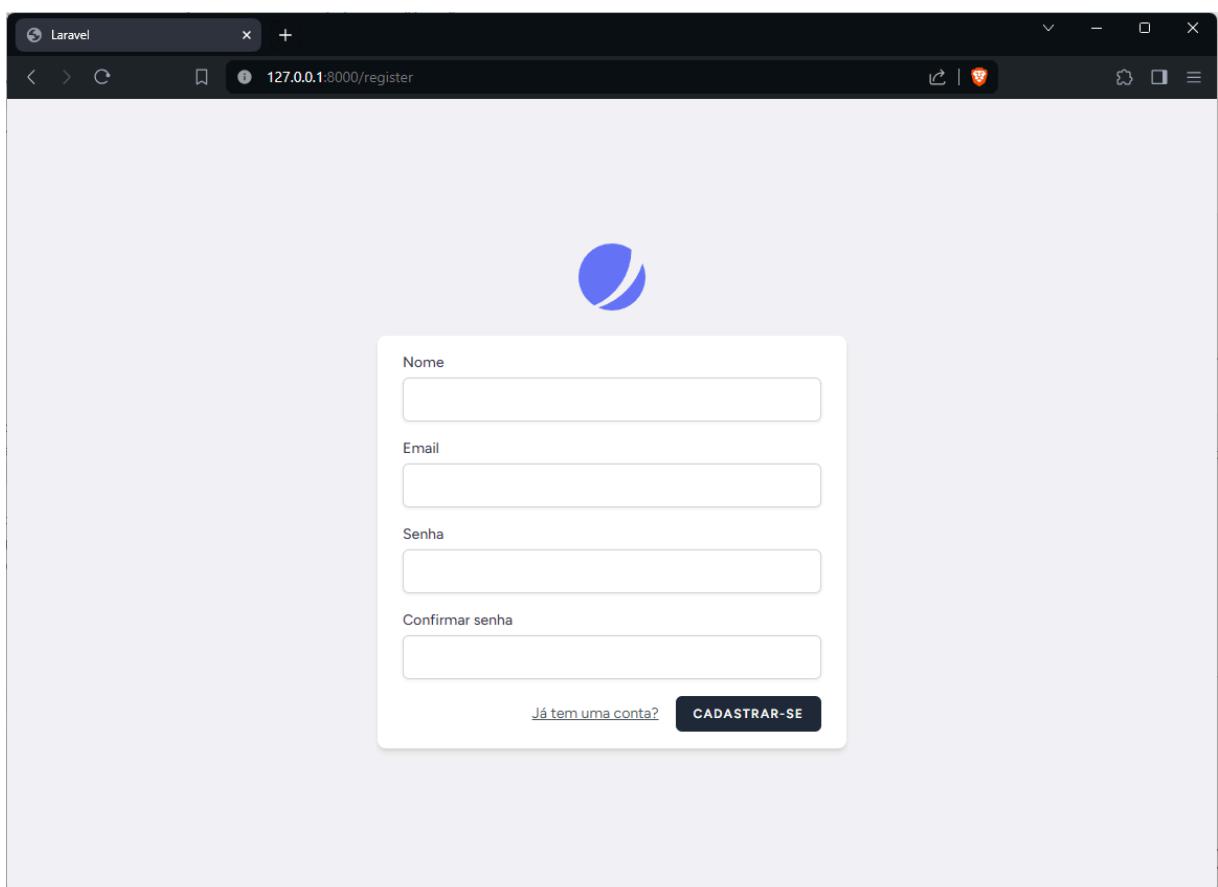
Nesta página, os usuários podem acessar suas contas inserindo suas credenciais de login.

- Formulário de Login: Um formulário de login é exibido, onde os usuários podem inserir seu endereço de e-mail e senha para acessar suas contas.
- Campos de E-mail e Senha: Existem campos de entrada para o endereço de e-mail e a senha do usuário. Eles são obrigatórios e têm validação automática para garantir que os usuários forneçam as informações necessárias.
- Lembrar de Mim: Há uma opção "Lembrar de mim", que permite que os usuários mantenham a sessão ativa mesmo depois de fechar o navegador. Isso é implementado por meio de um checkbox.
- Link para Recuperação de Senha: Se um usuário esqueceu sua senha, ele pode clicar no link "Esqueceu sua senha?" para ser redirecionado para a página de recuperação de senha.

- Botão de Entrar: Após inserir suas credenciais, os usuários podem clicar no botão "Entrar" para fazer login em suas contas.
- Exibição de Erros: Se houver erros de validação ou se o usuário inserir credenciais incorretas, eles serão exibidos na parte superior do formulário para notificar o usuário sobre o problema.

Cadastro

Figura 24 - Tela de Cadastro de usuário



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Nesta página, os usuários podem criar novas contas fornecendo suas informações pessoais.

- Formulário de Registro: Um formulário de registro é exibido, onde os usuários podem inserir seu nome, endereço de e-mail e senha para criar uma nova conta.

- Campos de Nome, E-mail e Senha: Existem campos de entrada para o nome do usuário, endereço de e-mail e senha. Eles são obrigatórios e têm validação automática para garantir que os usuários forneçam as informações necessárias.
- Confirmação de Senha: Há um campo adicional para confirmar a senha inserida pelo usuário, garantindo que ela seja digitada corretamente.
- Link para Login: Se um usuário já tiver uma conta, ele pode clicar no link "Já tem uma conta?" para ser redirecionado para a página de login.
- Botão de Cadastrar-se: Após inserir suas informações, os usuários podem clicar no botão "Cadastrar-se" para criar uma nova conta.
- Exibição de Erros: Se houver erros de validação ou se ocorrer algum problema durante o processo de registro, eles serão exibidos na parte superior do formulário para notificar o usuário sobre o problema.

Status e Transparência

Figura 25 - Tela de manifestações do usuário

The screenshot shows a web browser window with the URL `127.0.0.1:8000/manifestations/`. The interface includes a top navigation bar with tabs: 'Comunicar' (selected), 'Fazer manifestação', 'Minhas manifestações', and 'Minha conta'. Below the navigation is a map of a city area with several blue location pins. A legend at the bottom right of the map indicates 'Leaflet' and 'OpenStreetMap'. Below the map is a table listing three user manifestations:

ID	Tipo	Descrição	Departamento	Status	Data de Criação	Ação
53	Turismo	NNNNNNNNNNNN	1	Open	2024-01-28 02:53:45	Editar Excluir
54	Obras Públicas	bvvvvvvv	1	Open	2024-01-28 03:03:00	Editar Excluir
55	Saneamento	alo meu prefeito	1	Open	2024-01-29 19:16:28	Editar Excluir

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

- Mapa de Manifestações: Um mapa interativo é exibido na parte superior da página usando a biblioteca Leaflet.js. As manifestações dos usuários são

marcadas no mapa com marcadores correspondentes à sua localização geográfica.

