

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
RONDÔNIA *CAMPUS* PORTO VELHO CALAMA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE
SISTEMAS**

**Desenvolvimento de uma Aplicação Webmapping - Mapas temáticos
dinâmicos e estáticos do Município de Porto Velho**

IASMIN DE MAGALHÃES OLIVEIRA LOPES

**PORTO VELHO/RO
2022**

Desenvolvimento de uma Aplicação Webmapping - Mapas temáticos dinâmicos e estáticos do Município de Porto Velho

IASMIN DE MAGALHÃES OLIVEIRA LOPES

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 em Análise e Desenvolvimento de Sistemas sob a orientação do Professor Dr. Rafael Pitwak Machado Silva.

PORTO VELHO/RO

2022

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

L864d

Lopes, Iasmin de Magalhães Oliveira.

Desenvolvimento de uma Aplicação Webmapping - Mapas
temáticos dinâmicos e estáticos do Município de Porto Velho / Iasmin
de Magalhães Oliveira Lopes, Porto Velho-RO, 2022.
23 f. : il.

Orientador(a): Dr. Rafael Pitwak Machado Silva.

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-RO, 2022.

1. Páginas de web. 2. webmapping. 3. Banco de dados. 4. Dados
geográficos. 5. Porto Velho. I. Silva, Rafael Pitwak Machado (orient.).
II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia -
IFRO. III. Título.

CDD: 004.678

Bibliotecário(a) Responsável: Evandro Silva de Sousa, CRB-11-956 (Campus Porto Velho Calama)

Desenvolvimento de uma Aplicação Webmapping - Mapas temáticos dinâmicos e estáticos do Município de Porto Velho

Iasmin de Magalhães Oliveira Lopes¹, Rafael Pitwak Machado Silva²

Curso Superior Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas

Campus Calama - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO)

Porto Velho - RO - Brasil

iasmindemagalhaes@gmail.com¹, rafael.pitwak@ifro.edu.br²

ABSTRACT. *Public administration has its challenges and goals when managing a Municipality, State or Country. In view of this, cartography, a language that represents reality through maps, is a tool that has been widely used in public administration. Thematic maps, whether dynamic or static, help to understand the territory, therefore in decision-making, through spatial analysis. In addition to driving decision-making, maps provide data needed for studies and understanding through the population of the place where they live. In view of this, this article proposes a webmapping application to publish the dynamic and static thematic maps of the Municipality of Porto Velho and the information contained in them, through Geographical Database, manipulated in free software in order to enable the implementation in the application in the management municipal public.*

RESUMO. *A administração pública tem seus desafios e metas na hora de gerir um Município, Estado ou País, diante disso a cartografia, linguagem que representa a realidade através de mapas, é uma ferramenta que vem sendo muito utilizada na gestão pública. Mapas temáticos, sejam eles dinâmicos ou estáticos, auxiliam na compreensão do território, por conseguinte na tomada de decisões, através de análises espaciais. Além da condução de tomada de decisões, os mapas fornecem dados necessários a estudos e compreensão por meio da população do lugar onde vivem. A vista disso, esse artigo propõe uma aplicação webmapping para publicizar os mapas temáticos dinâmicos, estáticos do Município de Porto Velho e as informações contidas neles, através de Banco de Dados Geográficos, manipulados em softwares gratuitos a fim de viabilizar a implementação na aplicação na gestão pública municipal.*

INTRODUÇÃO

A associação dos Sistemas de Informações Geográficas e os bancos de dados estão cada vez mais sendo utilizados pelas Prefeituras com o intuito de otimizar as decisões técnicas e políticas, exemplo disso são as Prefeituras de São Paulo, Joinville, Cascavel que implementaram aplicações webmapping, que permite a consulta e visualização de conteúdos via web, fornecendo diversas informações pertinentes acerca do Município em questão.

No Plano Diretor do Município de Porto Velho, Lei nº838/2021, em seu Capítulo IV, dispõe sobre o Sistema Municipal de Informações Urbanas e Territoriais, o qual será constituído de base cartográfica digital georreferenciada para ser utilizada “no planejamento e gestão por todos os setores da Administração e como ferramenta de transparência das informações municipais.”(Porto Velho-RO, 2021).

Todavia, apesar do Plano Diretor prever esse Sistema de Informações, não está estabelecido em Lei a plataforma que será utilizada para disponibilização de todas as informações.

Atualmente, a Prefeitura de Porto Velho dispõe no site da Secretaria Municipal de Planejamento, Orçamento e Gestão mapas de acesso aos cidadãos, com diversas informações, como bairros, escolas municipais, unidades de saúde, etc, entretanto a disponibilização desses mapas não é feita de forma acessível, pois o usuário tem dificuldades de encontrar a informação.

