

**INSTITUTO FEDERAL DE RONDÔNIA**  
**CAMPUS PORTO VELHO CALAMA**  
**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE E**  
**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**

---

**MATHEUS PANTOJA DE MORAIS**

**DESENVOLVIMENTO DE UM MÓDULO DE CONSULTAS DOS LOTES DO**  
**MUNICÍPIO DE PORTO VELHO**

**Porto Velho/RO**  
**2025**

**MATHEUS PANTOJA DE MORAIS**

**DESENVOLVIMENTO DE UM MÓDULO DE CONSULTAS DOS LOTES DO  
MUNICÍPIO DE PORTO VELHO**

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Porto Velho Calama, como requisito parcial para obtenção do grau de Tecnólogo, junto ao Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Orientador: Prof. Fernando Dall Igna

**Porto Velho/RO  
2025**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Morais, Matheus Pantoja de.

Desenvolvimento de um módulo de consultas dos lotes do município de Porto Velho / Matheus Pantoja de Moraes. - Porto Velho, 2025.

30 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Fernando Dall Igna.

Trabalho de Conclusão de Curso (Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Porto Velho, 2025.

1. CNAE. 2. corredores. 3. geoprocessamento. 4. lotes. 5. zoneamento. I. Igna, Fernando Dall (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

**Bibliotecário(a) Responsável:** Miria Santana Veiga, CRB-11/898

**MATHEUS PANTOJA DE MORAIS**

**DESENVOLVIMENTO DE UM MÓDULO DE CONSULTAS DOS LOTES DO  
MUNICÍPIO DE PORTO VELHO**

A banca examinadora, abaixo listada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso “Desenvolvimento de um módulo de consultas dos lotes do Município de Porto Velho” elaborado por “Matheus Pantoja de Moraes” como requisito parcial para obtenção do grau de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia.

Porto Velho/RO, 08/12/2025

**Comissão Examinadora**

---

**Prof. Fernando Dall Igna - IFRO**  
(Orientador)

---

**Prof. Leandro Ferrarezi Valiante - IFRO**

---

**Me. Fernanda Ferreira Alves - Membro**  
externo

## DESENVOLVIMENTO DE UM MÓDULO DE CONSULTAS DOS LOTES DO MUNICÍPIO DE PORTO VELHO

**RESUMO:** O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um módulo de consulta prévia de lotes para o município de Porto Velho, com o objetivo de modernizar e agilizar o acesso a informações fundiárias e de zoneamento. A proposta surge da necessidade recorrente de cidadãos que buscam dados específicos sobre lotes e suas permissibilidades. O sistema desenvolvido permite que o usuário interaja com um mapa online, selecione o lote desejado, informe o código CNAE e obtenha um retorno imediato sobre a viabilidade da atividade naquele local. A metodologia empregada abrange o uso de tecnologias contemporâneas, como Docker para containerização do banco de dados, Node.js com Express para o desenvolvimento da API REST, PostgreSQL com a extensão espacial PostGIS para armazenamento e consultas geoespaciais, QGIS para preparação das camadas geográficas e Leaflet combinado ao Bootstrap para a construção da interface interativa do usuário. Espera-se que o sistema ofereça uma ferramenta eficiente e acessível para consulta de lotes, contribuindo para a digitalização dos processos municipais e facilitando a rotina de cidadãos e agentes públicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** CNAE. CORREDORES. GEOPROCESSAMENTO, LOTED, ZONEAMENTO

**ABSTRACT:** This work presents the development of a preliminary lot consultation module for the municipality of Porto Velho, with the objective of modernizing and expediting access to land and zoning information. The proposal arises from the recurring need of citizens who seek specific data about lots and their permitted uses. The developed system allows users to interact with an online map, select the desired lot, enter the CNAE code, and immediately obtain feedback on the feasibility of the intended activity at that location. The methodology employed involves the use of contemporary technologies, such as Docker for database containerization, Node.js with Express for REST API development, PostgreSQL with the PostGIS spatial extension for geospatial storage and queries, QGIS for preparing geographic layers, and Leaflet combined with Bootstrap for building the interactive user interface. The system is expected to provide an efficient and accessible tool for lot consultation, contributing to the digitalization of municipal processes and facilitating the routine of citizens and public officials.

**KEYWORDS:** CNAE, CORRIDORS. GEOPROCESSING. LOT. ZONING.

## 1 INTRODUÇÃO

Com base em observações realizadas durante atividades profissionais na área de geoprocessamento do município, nota-se que Porto Velho enfrenta desafios relacionados ao acesso e organização de informações sobre lotes urbanos.

Este trabalho surge do contexto prático do departamento de geoprocessamento da secretaria municipal, onde é comum que cidadãos busquem informações detalhadas sobre a disponibilidade e características de lotes, frequentemente por vias presenciais ou telefonemas, processos que se mostram burocráticos e lentos.

Nesse cenário, o desenvolvimento de um módulo de consulta prévia de lotes visa inovar e modernizar o fluxo de atendimento, unificando-se ao Geoportal da prefeitura para oferecer uma solução digital eficiente e acessível.

A justificativa prática e social destaca a necessidade de agilizar o fornecimento das informações, promovendo maior transparência e facilidade no acesso à informação para a população, contribuindo para a desburocratização e a melhoria do serviço público municipal.

Embora não tenha sido possível identificar uma diretriz legal específica que respalde diretamente este módulo, sua implementação está alinhada com as tendências contemporâneas de digitalização e modernização da gestão pública, promovendo maior eficiência administrativa.

### 1.1 Objetivos

#### 1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma ferramenta integrada ao GeoPortal PMPV que modernize e facilite o acesso às informações fundiárias e de zoneamento, permitindo a consulta de lotes urbanos e a verificação da compatibilidade de atividades econômicas por meio do código CNAE.

#### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Implementar uma interface interativa que permita a seleção e consulta de lotes diretamente no mapa.
- Integrar a base de dados fundiária às informações de zoneamento vigentes no município.

- Desenvolver o módulo de consulta pelo código CNAE, relacionando atividades econômicas às permissões ou restrições previstas em cada zona urbana.
- Automatizar a análise de compatibilidade entre uso pretendido e zoneamento, apresentando resultados de forma clara e acessível ao usuário.
- Facilitar o acesso público às informações urbanísticas, reduzindo a necessidade de atendimento presencial.
- Contribuir para a agilidade do processo decisório por parte da população e dos servidores públicos envolvidos.

## 1.2 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) desempenham papel fundamental na organização, análise e disponibilização de dados espaciais, sendo reconhecidos como ferramentas essenciais para o planejamento urbano, gestão fundiária e tomada de decisões em políticas públicas (Câmara; Davis, 2001). O uso do SIG favorece a integração de dados cadastrais e ambientais, possibilitando análises espaciais mais precisas e fomentando a transparência e a participação social na gestão do território. Além disso, a incorporação de SIGs no ambiente municipal contribui significativamente para a modernização administrativa e para a eficiência dos serviços públicos.