- Lista de Manifestações: Abaixo do mapa, uma tabela exibe informações detalhadas sobre as manifestações dos usuários. Cada linha da tabela representa uma manifestação e exibe seu ID, tipo, descrição, departamento associado, status e data de criação.
- Edição e Exclusão de Manifestações: Para cada manifestação listada, há opções para editar ou excluir. Um link "Editar" redireciona o usuário para a página de edição da manifestação correspondente. Além disso, há um botão "Excluir" que permite ao usuário excluir a manifestação diretamente da lista.
- Visualização Detalhada: Ao clicar em um marcador no mapa, uma caixa de diálogo pop-up é exibida, mostrando detalhes específicos sobre a manifestação, como ID, tipo, status, descrição e data de criação.
- Interatividade: O mapa é interativo e pode ser movido e ampliado para permitir uma visualização mais detalhada das manifestações em diferentes áreas geográficas. Além disso, o usuário pode clicar nos marcadores no mapa para visualizar mais informações sobre uma manifestação específica.

Departamentos

Figura 26 - Tela de listagem de departamentos

ID	Name	Email	Funções	
1	Departamento de Segurança Pública	segurancapublica@example.com	- Trânsito	Editar Excluir
2	Departamento de Desenvolvimento Econômico	desenvolvimentoeconomico@example.com	- Saneamento	Editar Excluir
3	Departamento de Planejamento Urbano	planejamentourbano@example.com	- Iluminação	Editar Excluir
4	Departamento de Habitação	habitacao@example.com	- Obras Públicas	Editar Excluir
5	Departamento de Transporte Público	transportepublico@example.com	- Meio Ambiente	Editar Excluir
6	Departamento de Agricultura e Abastecimento	agriculturaeabastecimento@example.com	- Assistência Social	Editar Excluir
7	Departamento de Finanças Públicas	financaspublicas@example.com	- Educação	Editar Excluir
8	Departamento de Recursos Humanos	recursoshumanos@example.com	- Saúde	Editar Excluir
9	Departamento de Tecnologia da Informação	tecnologiainformacao@example.com	- Segurança Pública	Editar Excluir
10	Departamento de Comunicação Social	comunicacaosocial@example.com	- Desenvolvimento Econômico	Editar Excluir
11	Departamento de Gestão de Projetos	gestaodeprojetos@example.com	- Planejamento Urbano	Editar Excluir
12	Departamento de Relações Internacionais	relacoesinternacionais@example.com	- Habitação	Editar Excluir
13	Departamento de Defesa Civil	defesacivil@example.com	- Transporte Público	Editar Excluir
14	Departamento de Gestão de Resíduos	gestaoderesiduos@example.com	- Agricultura e Abastecimento	Editar Excluir
15	Departamento de Controle Urbano	controleurbano@example.com	- Finanças Públicas	Editar Excluir
16	Departamento de Patrimônio Histórico e Cultural	patrimoniohistorico@example.com	- Defesa Civil	Editar Excluir
17	Departamento de Política para Mulheres	politicaparamulheres@example.com	- Gestão de Resíduos	Editar Excluir
18	Departamento de Esporte e Lazer	esportelazer@example.com	- Controle Urbano	Editar Excluir
19	Departamento de Políticas para Juventude	politicasparajuventude@example.com	- Patrimônio Histórico e Cultural	Editar Excluir
20	Departamento de Direitos Humanos	direitoshumanos@example.com	- Esporte e Lazer - Teste1	Editar Excluir

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Esta é uma view que exibe uma tabela de departamentos e suas respectivas informações:

- Tabela de Departamentos: A tabela exibe informações sobre cada departamento, incluindo seu ID, nome e email.
- Funções do Departamento: Para cada departamento, há uma coluna que lista as funções associadas a ele. Essas funções são exibidas em uma lista, onde cada uma é precedida por um hífen ("-"). Caso um departamento possua mais de uma função, elas são exibidas em linhas separadas.
- Opções de Edição e Exclusão: Cada linha da tabela possui links para editar ou excluir o departamento correspondente. O link "Editar" redireciona o usuário para a página de edição do departamento, enquanto o botão "Excluir" permite que o usuário remova o departamento diretamente da lista.

Figura 27 - Tela de gerenciamento de departamento

The screenshot shows a web browser window with the URL `127.0.0.1:8000/departments/edit/20`. The page has a dark header with navigation links: 'ComuniCatu' (highlighted), 'Fazer manifestacao', 'Minhas manifestacoes', 'Overview', 'Departamentos', and 'Criar Departamento'. Below the header is a 'Minha conta' sidebar. The main content area has a title 'Edite o departamento: Departamento de Direitos Humanos'. It contains fields for 'Nome do Departamento' (value: 'Departamento de Direito') and 'Email do Departamento' (value: 'direitoshumanos@example'). There is also a text input for adding new functions with placeholder text 'Digite o nome de uma função' and a note 'Digite o nome de uma função e pressione Enter para adicionar. Você pode adicionar várias funções.' A 'Salvar' button is present. Below this is an 'Atribuições' section with a table:

Atribuições
Esporte e Lazer
Excluir
Teste1
Excluir

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 28 - Tela de cadastro de departamento

The screenshot shows a web browser window with the URL 127.0.0.1:8000/departments/create. The page title is "Cadastro de Departamento". The form fields include:

- Nome do Departamento:
- Email do Departamento:
- Funções do Departamento: Digite o nome de uma função e pressione Enter para adicionar. Você pode adicionar várias funções.
- Salvar:

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Análise

Figura 29 - Tela de gerenciamento de manifestação pelo administrador

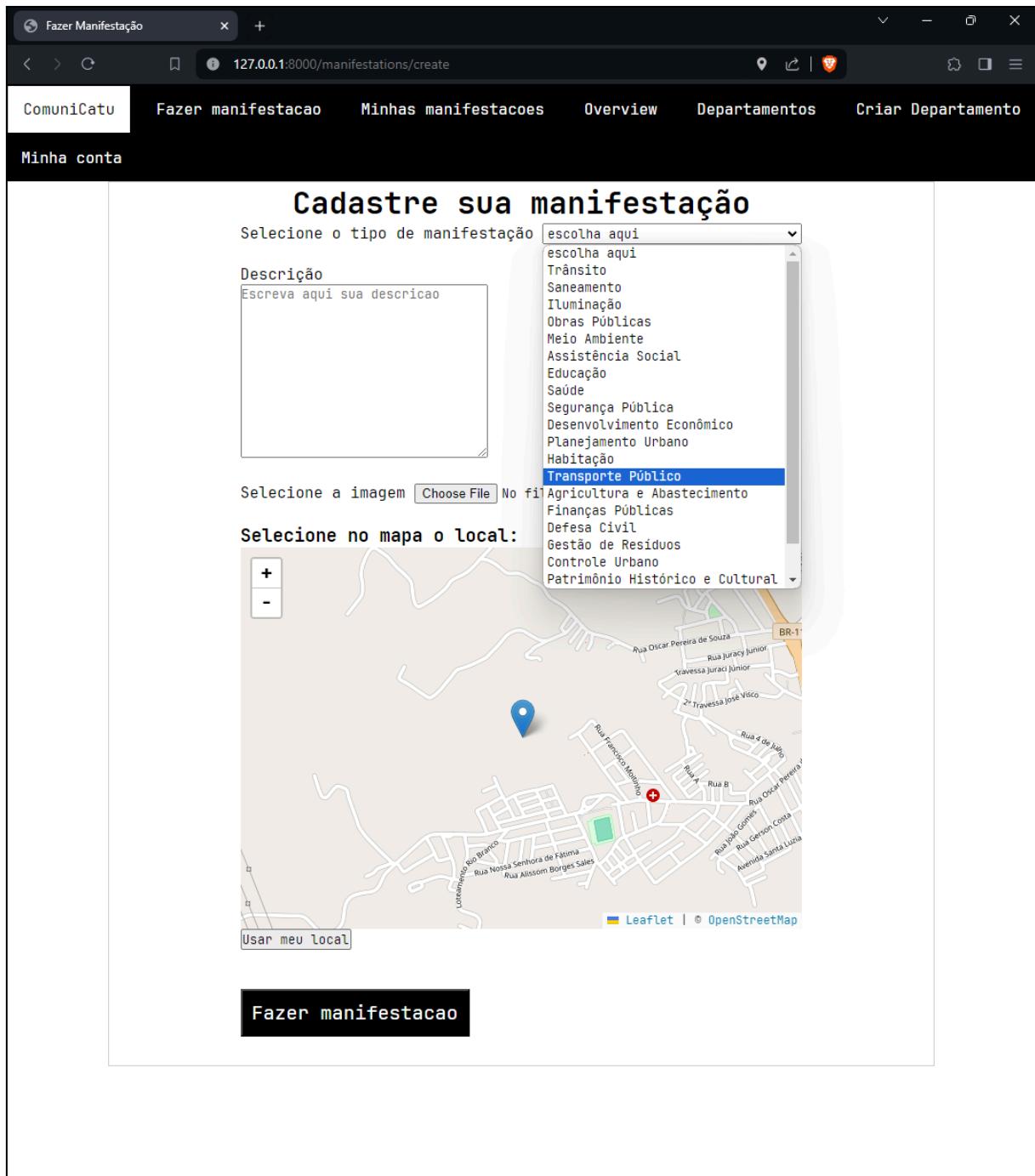
The screenshot shows a web browser window with the URL 127.0.0.1:8000/manifestations/edit/4#close. The page title is "Fazer Manifestação". The form fields include:

- Selecionar o tipo de manifestação:
- Descrição:
Repellat laborum
repellat praesentium. Non
suscipit voluptatem sequi ut
voluptas in voluptatum. Facere
eum dolorum odio. Itaque
molestiae necessitatibus nobis
sunt eveniet debitis cum.
- Selecionar a imagem: No file chosen
-12.354223968873061
-38.38528633279421
- Mapa: A map showing the location of the manifestation in Catu, Brazil. The map includes labels for BR-110, Rua Belizânia Braga Góes, Rua Santa Rita, Rua Francisco Lago, Rua Barão de Caxias, Rua São João Batista, Rua Maria Galvão, Rua Santa Rita, Rua Capitão Raimundo Borges, Rua Alice da Esperança, and Rua Belizânia Braga Góes. A yellow marker indicates the location near BR-110 and Rua Belizânia Braga Góes.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Georreferenciamento