Buscando implementar um acesso às informações do Sistema de Informações Urbanas e Territoriais previsto no Plano Diretor, este presente trabalho visa propor implementação webmapping utilizando ferramentas open source e softwares livres. O propósito da página é mostrar espacialmente dados de um banco de dados, em formato de mapas estáticos e dinâmicos, de maneira que o usuário interaja de forma ampla, podendo salvá-lo em diversos formatos (kml, kmz, pdf), não havendo níveis de acesso diferenciados para os dados serem visualizados.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Propor aplicação webmapping para acesso da população aos mapas temáticos dinâmicos e estáticos do Município de Porto Velho.

Objetivos Específicos

Desenvolver página web para mostrar espacialmente dados de um banco de dados, em formato de mapas estáticos e dinâmicos.

Apresentar uma página acessível e de interface intuitiva.

Integrar os mapas ao banco de dados para facilitar a análise espacial da informação geográfica e sua atualização.

PROBLEMA

Atualmente, a Prefeitura do Município de Porto Velho disponibiliza mapas temáticos e interativos em seu portal de notícias, com o objetivo de prestar mais informações aos munícipes, no âmbito do meio ambiente, planejamento urbano, unidades municipais entre outras.

Os mapas estão disponíveis através de plataforma Google My Maps, onde o cidadão pode, de maneira interativa, dar zoom, clicar e obter dados da feição selecionada, entretanto esses dados não estão integrados com banco de dados, dificultando a análise espacial da informação geográfica disponibilizada e sua atualização em tempo real.

Além disso, os mapas não estão disponibilizados em portal próprio, dificultando o acesso às informações espaciais do Município de Porto Velho, com uma interface pouco intuitiva, levantando dúvidas ou deixando o usuário desorientado.

METODOLOGIA

Inicialmente ao analisar o site da Prefeitura de Porto Velho, onde são disponibilizados os sites, foi identificado quais problemas eram gerados através do formato utilizado para publicizar os mapas.

Após foram definidos quais dados seriam manipulados no software SIG, a fim de padronizar as informações geográficas e inseri-las ao banco de dados geográficos. Após definidos os dados, os mesmos foram obtidos em diversos órgãos Municipais, Estaduais e Federais, como a Prefeitura do Município de Porto Velho, Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia - CENSIPAM, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Fundação Nacional do Índio - FUNAI, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental - SEDAM, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN.

Por conseguinte a definição e manipulação das informações, foram feitas modelagem dos dados para inserção no banco, como as informações são geoespaciais foi utilizado o

Sistema Gerenciador de Banco de Dados PostgreSQL com a extensão espacial PostGIS, a fim de tornar possível as consultas de localização a objetos geográficos armazenados no banco de dados através do SQL.

Depois de criado o banco de dados geográficos, foi implementado um servidor de mapas para visualização e integração da página web com o banco de dados, para este fim foi utilizado o Geoserver, onde foram criados espaços de trabalho e carregadas as camadas do banco de dados. Vale ressaltar que o objetivo principal deste projeto foi gerar um sistema de informações geográficas disponível na Web, utilizando geotecnologias de softwares livres na estruturação e disseminação de dados.

Por fim, foi realizada a construção das telas do portal, configurando o ambiente com HTML, CSS, Javascript e Bootstrap. Para visualização dos mapas foi utilizada a biblioteca Leaflet e feitas requisições com Ajax utilizando jQuery.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

Foram selecionadas tecnologias livres e de código fonte aberto disponíveis na rede mundial de computadores e que permitam o desenvolvimentos de aplicações para gerar mapas interativos a partir de banco de dados georreferenciados. A fim de atingir este objetivo, foram consideradas as seguintes características:

- Disponibilidade de criação de banco de dados geográficos;
- Interação da plataforma web com o banco de dados geográficos;
- Reconhecimento de arquivos nos formatos utilizados para representação de informações geográficas;
- Sobreposição de camadas de informações (overlay);
- Possibilidade de realização de pesquisas em SQL;

1.1. DA MANIPULAÇÃO E CRIAÇÃO DO BANCO DE DADOS

Para manipular e editar os dados geográficos, foi utilizado o QGIS, software livre com código-fonte aberto, multiplataforma de sistema de informação geográfica que permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados.

A criação do banco foi desenvolvida em PostGreSQL, utilizando PostGIS, extensão espacial gratuita e de código fonte livre, através da ferramenta de gerenciamento pgAdmin.

1.1.1. QGIS

O QGIS é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) profissional, de código aberto, construído a partir de Software Livre (FOSS - Free and Open Source Software), nele é possível visualizar, gerir, editar, analisar dados, e criar mapas para impressão.