Pesquisas recentes ressaltam que a adoção de plataformas geoespaciais está alinhada à tendência global de digitalização e democratização do acesso à informação (Silva; Neto, 2019). Tecnologias como bancos de dados espaciais, a exemplo do PostGIS, ampliam o potencial dos SIGs para tratamento e análise eficiente de grandes volumes de dados georreferenciados (PostGIS Development Team, 2025). Exemplos práticos podem ser observados em iniciativas de geoportais municipais, como o GeoPortal da Prefeitura de Porto Velho, onde cidadãos têm acesso a mapas e dados territoriais de forma interativa (GEOPORTAL PMPV..., 2024).

O QGIS (Quantum GIS) é um software livre e de código aberto amplamente utilizado para o desenvolvimento, visualização, edição e análise de dados geográficos. Sua flexibilidade e robustez permitem que órgãos públicos, como prefeituras, lidem eficazmente com sistemas complexos de informações geográficas, facilitando o planejamento urbano, zoneamento e controle fundiário. Entre suas funcionalidades principais destacam-se a capacidade de integrar múltiplas fontes de dados, a interoperabilidade com diversos formatos padrões do setor (como shapefile, GeoJSON e PostGIS), além de ferramentas avançadas de geoprocessamento, análises espaciais e criação de mapas temáticos. A adoção do QGIS contribui para a democratização do acesso às informações geográficas, tornando possível que gestores municipais e

técnicos tenham acesso a dados atualizados e detalhados para tomada de decisões precisas (QGIS Development Team, 2022).

O PostGIS é uma extensão de código aberto para o sistema gerenciador de banco de dados PostgreSQL, responsável por agregar funcionalidades geoespaciais avançadas que possibilitam o armazenamento, consulta e manipulação de dados georreferenciados. Essa tecnologia viabiliza a realização de operações espaciais como interseção, sobreposição, cálculos de distância e análises topológicas diretamente no banco de dados, sendo essencial para aplicações que demandam performance e precisão no tratamento de informações geográficas (PostGIS Development Team, 2025).

No contexto de sistemas web municipais, o PostGIS destaca-se por integrar-se facilmente a servidores e APIs desenvolvidas em Node.js, permitindo que consultas espaciais realizadas pelo usuário na interface sejam processadas em tempo real, otimizando o fluxo de informações e garantindo respostas rápidas e precisas.

O Leaflet é uma biblioteca JavaScript de código aberto projetada para a exibição interativa de mapas em ambientes web. Por ser leve, eficiente e de fácil integração com sistemas modernos, tornou-se uma das principais ferramentas para a criação de aplicações cartográficas online (Leaflet Team, 2025). Sua arquitetura modular e compatibilidade com diversos provedores de dados cartográficos permitem que órgãos públicos desenvolvam interfaces dinâmicas para disponibilizar informações geográficas diretamente ao cidadão, promovendo transparência e participação social. No escopo de prefeituras, o Leaflet facilita a visualização de lotes, zonas urbanas e consultas fundiárias, ampliando o acesso a dados territoriais e modernizando o serviço público.

Além dessas ferramentas, destaca-se o GeoServer como uma solução amplamente utilizada para a publicação e o compartilhamento de dados geoespaciais através de padrões abertos, como WMS (Web Map Service) e WFS (Web Feature Service). O WMS permite a distribuição de mapas prontos renderizados a partir de dados geográficos, possibilitando que diferentes sistemas acessem e exibam imagens cartográficas geradas em tempo real. Já o WFS oferece acesso direto às feições e atributos dos dados espaciais, permitindo que outras plataformas consultem, editem e analisem elementos vetoriais, como parcelas de lotes ou limites de zona.

O uso do GeoServer, com suporte a esses padrões, possibilita que prefeituras e órgãos públicos forneçam acesso padronizado e interoperável aos dados geográficos mantidos em seus bancos espaciais, promovendo a integração entre diferentes plataformas e facilitando o intercâmbio de informações entre setores e usuários (GeoServer Project, 2024).

Aplicações do tipo Single Page Application (SPA) têm se destacado como uma abordagem moderna no desenvolvimento web, permitindo interfaces mais dinâmicas,

---

responsivas e rápidas. Nesse modelo, a aplicação é carregada em uma única página, e as interações subsequentes do usuário são realizadas por meio de atualizações assíncronas, sem recarregamentos completos, o que proporciona uma experiência mais fluida (MDN Web Docs, 2023). Essa arquitetura é especialmente adequada para plataformas que exigem navegação contínua e manipulação intensiva de dados, como sistemas de mapas interativos e geoportais municipais.

No contexto de sistemas que combinam SIG e tecnologias web, as SPAs são particularmente vantajosas, pois podem se integrar de forma eficiente a APIs REST e a serviços geoespaciais como WMS ou WFS, possibilitando que consultas espaciais, visualizações cartográficas e análises de zoneamento sejam processadas com maior agilidade. Além disso, frameworks modernos baseados em componentes permitem a construção de interfaces escaláveis e reutilizáveis, facilitando a manutenção e a evolução de aplicações voltadas à consulta territorial (DevMedia, 2024).

A arquitetura web moderna baseia-se na separação entre cliente e servidor, estruturando aplicações em camadas independentes que se comunicam por meio de protocolos padronizados, como o HTTP. Segundo a Mozilla Developer Network, arquiteturas modernas priorizam modularidade, reatividade e comunicação assíncrona, permitindo aplicações mais eficientes, escaláveis e de fácil manutenção (Network, 2024). Essa estrutura é especialmente adequada para sistemas distribuídos e aplicações que exigem atualização constante de dados, como soluções geoespaciais e plataformas de consulta fundiária.

As APIs REST constituem um modelo amplamente adotado para comunicação entre cliente e servidor em aplicações web modernas. Utilizando métodos HTTP padronizados — como GET, POST, PUT e DELETE — elas permitem manipulação simples e eficiente de recursos distribuídos (DevMedia, 2023). Essa abordagem facilita a integração de sistemas e proporciona autonomia entre *front-end* e *back-end*, sendo especialmente útil em aplicações que exigem consultas geoespaciais, validação cadastral e comunicação assíncrona com bancos de dados espaciais.

A containerização consiste na prática de encapsular aplicações e seus ambientes de execução em unidades isoladas chamadas contêineres. Essa abordagem melhora a padronização, a portabilidade e a replicabilidade dos ambientes de desenvolvimento e produção. Ferramentas como o Docker têm ganhado destaque por simplificar a criação e gerenciamento de contêineres (Inc., 2024), garantindo que aplicações e bancos de dados sejam executados de forma consistente independentemente da máquina. Segundo a FIAP, o uso de contêineres reduz falhas relacionadas a incompatibilidades de ambiente e aumenta a agilidade na implantação de sistemas (FIAP, 2022).