Figura 30 - Tela de cadastro de manifestação

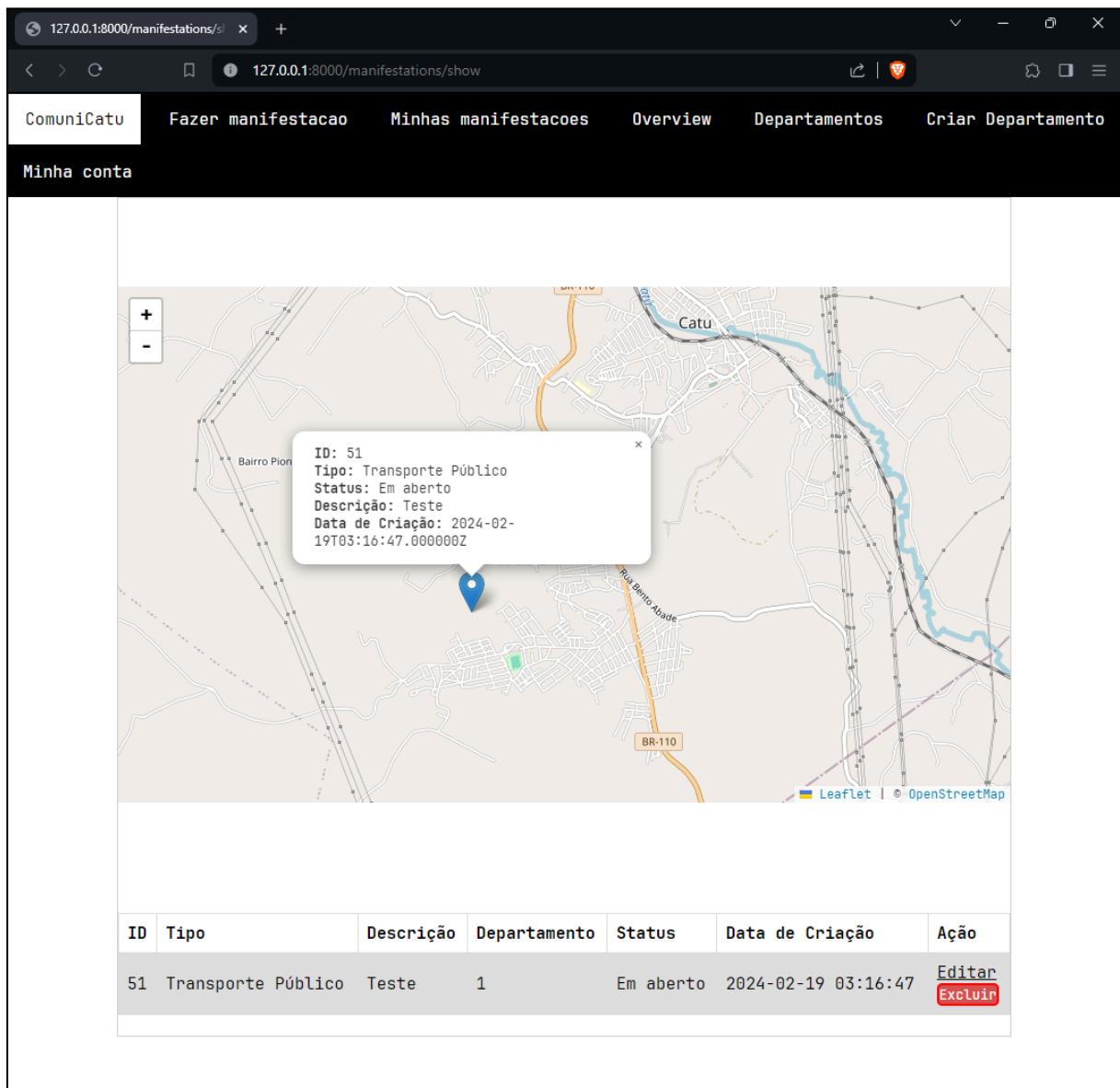


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Esta é uma view que permite aos usuários cadastrar uma nova manifestação:

- Formulário de Cadastro: O formulário permite que os usuários preencham informações sobre a manifestação, incluindo o tipo de manifestação, descrição e uma imagem opcional.
- Seleção de Tipo de Manifestação: Os usuários podem selecionar o tipo de manifestação em um menu suspenso, com opções fornecidas dinamicamente a partir de uma lista de tipos de manifestação disponíveis.
- Descrição da Manifestação: Um campo de texto grande permite que os usuários forneçam uma descrição detalhada da manifestação.
- Seleção de Imagem: Os usuários podem selecionar uma imagem para acompanhar a manifestação, utilizando um campo de upload de arquivo.
- Localização Geográfica: Um mapa interativo é exibido abaixo do formulário, permitindo que os usuários selezionem a localização geográfica da manifestação clicando no mapa. Quando um usuário clica no mapa, um marcador é adicionado na posição clicada, e as coordenadas de latitude e longitude correspondentes são automaticamente preenchidas nos campos ocultos do formulário.
- Obter Localização Atual: Um botão "Usar meu local" permite que os usuários obtenham automaticamente sua localização atual usando a geolocalização do navegador. Quando o botão é clicado, a localização atual do usuário é determinada e um marcador é adicionado ao mapa nessa posição. Além disso, as coordenadas de latitude e longitude são preenchidas nos campos ocultos do formulário.
- Mensagem de Erro de Geolocalização: Se a geolocalização não for suportada pelo navegador do usuário, uma mensagem de erro é exibida para informar ao usuário que a funcionalidade não está disponível.
- Botão de Envio: Um botão "Fazer manifestação" permite que os usuários enviem o formulário e cadastrem a manifestação no sistema.

Figura 31 - *Popup* personalizado com detalhes da manifestação



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 32 - Tela de visualização das manifestações com consulta personalizada

The screenshot shows a web application interface for managing manifestations. At the top, there is a navigation bar with links: 'ComuniCatu' (highlighted in white), 'Fazer manifestacao', 'Minhas manifestacoes', 'Overview', and 'Departamentos'. Below the navigation bar, there are two buttons: 'Criar Departamento' and 'Minha conta'. The main area features a map with several blue location pins. A callout bubble labeled 'Registro de Observação' points to one of the pins. The map includes geographical features like 'BR-110' and 'Sítio Novo'. Below the map is a search/filter section with dropdown menus for 'Tipo' (set to 'Todos'), 'Status' (set to 'Todos'), and date ranges ('Data de início' and 'Data de término' both set to 'mm/dd/yyyy'). There is also a 'Filtrar' button. Below this is a table with the following data:

ID	Tipo	Descrição	Departamento	Status	Data de Criação	Ação
3	Pedido de Providências	Est hic labore qui soluta quo magnam et. Commodi qui natus expedita.	2	Em andamento	2024-02-19 02:58:02	Editar Excluir
6	Elogio	Laboriosam a quia aperiam est cupiditate impedit enim. Non rerum corporis explicabo delectus magni quo dolorem. Et aut aperiam occaecati illum voluptates. Cum id ipsum sed temporibus.	2	Em andamento	2024-02-19 02:58:02	Editar Excluir
7	Relato de Experiência	Quam omnis ut labore soluta quaerat sint. Quaerat vero cum nemo corrupti. Iure aut molestiae est inventore perspiciatis suscipit autem.	8	Em andamento	2024-02-19 02:58:02	Editar Excluir

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Esta é uma view que permite aos usuários visualizarem as manifestações cadastradas no sistema e filtrá-las de acordo com diferentes critérios:

- Mapa de Manifestações: Um mapa interativo é exibido no topo da página, onde os marcadores representam as diferentes manifestações cadastradas. Os marcadores são posicionados de acordo com as coordenadas de latitude e longitude das manifestações. Ao clicar em um marcador, uma janela pop-up exibe o tipo e o status da manifestação.
- Filtros de Manifestações: Abaixo do mapa, há um formulário com opções para filtrar as manifestações. Os filtros disponíveis incluem:
 - Tipo de Manifestação: Os usuários podem selecionar o tipo de manifestação desejado em um menu suspenso.
 - Status da Manifestação: Os usuários podem escolher entre os status "Em Aberto", "Em Andamento" e "Finalizada" em um menu suspenso.
 - Data de Início e Término: Os usuários podem inserir uma data de início e uma data de término para restringir as manifestações a um período específico.
- Tabela de Manifestações: Abaixo dos filtros, uma tabela exibe as manifestações cadastradas de acordo com os critérios de filtro selecionados.

A tabela inclui as seguintes informações para cada manifestação:

- ID: O identificador único da manifestação.
- Tipo: O tipo da manifestação.
- Descrição: Uma breve descrição da manifestação.
- Departamento: O departamento responsável pela manifestação.
- Status: O status atual da manifestação.
- Data de Criação: A data em que a manifestação foi cadastrada.
- Ação: Opções para editar ou excluir a manifestação.
- Opções de Edição e Exclusão: Para cada manifestação listada na tabela, os usuários têm a opção de editar ou excluir a manifestação. Os links "Editar" direcionam os usuários para a página de edição da manifestação correspondente, enquanto os botões "Excluir" permitem que os usuários removam permanentemente a manifestação do sistema.