O software conta com uma comunidade ativa que contribui para sua melhoria, por esta razão, disponibiliza um número de funcionalidades em constante crescimento através das funções nativas e de complementos.

1.1.2. POSTGRESQL

Sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) do tipo objeto-relacional, o POSTGRESQL foi desenvolvido na Universidade da Califórnia como projeto de código aberto e gratuito.

Dionísio (2015) cita que sua função principal é armazenar dados de forma segura, lidando com cargas de trabalho que vão de pequenas a grandes aplicações voltadas para a internet, além disso permite executar consultas em SQL e visualizar os resultados.

1.1.3. POSTGIS

É um extensor de banco de dados espacial para banco de dados objeto-relacional PostgreSQL, adicionando suporte para objetos geográficos e permitindo que consultas de localização sejam executadas em SQL.

Possui distribuição gratuita de acordo com os termos da Licença GNU/GPL (General Public License), possui compatibilidade com OGC (Open Geospatial Consortium), organização internacional que cria padrões geoespaciais gratuitos com o objetivo de melhorar o acesso a informações geoespaciais ou de localização.

1.2. DO DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO WEBMAPPING

Um dos objetivos do portal é ser intuitivo, acessível e com facilidade de uso, para que os usuários acessem a informação com efetividade, eficiência e satisfação. Para tanto, o ambiente está estruturado de maneira clara e intuitiva, disponibilizando informações de maneira simples e objetiva. Os comandos e apresentação do conteúdo seguem padrão dando maior usabilidade ao site.

Aplicou-se os cinco componentes da usabilidade, que de acordo com Nielsen (2012) definem-se como: Aprendizagem - o quão fácil é a realização de tarefas básicas para o usuário, Eficiência - depois de aprenderem a concepção, quão rápido realizam as tarefas,

Reminiscência - após um período sem visitar o site, com que facilidade o usuário consegue restabelecer habilidade com o sistema, Erros - se o usuário comete muitos erros, se estes são graves e quão facilmente recuperam-se dos erros, por fim, Satisfação - qual o nível de agradabilidade do design no site.

Para atingir os componentes descritos anteriormente, foram utilizadas as seguintes tecnologias para o desenvolvimento da aplicação web.

1.2.1. HTML 5

HTML é abreviação de Hypertext Markup Language, ou seja, Linguagem de Marcação de Hipertexto, ela é usada para a publicação de conteúdo (texto, imagens, vídeos, áudio etc.) na World Wide Web.

O navegador faz a leitura do documento com extensão .html ou .htm e mostra seu conteúdo em tela para que o usuário possa visualizá-lo. Um site é composto por diversas páginas html, cada uma delas consiste em uma série de tags (elementos), são códigos que definem a estrutura da página, fazendo a marcação dos conteúdos hierarquicamente.

1.2.2. CSS3

Em 1996 foi desenvolvido pelo W3C (World Wide Web Consortium), o mecanismo para adicionar estilo a uma página da web, o código CSS (Cascading Style Sheets) que é utilizado com o HTML.

O objetivo do CSS é separar o conteúdo da representação visual do site, sendo possível alterar propriedades como fonte, cor, espaçamento e entre outras características da página.

1.2.3. JAVASCRIPT

Linguagem de programação interpretada estruturada, suporta orientação a objetos, e é de script de alto nível com tipagem dinâmica fraca e multiparadigma.

Junto ao HTML e CSS, é uma das principais tecnologias para a programação web. Desde 2021, os navegadores possuem suporte ao ECMAScript, padrão Javascript.

1.2.4. LEAFLET JS

Biblioteca JavaScript, de código aberto, com o qual podem ser implantados mapas interativos na web. O Leaflet permite que se use camadas sobrepostas para confecção do mapa, podendo o usuário interagir com ele. Possui integração com o software QGIS.

1.2.5. BOOTSTRAP

De acordo com Lima (2021), o Bootstrap é um framework front-end que fornece estruturas de CSS para a criação de sites e aplicações responsivas de forma rápida e simples, além de ser uma ferramenta gratuita.

1.2.6. JQUERY E AJAX

Conforme sua documentação, o jQuery é uma biblioteca de código aberto JavaScript desenvolvida para simplificar os scripts interpretados no navegador do cliente. O Ajax (Asynchronous Javascript and XML) é uma técnica javascript que utiliza o método XMLHttpRequest para fazer requisições assíncronas.

2. BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS

O que difere um banco de dado geográfico a outro é que estes armazenam dados geográficos, com características espaciais, possuindo propriedades geométricas e topológicas.

Para definir quais dados seriam utilizados no projeto, foi feita uma análise aos dados já disponíveis na página da Prefeitura de Porto Velho e quais mapas seriam desenvolvidos a partir deles.