Os serviços definidos pelo Open Geospatial Consortium (OGC) são fundamen-

tais para garantir a interoperabilidade em aplicações geográficas. O WMS permite a visualização de mapas como imagens renderizadas no servidor, otimizando o desempenho para cenários de alto volume de dados. Já o WFS fornece acesso direto às feições vetoriais e seus atributos, permitindo operações como consultas espaciais e análises topológicas (Consortium, 2024b,a). O uso combinado desses serviços é uma estratégia eficiente para aplicações que exigem rapidez na visualização e precisão nas consultas, como sistemas urbanos de consulta prévia.

A legislação municipal de Porto Velho exerce papel central no ordenamento territorial e na gestão urbana, estabelecendo diretrizes para o uso e ocupação do solo, o parcelamento de lotes e o funcionamento das atividades econômicas no município. Entre os principais instrumentos legais destaca-se a Lei Complementar nº 97/1999, que institui o Código de Posturas (Porto Velho, 1999), a Lei Complementar nº 867/2021 dispõe sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo (Porto Velho, 2021).

No âmbito institucional, a Secretaria Municipal de Planejamento, Orçamento e Gestão (SEMPOG), historicamente responsável pela elaboração de mapas de zoneamento e documentos técnicos, teve sua denominação alterada para Secretaria Municipal da Economia (SEMEC), conforme o Decreto nº 21.133/2025, refletindo a reorganização administrativa do município (Porto Velho, 2025).

O zoneamento urbano de Porto Velho, divide o território municipal em diferentes zonas de uso, às quais são atribuídas regras específicas de ocupação, atividades permitidas e índices urbanísticos e a classificação das atividades econômicas segundo o CNAE (SEMPOG, 2017, 2025). A disponibilização digital desses instrumentos por meio do GeoPortal PMPV amplia a transparência, facilita o acesso às informações e contribui para maior eficiência nos processos de planejamento e gestão urbana (GEOPORTAL PMPV..., 2024).

As políticas públicas urbanas têm incorporado ferramentas tecnológicas como forma de aprimorar a governança territorial, ampliar a transparência e facilitar o acesso à informação. Nesse contexto, os geoportais destacam-se como plataformas fundamentais para a disponibilização de dados geoespaciais, contribuindo para a modernização da gestão pública e para a democratização do acesso às informações territoriais (Monteiro *et al.*, 2013).

Geoportais municipais, como o de Manaus, o GeoManaus ou o de Porto Velho, o GeoPortal PMPV permitem a consulta de mapas temáticos, zoneamento urbano e parcelamento do solo, auxiliando cidadãos, empreendedores e gestores públicos na tomada de decisões (GEOPORTAL PMPV..., 2024; CONSULTA..., 2025). A adoção dessas plataformas tem sido associada à maior transparência administrativa, à redução de burocracias e ao fortalecimento do planejamento urbano.

---

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Levantamento de Dados

Os dados utilizados no projeto foram obtidos a partir de diferentes fontes institucionais oficiais, garantindo confiabilidade e alinhamento com a realidade administrativa do município. As camadas geográficas, como lotes, zonas urbanas e demais vetores espaciais, foram disponibilizadas por meio do GeoPortal Municipal, que centraliza informações territoriais atualizadas e padronizadas. As informações referentes às atividades econômicas foram extraídas da base oficial do Código Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), a qual contém a listagem padronizada de códigos, descrições e classificações utilizadas em âmbito nacional.

Complementarmente, as diretrizes de zoneamento urbano e as regras de permissividade foram fundamentadas no Plano Diretor Municipal e em sua legislação correlata, que estabelecem os parâmetros legais para o uso e ocupação do solo. A integração dessas diferentes fontes permitiu estruturar uma base de dados consistente, assegurando coerência entre as informações espaciais, normativas e econômicas empregadas no desenvolvimento do sistema.

### 2.2 Modelagem e Preparação dos Dados

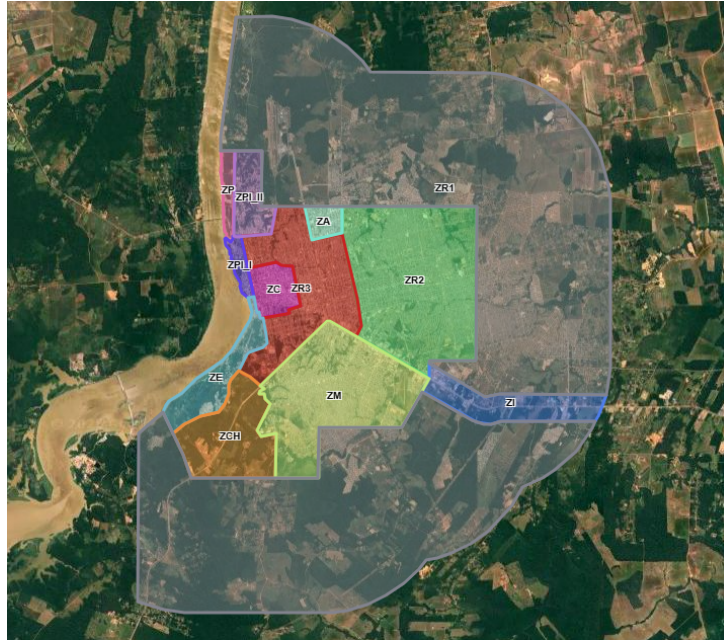
As camadas geoespaciais utilizadas neste estudo foram obtidas a partir do GeoPortal PMPV e, posteriormente, transferidas para o ambiente local do desenvolvedor, possibilitando a execução das atividades de desenvolvimento e testes de forma remota, em razão das restrições de acesso à rede interna municipal. Essa etapa inicial permitiu maior flexibilidade no manuseio dos dados e na configuração do ambiente de trabalho, sem comprometer a fidelidade das informações oficiais.

Para o armazenamento, gerenciamento e processamento dos dados espaciais, utilizou-se um banco de dados PostgreSQL com a extensão PostGIS (POSTGRESQL..., 1997; POSTGIS..., 2013), executado em ambiente Docker (DOCKER..., 2014). A utilização dessa infraestrutura garantiu portabilidade, isolamento do ambiente e maior segurança no tratamento das informações geográficas, além de facilitar a reprodução do ambiente de desenvolvimento em diferentes máquinas.

A importação das camadas para o banco de dados foi realizada por meio do software QGIS (QGIS..., 2024), assegurando a preservação da integridade topológica e semântica das geometrias. Durante esse processo, foram realizadas verificações básicas de consistência, garantindo que os dados estivessem adequados para as etapas subsequentes de modelagem e integração com a aplicação web.

A Figura 1 apresenta o mapa das Zonas de Uso do município, que reúne diferentes classificações urbanísticas definidas pelo Plano Diretor.