6. Discussão

O georreferenciamento, como discutido por Câmara et al. (1996) e Longley et al. (2015), é um processo essencial na ciência da informação geográfica, envolvendo a atribuição de localizações específicas às informações. Este processo é fundamental para o entendimento e manipulação de dados geográficos, garantindo que cada georreferência seja única e tenha um significado compartilhado entre os usuários das informações.

Além disso, o georreferenciamento requer uma persistência ao longo do tempo para evitar confusões e custos associados a mudanças frequentes nas georreferencias. Essas considerações são pertinentes para as telas do sistema de informações ao cidadão, onde cada manifestação deve ser georreferenciada de forma única e precisa para garantir sua eficácia e relevância ao longo do tempo (Longley et al., 2015).

No contexto do georreferenciamento, o sistema de coordenadas geográficas desempenha um papel crucial na localização de pontos da superfície terrestre. As coordenadas geográficas, latitude e longitude, fornecem uma maneira precisa de descrever a localização de um ponto na Terra, permitindo sua representação em um mapa.

Essas coordenadas são fundamentais para o georreferenciamento das manifestações cidadãs no sistema de informações ao cidadão, garantindo que cada manifestação seja associada a uma localização geográfica específica. A compreensão dos conceitos de latitude e longitude é essencial para o desenvolvimento de um sistema eficaz de georreferenciamento, proporcionando aos usuários a capacidade de localizar e visualizar as manifestações de maneira precisa e intuitiva.

Sendo assim, é importante destacar que, embora os endereços possam fornecer uma forma de georreferenciamento, eles têm várias limitações que podem torná-los menos eficazes em comparação com as coordenadas geográficas.

Os endereços podem mudar ao longo do tempo por várias razões, como homenagens a indivíduos notáveis, mudanças políticas ou reorganização de distritos. Além disso, os endereços geralmente se referem a locais amplos e não a

um ponto específico, o que pode ser problemático quando é necessário um alto grau de precisão. Os endereços também podem variar amplamente em formato, dependendo do país, região e até mesmo da cidade, tornando difícil a normalização dos endereços para uso em sistemas de informação geográfica (Longley et al., 2015).

Em contraste, as coordenadas geográficas (latitude e longitude) fornecem uma maneira universal e precisa de descrever a localização de um ponto na Terra. Elas são imunes a mudanças políticas ou culturais e podem fornecer uma localização precisa até o nível de metros ou até centímetros, dependendo da precisão do sistema de GPS utilizado. Portanto, para muitas aplicações, as coordenadas geográficas podem ser uma forma mais eficaz de georreferenciamento do que os endereços (Longley et al., 2015).

Essa análise reforça a importância do sistema de coordenadas geográficas no georreferenciamento eficaz das manifestações cidadãs no sistema de informações ao cidadão, garantindo que cada manifestação seja associada a uma localização geográfica específica de maneira precisa e intuitiva. A compreensão dos conceitos de latitude e longitude é, portanto, essencial para o desenvolvimento de um sistema eficaz de georreferenciamento.

Nesse sentido, a *Geolocation API*, em sua essência, é uma peça vital na busca por precisão e eficácia na localização de dispositivos em todo o globo terrestre. A Geolocation API e o GPS estão interligados na medida em que a API de Geolocalização pode utilizar o GPS para obter informações precisas sobre a localização de um dispositivo (MOZILLA DEVELOPER NETWORK, 2024).

A API de Geolocalização é uma ferramenta que permite localizar dispositivos com grande precisão em qualquer lugar da superfície terrestre. Ela pode se basear em sinais de torres de celulares, GPS e WiFi que são detectados pelo aparelho (MOZILLA DEVELOPER NETWORK, 2024).

No caso do GPS, se o dispositivo tiver um receptor GPS, a API de Geolocalização pode recuperar dados de localização desse GPS. No entanto, a precisão dos dados de localização depende em grande parte do dispositivo de geolocalização usado pelo dispositivo do cliente (MOZILLA DEVELOPER NETWORK, 2024).

Além disso, a API de Geolocalização pode iniciar uma solicitação assíncrona para identificar a posição do usuário e consultar o hardware de localização para obter informações atualizadas. Dispositivos com GPS, por exemplo, podem levar um minuto ou mais para obter a localização, e portanto, dados menos precisos (localização do IP ou rede wifi) podem retornar do método `getCurrentPosition()` da API de Geolocalização (MOZILLA DEVELOPER NETWORK, 2024).

Portanto, embora a API de Geolocalização possa usar o GPS para obter dados de localização, ela também tem a capacidade de usar outras tecnologias para inferir a localização do usuário. Isso a torna uma ferramenta versátil para desenvolvedores que precisam de informações de localização em suas aplicações web (MOZILLA DEVELOPER NETWORK, 2024).

Nesse contexto, a compreensão e aplicação do paradigma dos quatro universos torna-se crucial. Este paradigma oferece uma estrutura abrangente para a modelagem matemática computacional de aplicações geográficas, que é diretamente relevante para o georreferenciamento das manifestações cidadãs.

O paradigma dos quatro universos é um mecanismo de modelagem matemática computacional que pode ser aplicado para aplicações geográficas. Este paradigma é composto por quatro “universos”: o universo do mundo real, o universo matemático, o universo de representação e o universo de implementação (Câmara et. al, 2001, apud Gomes e Velho, 1995).

No universo do mundo real, a biblioteca Leaflet é usada para representar dados geográficos do mundo real em um mapa interativo. Os dados do mundo real podem incluir localizações geográficas, rotas, zonas climáticas, entre outros.

No universo matemático, a biblioteca Leaflet usa estruturas de dados matemáticas para representar esses dados do mundo real. Por exemplo, as coordenadas geográficas são representadas como pontos em um sistema de coordenadas.

No universo de representação, a biblioteca Leaflet fornece uma representação visual dos dados. Ela permite a criação de mapas interativos que podem ser personalizados com camadas de dados, marcadores, *popups* e muito mais.

Finalmente, no universo de implementação, a implementação é feita em JavaScript, uma linguagem de programação amplamente usada para desenvolvimento web. A

biblioteca Leaflet é leve (pesando apenas cerca de 42 KB de JS) e foi projetada com simplicidade, desempenho e usabilidade em mente (Leaflet, 2023).