Figura 1 – Camada de Zonas de Uso



Fonte: Elaboração própria (2025)

#### Legenda das Zonas de Uso:

- **ZR1** – Zona de Uso Residencial de Baixa Densidade
- **ZR2** – Zona de Uso Residencial de Média Densidade
- **ZR3** – Zona de Uso Residencial de Alta Densidade
- **ZPI I / ZPI II** – Zona de Proteção dos Igarapés
- **ZCH** – Zona Residencial de Chácaras de Recreio
- **ZM** – Zona de Uso Misto
- **ZC** – Zona Central
- **ZA** – Zona de Uso Atacadista
- **ZE** – Zona de Uso Especial
- **ZP** – Zona Portuária
- **ZI** – Zona Industrial

A Figura 2 apresenta a camada de lotes urbanos do município. Os polígonos são representados em tonalidade cinza, com bordas em preto. Devido à elevada quantidade de lotes e à proximidade entre eles, quando o mapa é visualizado em escala mais abrangente ocorre uma concentração visual de bordas escuras, o que é esperado para camadas com grande densidade de pequenas geometrias. Essa camada é central para o processo de referenciamento dos CNAEs, pois fornece a base espacial necessária para associar atividades econômicas aos lotes correspondentes.

Figura 2 – Camada de Lotes



Fonte: Elaboração própria (2025)

### 2.3 Criação e Modelagem da Camada de CNAEs

A criação da camada de CNAEs teve início com a coleta da documentação oficial fornecida pela Prefeitura, contendo a relação entre cada Código Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), suas Classes de Uso, Categorias de Uso e as Zonas de Uso permitidas. Com base nesses documentos, elaborou-se uma planilha contendo todas as informações necessárias: código CNAE, descrição, classe de uso, descrição da classe, categoria, zonas permitidas e observações normativas. Esse processo foi

fundamental para padronizar a estrutura das informações e garantir que todas as colunas estivessem coerentes com os padrões adotados pelo município.

Durante o processo de revisão, observou-se que a Classe de Uso **E4.1** não possuía zona definida na base original. Contudo, segundo a Lei Complementar nº 97, de 29 de dezembro de 1999, esse uso é sujeito a controle e pode ocorrer em qualquer zona de uso. Dessa forma, a planilha foi ajustada para incluir todas as zonas disponíveis para essa classe. Essa etapa foi importante para evitar inconsistências na etapa de espacialização, assegurando que nenhum CNAE válido ficasse sem referência espacial posteriormente.

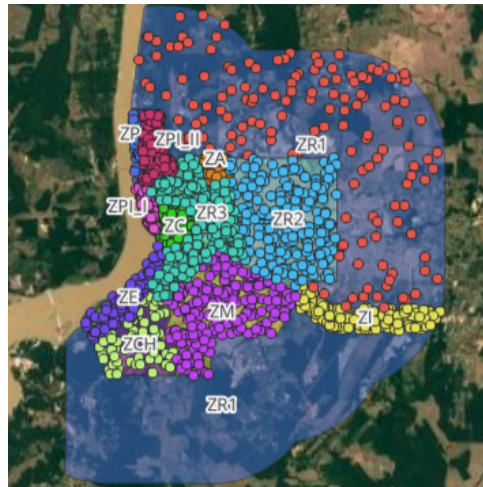
Após as revisões, a planilha foi convertida para o formato CSV e importada para o banco PostgreSQL/PostGIS. Para espacializar os registros, utilizou-se o seguinte comando SQL:

```
CREATE TABLE public.cnae_zonaEspecificica AS
SELECT a.*,
       b.name,
       ST_GeneratePoints(b.geom, 1) AS geom
FROM public.cnae_teste a
JOIN consulta.zonas_uso b
ON a.zn2 = b.name;
```

O comando realiza a criação de uma tabela para cada zona, com seus pontos e suas geometrias geradas dentro da área da zona de uso, criando assim uma camada de pontos de CNAE utilizando `ST_GeneratePoints` dentro da zona correspondente. Após isso, as camadas individuais foram mescladas, formando uma camada geral contendo todos os CNAEs corretamente associados às suas zonas permitidas. Esse procedimento facilitou a visualização espacial das restrições urbanísticas e permitiu verificar, de maneira geográfica, a distribuição potencial das atividades econômicas no território municipal.

Posteriormente, todas foram mescladas em uma única camada consolidada, contendo todos os CNAEs espacializados em suas respectivas zonas de uso, como exibido na Figura 3. Esse resultado permitiu confirmar a coerência entre a legislação municipal e a estrutura espacial do banco de dados, garantindo que a camada final pudesse ser utilizada nas etapas subsequentes de análise e desenvolvimento do sistema.

Figura 3 – Camada de CNAEs sob Zonas de Uso



Fonte: Elaboração própria (2025)

## 2.4 Arquitetura do Sistema

O sistema foi estruturado sob uma arquitetura web moderna, composta por um back-end desenvolvido em Node.js (NODE..., 2011) e um front-end construído com HTML, CSS e JavaScript (HTML..., 2013; CSS..., 2014; JAVASCRIPT..., 2014). Para visualização cartográfica, foi utilizada a biblioteca Leaflet (LEAFLET..., 2011), possibilitando interação com mapas, exibição de camadas e integração com serviços geoespaciais.

A comunicação entre front-end e back-end ocorre por meio de uma API REST, permitindo troca assíncrona de dados e maior desempenho nas requisições. O banco de dados PostgreSQL/PostGIS é executado em contêiner Docker (DOCKER..., 2014), garantindo portabilidade, isolamento do ambiente e maior segurança na manipulação das camadas, que possuem dados sensíveis.

### 2.4.1 Critérios de Escolha das Ferramentas

A seleção das ferramentas foi guiada por critérios técnicos, considerando desempenho, compatibilidade e facilidade de desenvolvimento. O Leaflet foi escolhido pela leveza, rapidez no carregamento e eficiência na renderização de mapas interativos. O Docker foi adotado para isolar o banco de dados e evitar corrompimento de informações sensíveis, além de facilitar manutenção e portabilidade do ambiente. O Node.js se destacou pela simplicidade na criação de APIs REST e ampla comunidade. Já PostgreSQL/PostGIS é um software livre e foi escolhido por ser o padrão já empregado em outras aplicações de SIG, garantindo integração nativa e confiável.

## 2.5 Ferramentas Utilizadas

- **Node.js:** Plataforma JavaScript para desenvolvimento do back-end e criação da API REST (NODE..., 2011).
- **HTML:** Linguagem de marcação utilizada na estruturação das páginas (HTML..., 2013).
- **CSS:** Linguagem responsável pela estilização e layout da interface (CSS..., 2014).
- **JavaScript:** Linguagem utilizada no front-end para dinamismo e interação com o usuário (JAVASCRIPT..., 2014).
- **Leaflet:** Biblioteca para mapas interativos em aplicações web (LEAFLET..., 2011).
- **PostgreSQL e PostGIS:** Banco relacional e extensão espacial utilizados para armazenar e processar dados geoespaciais (POSTGRESQL..., 1997; POSTGIS..., 2013).
- **Docker:** Ferramenta de containerização para execução isolada e segura do banco de dados (DOCKER..., 2014).
- **QGIS:** Software livre para manipulação e validação de dados geoespaciais (QGIS..., 2024).
- **Bootstrap:** Framework CSS para responsividade e padronização visual (BOOTSTRAP..., 2012).

## 2.6 Testes e Validação

A validação do sistema ocorreu de forma iterativa. Inicialmente, as camadas foram verificadas no QGIS para assegurar integridade e correspondência das informações. Em seguida, após importação para o banco em Docker, foram realizados testes SQL para confirmar ausência de perdas ou alterações.

Com o back-end implementado em Node.js, a API REST foi testada diretamente no console, verificando-se o retorno correto dos dados geoespaciais. Após o desenvolvimento do front-end, a integração completa foi testada, assegurando que os mapas, pop-ups e consultas exibissem corretamente as informações armazenadas no banco, sem erros de comunicação entre os componentes. Por fim, ajustes e refinamentos foram realizados até que todas as funcionalidades operassem de maneira consistente.

### 3 DESENVOLVIMENTO

Este capítulo apresenta o processo de construção do módulo de consulta de CNAE por Zona de Uso, detalhando a arquitetura adotada, as etapas de configuração do ambiente, a estruturação do banco de dados, o desenvolvimento das APIs, a implementação do front-end e as estratégias utilizadas para manipulação e renderização das camadas geográficas.

#### 3.1 Arquitetura Geral da Solução

A aplicação foi desenvolvida como uma *Single Page Application* (SPA), composta por três camadas principais:

- **Front-end:** interface do usuário construída em HTML, CSS, JavaScript, Leaflet e componentes do Bootstrap.
- **Back-end:** API desenvolvida em Node.js, responsável pela comunicação com o banco de dados e entrega das camadas geográficas.
- **Banco de Dados:** PostgreSQL com extensão PostGIS, responsável pelo armazenamento das tabelas espaciais e das relações entre CNAE e zonas de uso.

#### 3.2 Configuração do Ambiente e Ferramentas Utilizadas

A escolha das ferramentas seguiu critérios de desempenho, compatibilidade com o ambiente já utilizado pela Prefeitura e facilidade de integração com dados geoespaciais.

##### 3.2.1 Leaflet

O Leaflet foi escolhido pela leveza, rapidez no carregamento das camadas e facilidade de integração com arquivos GeoJSON. Além disso, seu ecossistema possui plugins maduros e ampla documentação, facilitando sua incorporação em aplicações web de mapeamento.

##### 3.2.2 Node.js

O Node.js foi adotado devido à sua simplicidade e eficiência no desenvolvimento de APIs REST, especialmente por permitir operações assíncronas e boa performance na entrega de arquivos geográficos e consultas espaciais.

### 3.2.3 PostgreSQL e PostGIS

O PostgreSQL, aliado ao PostGIS, foi escolhido por ser o padrão já utilizado nos sistemas de geoprocessamento da Prefeitura (GeoPortal e SIGPVH). Além disso, o PostGIS fornece ampla gama de funções espaciais, facilitando operações de interseção, extração de geometrias e geração de pontos.

### 3.2.4 Docker

O Docker foi utilizado para garantir isolamento, reprodutibilidade e segurança do ambiente do banco de dados. Embora sua utilização tenha sido focada apenas na infraestrutura de dados sensíveis, ele assegura que a base seja executada de forma estável e protegida contra corrupção acidental.

## 3.3 Levantamento de Requisitos

O levantamento de requisitos teve início a partir da identificação da demanda da Secretaria Municipal em automatizar o fluxo de informações referentes a lotes disponíveis e permissões de uso. Servidores, cidadãos e diversos setores dependiam de consultas manuais para acessar esses dados, o que tornava o processo lento e suscetível a erros. Diante disso, foram analisadas as informações disponibilizadas no GeoPortal e nas camadas armazenadas no GeoServer da Prefeitura, definindo-se os dados espaciais necessários, em especial: zonas de uso, lotes e uma nova camada a ser criada para referenciamento dos CNAEs. A camada de corredores chegou a ser considerada, porém foi descartada, pois suas classes de uso coincidem com as das zonas de uso, não trazendo benefícios adicionais para o sistema. O desenvolvimento seguiu uma abordagem incremental e exploratória, na qual cada componente do sistema foi construído, testado e ajustado de forma iterativa. A metodologia adotada compreendeu as seguintes etapas:

- levantamento das camadas geoespaciais utilizadas no GeoPortal municipal;
- estudo das bases cadastrais e das zonas urbanas definidas pelo Plano Diretor;
- análise das tabelas e classificações do CNAE e suas permissividades;
- implementação progressiva da interface do mapa;
- integração com o banco geoespacial e com o GeoServer;
- criação de consultas espaciais e API intermediária;
- testes exploratórios de consistência e validação do protótipo.

Cada um desses passos permitiu construir um sistema coerente com as necessidades identificadas, minimizando retrabalho e garantindo evolução contínua.

### 3.4 Requisitos Funcionais

Segundo Pressman e Sommerville (Pressman; Maxim, 2016; Sommerville, 2011), os requisitos funcionais definem os serviços, comportamentos e funcionalidades que o sistema deve fornecer ao usuário final. Assim, apresentam-se a seguir os requisitos funcionais estabelecidos para o sistema:

- **RF01 — Interação com o mapa:** permitir ações de zoom, pan e seleção de lotes.
- **RF02 — Exibir lotes:** carregar a camada de lotes proveniente do banco geoespacial.
- **RF03 — Exibir popup de informações:** ao clicar em um lote, apresentar dados cadastrais básicos.
- **RF04 — Carregar modal de disponibilidade:** abrir uma janela com detalhes sobre permissões e restrições.
- **RF05 — Informar CNAE:** permitir ao usuário selecionar ou digitar o código CNAE desejado.
- **RF06 — Exibir disponibilidade:** apresentar se a atividade é permitida, permitida com restrições ou proibida para aquela zona.
- **RF07 — Compatibilidade com PostGIS e GeoServer:** operar com padrões abertos OGC para leitura de dados.

Esses requisitos representam as funcionalidades essenciais para que o sistema cumpra seu objetivo principal: informar a disponibilidade de atividades econômicas com base no zoneamento urbano.

### 3.5 Requisitos Não Funcionais

De acordo com Sommerville (2011), requisitos não funcionais descrevem restrições operacionais, de desempenho, qualidade e usabilidade que o sistema deve satisfazer. Dessa forma, apresentam-se abaixo os requisitos não funcionais definidos:

- **RNF01 — Autocomplete de CNAE:** o campo de busca deve sugerir códigos durante a digitação.

- **RNF02 — Tempo de carregamento:** o tempo de carregamento inicial deve ser inferior a 10 segundos.
- **RNF03 — Tutorial de utilização:** apresentar um guia inicial para orientar o primeiro uso.
- **RNF04 — Usabilidade:** garantir interface responsiva, intuitiva e com hierarquia visual clara.
- **RNF05 — Tolerância a falhas:** manter funcionamento mesmo em caso de indisponibilidade temporária do GeoServer.