Sendo assim, o sistema implementado com base no modelo, que utiliza o georreferenciamento para associar as manifestações dos cidadãos a locais e questões específicas, pode ser analisado à luz dos elementos frequentes na definição de problemas, conforme descrito por Capella (2018):

- a) Causalidade: O sistema permite identificar as causas de um problema ao associar as manifestações dos cidadãos a locais específicos. Isso pode ajudar a identificar as causas subjacentes dos problemas e desenvolver alternativas de ação governamental.
- b) Gravidade: A percepção da gravidade de um problema pode ser visualizada através do número e da distribuição geográfica das manifestações. Isso pode ajudar a mobilizar atores-chave na formulação de políticas.
- c) Incidência: O sistema fornece uma descrição detalhada de quem é afetado e em que extensão, ao visualizar a distribuição geográfica das manifestações. Isso pode ajudar a entender a extensão e a gravidade do problema.
- d) Novidade: O sistema permite a identificação de problemas novos ou sem precedentes ao acompanhar as manifestações dos cidadãos ao longo do tempo. Isso pode ajudar a manter a visibilidade e a permanência de novos problemas na agenda pública.
- e) Proximidade: O sistema permite que os cidadãos registrem manifestações que afetam diretamente suas vidas e estão geograficamente próximas a eles. Isso pode ajudar a aumentar a percepção de problemas e a expressar preocupações politicamente.

Nessa conjuntura, torna-se evidente a interseção entre as geotecnologias e a gestão pública. Como afirmado por Bucci (2013), "A melhoria e modernização dos serviços públicos e da infraestrutura, os incentivos à produção e à inovação, bem como as políticas de inclusão social e todas as iniciativas de longo prazo, dependem não apenas da compreensão dos papéis do Estado e do governo, mas também do domínio técnico dos seus mecanismos de funcionamento, tanto no nível das

relações políticas tradicionais como nas implicações dessas com a execução das decisões e dos dispêndios governamentais.".

7. Conclusão

Ao implementar o modelo em um sistema web, é possível associar geograficamente as manifestações às suas respectivas localizações, o que enriquece a representação dos dados. Por meio dessa associação, torna-se viável visualizar graficamente, em um mapa, a distribuição geográfica das manifestações e sua relação com o local onde ocorrem. Dessa forma, é possível identificar padrões e tendências espaciais dos problemas relatados, bem como suas áreas de incidência.

Ao realizar consultas personalizadas por meio de filtros específicos, os usuários podem visualizar no mapa quais partes de uma localidade são afetadas por quais tipos de problemas. Essa abordagem proporciona uma compreensão mais abrangente e visualmente intuitiva das questões enfrentadas pela comunidade em diferentes áreas geográficas, que pode vir embasar a tomada de decisões e o planejamento de ações por parte dos tomadores de decisão/formuladores de políticas públicas, para solucionar ou mitigar esses problemas.

Sendo assim, é possível concluir que a construção de um modelo georreferenciado pode efetivamente subsidiar a implementação de um sistema para apoiar a formulação de políticas públicas. A hipótese proposta foi confirmada: o modelo georreferenciado desenvolvido neste projeto fornece uma base para a construção de um sistema que associa geograficamente as manifestações dos cidadãos aos locais e questões específicas.

Ao integrar informações sobre manifestações cidadãs com dados geográficos específicos, o modelo proposto permite uma compreensão mais precisa e contextualizada dos problemas que afetam áreas específicas. Isso permite que os responsáveis pela formulação de políticas identifiquem correlações espaciais entre manifestações e questões específicas, fornecendo insights valiosos para a tomada de decisões informadas.

O objetivo geral de propor um modelo georreferenciado de manifestação cidadã para apoiar a formulação de políticas públicas foi alcançado. O modelo desenvolvido abrange a arquitetura geral, suas principais funcionalidades e a interface do usuário.

Além disso, os objetivos específicos de investigar as tecnologias georreferenciadas existentes e relacioná-las com as questões de políticas públicas foram cumpridos.

A implementação do sistema é um bônus que atesta a viabilidade da construção de um sistema com base no modelo proposto. Embora a implementação do sistema em um ambiente real seja um próximo passo lógico, o foco principal deste projeto foi a construção do modelo georreferenciado.

Portanto, uma continuação natural deste trabalho seria a realização de estudos empíricos para testar a eficácia do modelo proposto na prática. Isso poderia envolver a implementação do sistema desenvolvido e a coleta de dados reais sobre a participação dos cidadãos e o impacto na formulação de políticas públicas.

Referências

- BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 25 ago. 2023.
- BRASIL. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 set. 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078.htm. Acesso em: 25 ago. 2023.
- BRASIL. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei nº 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei nº 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 nov. 2011. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm. Acesso em: 25 ago. 2023.
- BRASIL. Escola Nacional de Administração Pública. Serviço de Informação ao Cidadão – SIC. Disponível em: <https://enap.gov.br/pt/acesso-a-informacao/servico-de-informacao-ao-cidadao-sic>. Acesso em: 31 out. 2023.
- BUCCI, Maria Paula Dallari. Fundamentos para uma teoria jurídica das políticas públicas. São Paulo: Saraiva, 2013.
- CÂMARA, G. et al. Introdução à Ciência da Geoinformação. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>. Acesso em: 4 Mar 2024.
- CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. Introdução à ciência da geoinformação. 1ª ed. São José dos Campos: INPE, 2001.
- CÂMARA, Gilberto et al. Anatomia de sistemas de informação geográfica. Campinas: Instituto de Computação, UNICAMP, 1996. 193p.
- CAPELLA, Ana Cláudia Niedhardt. Formulação de Políticas. Brasília: Enap, 2018. 151 p.
- CARDOSO, Phillip Valente; SEABRA, Vinicius da Silva; BASTOS, Izabela Braz; PORTO COSTA, Evelyn de Castro. A importância da análise espacial para tomada de decisão: um olhar sobre a pandemia de COVID-19. Revista Tamoios, v. 16, n. 1, 2020. DOI: 10.12957/tamoios.2020.50440. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/tamoios/article/view/50440>. Acesso em: 13 out. 2023.
- CAVALCANTE, João Roberto; ABREU, Ariane de Jesus Lopes de. COVID-19 no município do Rio de Janeiro: análise espacial da ocorrência dos primeiros casos e óbitos confirmados. Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 29, p. e2020204, 2020.
- DA UNIÃO, Controladoria-Geral. Manual de Ouvidoria Pública. Brasília: CGU, 2019. p. 6.
- DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Uma Análise Distintiva entre o Estudo de Caso, A Pesquisa-Ação e a Design Science Research. Revista Brasileira de Gestão de Negócios, São Paulo, v. 17, n. 56, p. 1116–1133, 2015. DOI: doi.org/10.7819/rbgn.v17i56.2069.
- FURTADO, Wender. O que são tiles? Como funcionam? GEO Brasil, 29 mar. 2013. Disponível em:

<https://sharpgeobr.wordpress.com/2013/03/29/o-que-sao-tiles-como-funcionam>. Acesso em: 07 mar. 2024.