### 3.6 Processamento dos Dados de CNAE e Zonas de Uso

A preparação dos dados foi uma etapa essencial para o funcionamento adequado do módulo. O processo completo ocorreu da seguinte forma.

#### 3.6.1 Coleta e Organização dos Dados

Foram coletados documentos disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Porto Velho contendo:

- códigos CNAE;
- classes de uso;
- descrições das classes de uso;
- categorias de uso;
- zonas nas quais cada atividade é permitida.

Essas informações foram organizadas em uma planilha Excel contendo:

- código CNAE;
- descrição da atividade;
- classe e categoria de uso;
- lista de zonas permitidas;
- descrições associadas.

Durante a organização, identificou-se que o uso E4.1 não possuía zona específica. Segundo a Lei Complementar n.º 97/1999, o uso E4.1 pode ocorrer em **qualquer zona de uso**, sendo um uso sujeito a controle. Assim, este uso foi acrescentado manualmente a todas as zonas na planilha.

### 3.6.2 Importação para o Banco de Dados

Após os ajustes, a planilha foi convertida para o formato `.csv` e importada para o PostgreSQL, mantendo a padronização dos campos e a integridade das informações. Essa etapa foi necessária para viabilizar o processamento espacial dos dados no ambiente do banco. A partir disso, foi utilizado o seguinte comando SQL para gerar, para cada registro, um ponto aleatório dentro da geometria da zona correspondente:

```
CREATE TABLE public.cnae_zonaEspecificica AS
SELECT a.*,
       b.name,
       ST_GeneratePoints(b.geom, 1) AS geom
FROM public.cnae_teste a
JOIN pu_planejamento_urbano.pu_zoneamento_urbano_097_99 b
ON a.zn2 = b.name;
```

O comando:

- cria uma nova tabela;
- cruza os dados do CNAE com as zonas de uso;
- gera um ponto aleatório dentro da geometria da zona;
- atribui a geometria ao registro final.

Esse processo foi repetido para cada zona de uso, garantindo que todas as permissividades fossem corretamente representadas no espaço geográfico. Como resultado, foram geradas diversas camadas de pontos, as quais posteriormente foram unificadas em uma camada geral contendo:

- todas as atividades econômicas (CNAE);
- cada uma posicionada dentro de sua zona de uso permitida.

### 3.7 Desenvolvimento das APIs

Foram desenvolvidas APIs em Node.js utilizando `express` para consultar as tabelas do banco de dados e retornar as respostas ao sistema:

- camadas GeoJSON das zonas de uso;
- camadas de loteamento;
- pontos CNAE e suas propriedades;
- respostas filtradas conforme parâmetros da consulta.

Consultas espaciais utilizaram funções PostGIS como:

As principais funções espaciais utilizadas nas consultas foram:

- `ST_Within`: verifica se uma geometria está completamente contida dentro de outra geometria. Essa função foi utilizada para identificar se um ponto selecionado pelo usuário, ou um ponto representativo de um CNAE, pertence integralmente a um determinado lote ou zona de uso. Seu uso foi essencial para garantir precisão na associação entre atividades econômicas e os limites espaciais definidos pelo zoneamento urbano.
- `ST_Intersects`: retorna verdadeiro quando duas geometrias possuem qualquer tipo de interseção espacial, seja por toque, sobreposição ou cruzamento parcial. Essa função foi empregada para identificar zonas, lotes ou áreas que compartilham limites ou se sobrepõem, sendo útil em análises espaciais preliminares e na verificação de relações entre diferentes camadas geográficas.
- `ST_AsGeoJSON`: converte uma geometria armazenada no banco de dados para o formato GeoJSON, amplamente utilizado em aplicações web de mapeamento. Essa função permitiu que os dados espaciais fossem transmitidos pela API REST e corretamente renderizados no front-end por meio da biblioteca Leaflet, assegurando compatibilidade entre o banco geoespacial e a interface do usuário.
- `ST_Centroid`: calcula o ponto central de uma geometria, independentemente de sua complexidade ou forma. Essa função foi utilizada para definir posições de referência no mapa, como o enquadramento da visualização em um lote ou zona específica, além de auxiliar na centralização automática do mapa após a seleção de determinados elementos.

### 3.8 Desenvolvimento da Interface (Front-end)

A aplicação foi desenvolvida seguindo o conceito de *Single Page Application* (SPA), no qual todas as interações ocorrem em uma única página, sem recarregamentos completos do navegador. Essa abordagem permite maior fluidez na navegação, melhor desempenho percebido pelo usuário e integração mais eficiente entre os componentes do sistema, como mapa, formulários, modais e painéis informativos.

A Figura 4 apresenta a tela principal da aplicação, evidenciando a disposição dos elementos centrais, como o mapa interativo, os controles de consulta e os componentes de navegação, que constituem a base da experiência do usuário no sistema.

Figura 4 – Tela Principal



Fonte: Elaboração própria (2025)

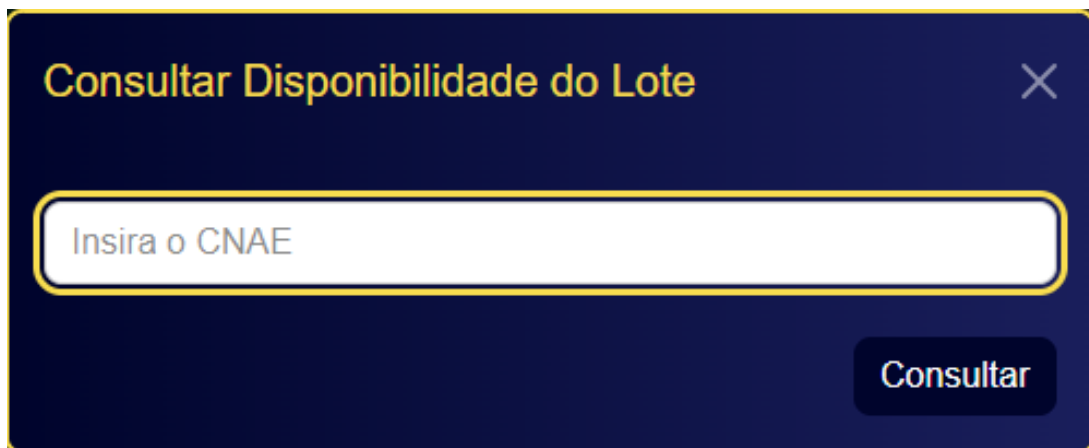
#### 3.8.1 Uso do Bootstrap

O projeto utiliza Bootstrap 5.3.8, incluído via CDN no arquivo `index.html`. Seus componentes foram utilizados da seguinte forma:

- **Modais:** estrutura padrão `.modal`, com estilização customizada em CSS.