FZANINOTTO. Faker: a PHP library that generates data for you. Disponível em: <https://github.com/fzaninotto/Faker>. Acesso em: 19 fev. 2024.

GUEDES, Gilleanes T. A. UML 2: Uma Abordagem Prática. São Paulo: Novatec Editora, 2018.

LARAVEL. Por que Laravel? Disponível em: <https://laravel.com/docs/10.x/#why-laravel>. Acesso em: 12 fev. 2024.

LIMA, Oto Buregio de; PEREIRA, Wander Cleber. Avaliação da qualidade de serviços como base para gestão e melhoria de serviços públicos. Brasília: Escola Nacional de Administração Pública (ENAP), 2020. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/6625>. Acesso em: 25 nov. 2023.

MOZILLA DEVELOPER NETWORK. Geolocation API - Web APIs. Disponível em: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Geolocation_API/Using_the_Geolocation_API. Acesso em: 4 Mar 2024.

OPENSTREETMAP. Tiles. Disponível em: <<https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tiles>>. Acesso em: 07 mar. 2024.

OPENSTREETMAP. Raster Tiles. Disponível em: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Raster_tiles>. Acesso em: 07 mar. 2024.

ORACLE. MySQL 8.0 Reference Manual: What is MySQL?. Disponível em: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/what-is-mysql.html>. Acesso em: 07 mar. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CATU. Solicitação de Serviço - Ouvidoria. Disponível em: <https://acessoainformacao.catu.ba.gov.br/cidadao/ouvidoria/solicitacaoservico>. Acesso em: 4 Mar 2024.

ROCHA, José Antônio M. R. GPS: uma abordagem prática. 4. ed. Bagaço, 2003. 232 p.

Anexos

Anexo A

10/31/23, 2:21 PM

Relatório de Manifestações da Ouvidoria - NúcleoGov

Prefeitura de
Catu



DATA INICIAL
01/01/2020

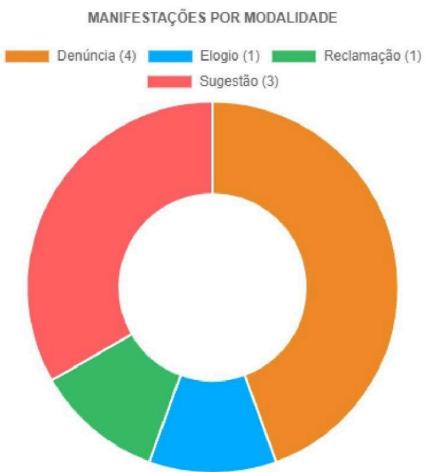
DATA FINAL
31/10/2023

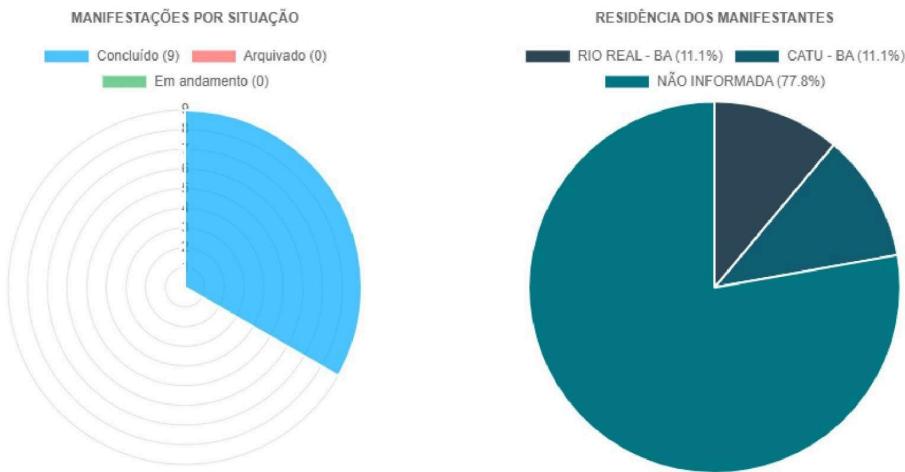


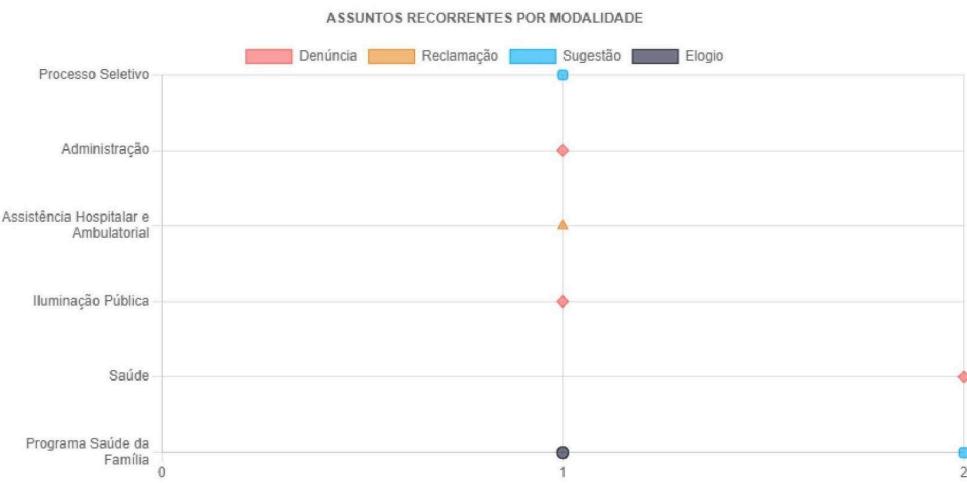
Relatório da Ouvidoria

MANIFESTAÇÕES RECEBIDAS NO
PERÍODO

9









Gerado em 31/10/2023 às 14:18:11

Apêndices

Apêndice A - Classe *DepartmentAssignSeeder*

```
● ○ ● ●
1 <?php
2
3 namespace Database\Seeders;
4
5 use Illuminate\Database\Console\Seeds\WithoutModelEvents;
6 use Illuminate\Database\Seeder;
7 use Illuminate\Support\Facades\DB;
8
9
10 class DepartmentAssignSeeder extends Seeder
11 {
12     /**
13      * Run the database seeds.
14      */
15     public function run(): void
16     {
17         $assignments = [
18             'Trânsito', 'Saneamento', 'Iluminação', 'Obras Públicas',
19             'Meio Ambiente', 'Assistência Social', 'Educação', 'Saúde',
20             'Segurança Pública', 'Desenvolvimento Econômico', 'Planejamento Urbano',
21             'Habitação', 'Transporte Público', 'Agricultura e Abastecimento',
22             'Finanças Públicas', 'Defesa Civil', 'Gestão de Resíduos',
23             'Controle Urbano', 'Patrimônio Histórico e Cultural', 'Esporte e Lazer'
24         ];
25
26
27         foreach ($assignments as $index => $assignment) {
28             $departmentId = $index + 1;
29
30             DB::table('departments_assignments')->insert([
31                 'department_id' => $departmentId,
32                 'assignment' => $assignment,
33             ]);
34         }
35     }
36 }
37
```

Apêndice B - Classe *DepartmentSeeder*

```

1 <?php
2
3 namespace Database\Seeders;
4
5 use Illuminate\Database\Console\Seeds\WithoutModelEvents;
6 use Illuminate\Database\Seeder;
7 use Illuminate\Support\Facades\DB;
8
9 class DepartmentSeeder extends Seeder
10 {
11     /**
12      * Run the database seeds.
13      */
14     public function run(): void
15     {
16         $departments = [
17             [
18                 'name' => 'Departamento de Segurança Pública',
19                 'email' => 'segurancapublica@example.com',
20             ],
21             [
22                 'name' => 'Departamento de Desenvolvimento Econômico',
23                 'email' => 'desenvolvimentoeconomico@example.com',
24             ],
25             [
26                 'name' => 'Departamento de Planejamento Urbano',
27                 'email' => 'planejamentourbano@example.com',
28             ],
29             [
30                 'name' => 'Departamento de Habitação',
31                 'email' => 'habitacao@example.com',
32             ],
33             [
34                 'name' => 'Departamento de Transporte Público',
35                 'email' => 'transportepublico@example.com',
36             ],
37             [
38                 'name' => 'Departamento de Agricultura e Abastecimento',
39                 'email' => 'agriculturaeabastecimento@example.com',
40             ],
41             [
42                 'name' => 'Departamento de Finanças Públicas',
43                 'email' => 'financaspúblicas@example.com',
44             ],
45             [
46                 'name' => 'Departamento de Recursos Humanos',
47                 'email' => 'recursoshumanos@example.com',
48             ],
49             [
50                 'name' => 'Departamento de Tecnologia da Informação',
51                 'email' => 'tecnologiainformacao@example.com',
52             ],
53             [
54                 'name' => 'Departamento de Comunicação Social',
55                 'email' => 'comunicacaosocial@example.com',
56             ],
57             [
58                 'name' => 'Departamento de Gestão de Projetos',
59                 'email' => 'gestaodeprojetos@example.com',
60             ],
61             [
62                 'name' => 'Departamento de Relações Internacionais',
63                 'email' => 'relacoesinternacionais@example.com',
64             ],
65             [
66                 'name' => 'Departamento de Defesa Civil',
67                 'email' => 'defesacivil@example.com',
68             ],
69             [
70                 'name' => 'Departamento de Gestão de Resíduos',
71                 'email' => 'gestaoderesíduos@example.com',
72             ],
73             [
74                 'name' => 'Departamento de Controle Urbano',
75                 'email' => 'controleurbano@example.com',
76             ],
77             [
78                 'name' => 'Departamento de Patrimônio Histórico e Cultural',
79                 'email' => 'patrimoniohistorico@example.com',
80             ],
81             [
82                 'name' => 'Departamento de Política para Mulheres',
83                 'email' => 'politicaparamulheres@example.com',
84             ],
85             [
86                 'name' => 'Departamento de Esporte e Lazer',
87                 'email' => 'esportelazer@example.com',
88             ],
89             [
90                 'name' => 'Departamento de Políticas para Juventude',
91                 'email' => 'politicasparajuvenude@example.com',
92             ],
93             [
94                 'name' => 'Departamento de Direitos Humanos',
95                 'email' => 'direitoshumanos@example.com',
96             ]
97         ];
98
99         DB::table('departments')->insert($departments);
100    }
101 }
102 }
103 
```

Apêndice C - Classe *ManifestationSeeder*

```

1  <?php
2
3  namespace Database\Seeders;
4
5  use Illuminate\Database\Console\Seeds\WithoutModelEvents;
6  use Illuminate\Database\Seeder;
7  use Illuminate\Support\Facades\DB;
8  use Faker\Factory as Faker;
9
10 class ManifestationSeeder extends Seeder
11 {
12     /**
13      * Run the database seeds.
14     */
15    public function run(): void
16    {
17        $faker = Faker::create('pt_BR');
18        $total_records = 50;
19
20        $status_array = ['Em aberto', 'Em andamento', 'Finalizada'];
21        $types = [
22            'Reclamação',
23            'Solicitação',
24            'Feedback',
25            'Elogio',
26            'Denúncia',
27            'Pedido de Informação',
28            'Sugestão',
29            'Ocorrência',
30            'Consulta',
31            'Agradecimento',
32            'Pedido de Revisão',
33            'Pedido de Acesso à Informação',
34            'Pedido de Providências',
35            'Pedido de Esclarecimento',
36            'Relato de Problema',
37            'Relato de Experiência',
38            'Registro de Incidente',
39            'Registro de Ocorrência',
40            'Registro de Requerimento',
41            'Registro de Observação'
42        ];
43
44
45        // Coordenadas aproximadas de Catu-Ba
46        $latitudeMin = -12.3667;
47        $latitudeMax = -12.2869;
48        $longitudeMin = -38.4294;
49        $longitudeMax = -38.2977;
50
51        for ($i = 0; $i < $total_records; $i++) {
52            $userId = random_int(1, 20);
53            $departmentId = random_int(1, 10);
54            $description = $faker->paragraph();
55            $type = $faker->randomElement($types);
56            $status = $faker->randomElement($status_array);
57            $lat = $faker->latitude($latitudeMin, $latitudeMax);
58            $lon = $faker->longitude($longitudeMin, $longitudeMax);
59            $image = $faker->word(' ', 1) . '.png';
60            $finishedAt = $status === 'Finalizada' ? $faker->dateTimeBetween('-1 year', 'now') : null;
61
62            DB::table('manifestations')->insert([
63                'user_id' => $userId,
64                'department_id' => $departmentId,
65                'description' => $description,
66                'type' => $type,
67                'status' => $status,
68                'lat' => $lat,
69                'lon' => $lon,
70                'image' => $image,
71                'finished_at' => $finishedAt,
72                'created_at' => now(),
73                'updated_at' => now(),
74            ]);
75        }
76    }
77}
78

```