A modal de consulta e disponibilidade de lote é a modal principal do sistema, sendo o ponto central. Nela, o usuário informa o código CNAE desejado e seleciona o lote no mapa, permitindo que o sistema realize a análise espacial e normativa com base no zoneamento urbano e nas regras estabelecidas pela legislação municipal.

Figura 5 – Modal de Consulta



Consultar Disponibilidade do Lote

Insira o CNAE

Consultar

Fonte: Elaboração própria (2025)

Após o envio da consulta, o sistema retorna o resultado por meio de modais de resposta. Essas modais informam se o CNAE é permitido ou não.

Figura 6 – Modais de Resposta

(a) Modal — CNAE Permitido



☑ CNAE Permitido

**CNAE:** 4721  
**Descrição:** Comércio varejista de produtos de padaria, laticínio, doces, balas e semelhantes  
**Classe de uso:** Comércio de âmbito local

---

**Lote:** 0024  
**Área(m²):** 301.0439664914593

Fechar

(b) Modal — CNAE Não Permitido



⊗ CNAE Não Permitido

**CNAE:** 112  
**Descrição:** Fabricação de bebidas não-alcoólicas  
**Classe de uso:** Indústrias

---

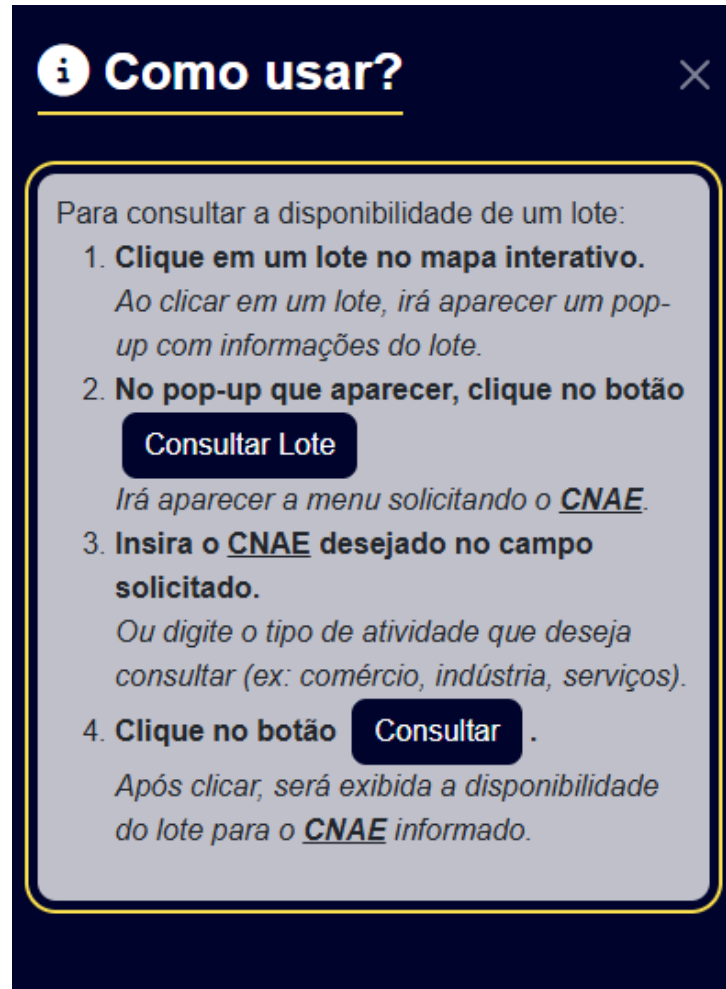
**Lote:** 0024  
**Área(m²):** 301.0439664914593

Fechar

Fonte: Elaboração própria (2025)

- **Offcanvas:** painel lateral de tutorial utilizando `data-bs-toggle="offcanvas"` para o tutorial de como utilizar o site.

Figura 7 – Offcanva - Tutorial



Fonte: Elaboração própria (2025)

- **Navbar:** inicialmente construída com Bootstrap, posteriormente reestruturada manualmente, mantendo apenas classes utilitárias.
- **Tooltips:** acionados via `data-bs-toggle="tooltip"`.
- **Classes utilitárias:** espaçamentos, tipografia, colunas, flexbox e responsividade.

### 3.8.2 Mapa e Camadas

O Leaflet foi configurado para exibir:

- camada base;
- camada de lotes;

- camada de zonas de uso;
- camada de pontos CNAE;

Cada camada pode ser ativada ou desativada no painel lateral da aplicação.

### **3.9 Validação do Sistema**

A validação do sistema foi realizada por meio de testes exploratórios diretos durante o desenvolvimento, conduzidos pelo próprio autor. Esses testes consistiram em verificar:

- se o lote selecionado no mapa correspondia corretamente à sua geometria real;
- se a identificação das zonas urbanas retornava os valores previstos de acordo com o zoneamento municipal;
- se a consulta de permissividade do CNAE apresentava resultados compatíveis com as classificações estabelecidas;
- se as interações no mapa (zoom, pan, seleção de polígonos, popups e modal informativa) funcionavam de forma consistente e sem falhas.

Por se tratar de um protótipo em ambiente de desenvolvimento, e devido a limitações institucionais, o sistema não foi submetido a testes formais com servidores da prefeitura durante esta etapa. Entretanto, sua estrutura e arquitetura foram projetadas para futura implantação e avaliação no ambiente operacional real.

## **4 CONCLUSÃO**

A elaboração deste sistema de consulta prévia de lotes sobre as permissividade de atividades econômicas demonstrou a viabilidade técnica de integrar dados geoespaciais, regras urbanísticas e informações cadastrais em uma solução única, acessível e intuitiva ao usuário. O objetivo central, permitir que o usuário identifique rapidamente se uma atividade econômica (CNAE) é permitida em determinado lote urbano — foi plenamente alcançado. O protótipo desenvolvido permite a identificação correta do lote selecionado, a verificação da zona urbana correspondente e o retorno preciso das permissões associadas ao CNAE informado. Todos os componentes essenciais funcionam de maneira consistente, sem erros aparentes, ainda que o sistema não tenha sido disponibilizado em ambiente de produção no momento da entrega deste trabalho.

---

O desenvolvimento trouxe desafios significativos, especialmente relacionados ao processamento e à estruturação dos dados que servem de base ao sistema. A geração da camada de CNAEs, a elaboração da planilha consolidada e o tratamento necessário para incorporar essas informações ao banco geoespacial exigiram um esforço técnico considerável. Além disso, questões de desempenho surgiram durante o carregamento da camada de lotes, cujo volume de informações dificultava o uso direto via WFS. A solução adotada, substituir o carregamento via WFS por uma consulta comparativa apoiada em WMS, foi fundamental para garantir fluidez e rapidez na navegação do mapa.

O projeto proporcionou importantes aprendizados profissionais. A experiência incluiu desde o manuseio e a criação de camadas geográficas no QGIS até sua manipulação no banco PostGIS, ampliando a compreensão sobre o funcionamento de bancos geoespaciais. O estudo detalhado do zoneamento urbano, das categorias de uso e da relação entre CNAEs e zonas de uso consolidou conhecimentos essenciais tanto na área de geoprocessamento quanto na leitura do Plano Diretor e das legislações associadas.

Embora apresentado como protótipo no contexto deste Trabalho de Conclusão de Curso, o sistema será efetivamente entregue à Prefeitura de Porto Velho após a avaliação final. A implantação e o deploy oficial já estão previstos, integrando a solução ao ambiente operacional da Secretaria Municipal de Geoprocessamento. A expectativa é de que o sistema se torne uma ferramenta institucional permanente, auxiliando técnicos, empresários e cidadãos que necessitam consultar a compatibilidade entre atividades econômicas e o zoneamento urbano.

Por fim, diversas melhorias podem ser implementadas em versões futuras, ampliando o potencial da plataforma. Entre as recomendações estão a inclusão de novos *off-canvas* explicativos com detalhamento das camadas urbanísticas, a possibilidade de visualização direta de diferentes camadas temáticas no mapa, recursos avançados de pesquisa, como busca por endereço e aprimoramentos gerais de interface e desempenho. Tais melhorias reforçarão ainda mais o papel do sistema como ferramenta pública de consulta, contribuindo para a transparência, agilização de processos e apoio à tomada de decisão no planejamento urbano.

## REFERÊNCIAS

BOOTSTRAP 5 - Introdução e Documentação. 2012. <https://getbootstrap.com/docs/5.3/getting-started/introduction>. Acesso em: 25 nov. 2025.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. INPE, 2001. Disponível em: <https://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd>. Acesso em: 05 jun. 2024.

CONSORTIUM, Open Geospatial. **Web Feature Service (WFS) Standard**. 2024. Disponível em: <https://www.ogc.org/standard/wfs>.

CONSORTIUM, Open Geospatial. **Web Map Service (WMS) Standard**. 2024. Disponível em: <https://www.ogc.org/standard/wms>.

CONSULTA Prévia Cidadão. Prefeitura de Manaus. 2025. Acesso em: 02 jul. 2025. Disponível em: <https://wsgeo.manaus.am.gov.br/ConsultaPreviaCidadao>.

CSS - Documentação MDN. 2014. <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/CSS>. Acesso em: 25 nov. 2025.

DEVMEDIA. **Já ouviu falar em Single Page Applications?** 2024. Acesso em: 20 nov. 2025. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/ja-ouviu-falar-em-single-page-applications/39009>.

DEVMEDIA. **O que é REST e RESTful**. 2023. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/rest-tutorial/28902>.

DOCKER - Documentação Oficial. 2014. <https://docs.docker.com>. Acesso em: 25 nov. 2025.

FIAP. **O que é Docker?** 2022. Disponível em: <https://www.fiap.com.br>.

GEOPORTAL PMPV. 2024. Acesso em: 01 mar. 2024. Disponível em: <https://geoportal.portovelho.ro.gov.br>.

GEOSERVER PROJECT. **GeoServer User Manual**. 2024. Disponível em: <https://geoserver.org>. Acesso em: 05 fev. 2025.

HTML - Documentação MDN. 2013. <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/HTML>. Acesso em: 25 nov. 2025.

INC., Docker. **Docker Documentation**. 2024. Disponível em: <https://docs.docker.com>.

JAVASCRIPT - Documentação MDN. 2014. <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/JavaScript>. Acesso em: 25 nov. 2025.

LEAFLET - Documentação Oficial. 2011. <https://leafletjs.com/reference.html>. Acesso em: 25 nov. 2025.

LEAFLET TEAM. **Leaflet: JavaScript Library for Interactive Maps**. 2025. Acesso em: 07 jul. 2025. Disponível em: <https://leafletjs.com>.

MDN WEB DOCS. **Single Page Applications (SPA): Overview and Concepts**. 2023. Acesso em: 20 nov. 2025. Disponível em: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/SPA>.

MONTEIRO, A. M. V. *et al.* Sistemas de Informação Geográfica nas políticas públicas urbanas: um estudo de caso. *In: ANAIS do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. 2013. p. 6744–6751.

NETWORK, Mozilla Developer. **Conceitos de arquitetura web moderna**. 2024. Disponível em: [https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Learn/Server-side/First\\_steps/Client-Server\\_overview](https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Learn/Server-side/First_steps/Client-Server_overview).

NODE.JS - Documentação Oficial. 2011. <https://nodejs.org/docs/latest/api>. Acesso em: 25 nov. 2025.

PORTO VELHO. **Decreto nº 21.133, de 03 de julho de 2025. Dispõe sobre a reorganização administrativa e altera a denominação da Secretaria Municipal de Planejamento, Orçamento e Gestão (SEMPOG) para Secretaria Municipal da Economia (SEMEC)**. 2025. Acesso em: 20 set. 2025. Disponível em: <https://sapl.portovelho.ro.leg.br/ta/6955/text>.

PORTO VELHO. **Lei Complementar nº 867, de 28 de dezembro de 2021. Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo**. 2021. Acesso em: 13 jul. 2025. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=316888>.

PORTO VELHO. **Lei Complementar nº 97, de 29 de dezembro de 1999. Código de Posturas do Município**. 1999. Acesso em: 09 jul. 2025. Disponível em: <https://sapl.portovelho.ro.leg.br/ta/102/text>.

POSTGIS - Documentação Oficial. 2013. <https://postgis.net>. Acesso em: 25 nov. 2025.

POSTGIS DEVELOPMENT TEAM. **PostGIS Documentation**. 2025. Disponível em: <https://postgis.net/documentation/>. Acesso em: 07 jul. 2025.

POSTGRESQL - Documentação Oficial. 1997. <https://www.postgresql.org/docs>. Acesso em: 25 nov. 2025.

PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R. **Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional**. 8. ed.: McGraw-Hill, 2016.

QGIS - Documentação Oficial. 2024. <https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/index.html>. Acesso em: 25 nov. 2025.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System. Versão 3.22**. 2022. Disponível em: <https://qgis.org>. Acesso em: 07 jul. 2025.

SEMPOG. **Anexo I – Mapa de Zoneamento e Corredores**. 2017. Acesso em: 19 jul. 2025. Disponível em: <https://sempog.portovelho.ro.gov.br/uploads/arquivos/2017/11/23968/1511527637anexo-i-mapa-zoneamento-e-corredores.pdf>.

SEMPOG. **Anexos – Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo**. 2025. Acesso em: 12 jul. 2025. Disponível em: <https://sempog.portovelho.ro.gov.br/arquivos/lista/23968/anexos-lei-de-parcelamento-uso-e-ocupacao-do-solo>.

SILVA, Rafael T.; NETO, Maria F. S. Uso de Sistemas de Informação Geográfica na gestão municipal. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 71, n. 2, 2019. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/58831?lang=pt>.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 9. ed.: Pearson, 2011.