Um modelo de dados é um conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura e as operações em um banco de dados (Elmasri e Navathe, 2004). Para sistematizar os objetos foi construída uma abstração destes do mundo real, de forma a obter representação para aplicação ao banco de dados.

Modelos de dados para aplicações geográficas têm necessidades adicionais comparadas aos modelos de dados semânticos e orientados a objetos, neste projeto foi utilizado o modelo OMT-G para representar melhor as feições geográficas.

O modelo OMT-G parte das primitivas definidas para o diagrama de classes da Unified Modeling Language (UML) e é baseado em três conceitos: classes, relacionamentos e restrições de integridade espaciais.

O diagrama de classes do modelo OMT-G apresenta alternativas de representação geométrica: Ponto, Linha e Polígono. Os relacionamentos são representados por três tipos: associação simples, relacionamentos topológicos e relacionamentos espaciais.

Baseado nessas primícias, foi feita a modelagem dos dados no aplicativo de diagramação online OMT-G Designer, desenvolvido pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, baseado no modelo de dados OMT-G, e o resultado da modelagem pode ser visto na Figura 01.



Figura 01 - Modelagem dos dados utilizados no projeto. Fonte: Autora, 2022.

O Banco de Dados é formado por arquivos no formato Shapefile (extensão .shp). Esses arquivos são importados para o banco através do gerenciador de banco de dados do software QGis.

No processo de inserção dos dados, as geometrias e seus atributos são armazenados em tabelas como a da Figura 02, em que cada linha representa um registro. O armazenamento dos dados geográficos só é possível de ser realizado em razão do uso da extensão espacial PostGIS.

Em cada registro há a presença de uma coluna denominada 'geom' que armazena as informações espaciais da geometria que foi importada para o banco. Nas demais colunas estão seus respectivos atributos. A geometria é armazenada em um tipo de dado que pode ser um ponto, uma linha, um polígono.

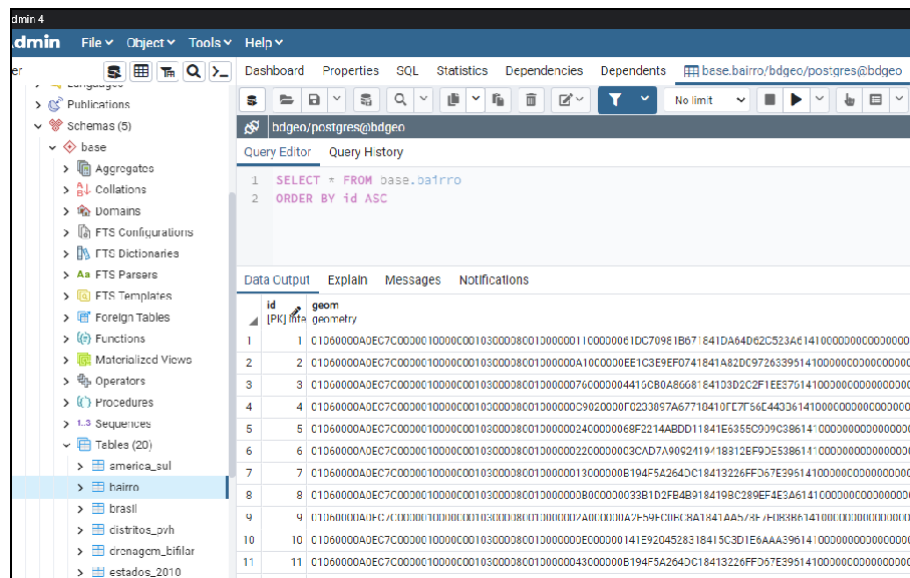


Figura 02 - Exemplos de registro da coluna geom na tabela 'bairro'. Fonte: Autora, 2022.

Dentro do banco de dados foram feitos 04 esquemas para agrupar logicamente as tabelas e auxiliar nas permissões que futuramente possam ocorrer na edição dos dados.

O esquema 'base' agrupa tabelas que serão utilizadas como base para os diversos mapas temáticos, como as tabelas de bairros e vias de Porto Velho. Esquema Meio Ambiente agrupa tabelas referentes ao meio ambiente, como por exemplo as unidades de conservação e terras indígenas, o Esquema Serviço Municipal agrega tabelas que têm dados referentes a serviços que a Prefeitura do Município de Porto Velho oferece, como feiras livres e cartórios de ofício de imóveis. O Esquema Unidade Municipal possui tabelas de unidades da Prefeitura do Município de Porto Velho, como escolas, unidades de saúde e assistência social.

3. APLICAÇÃO WEBMAPPING

3.1. Servidor de mapas

Os servidores de mapas representam a interface entre os usuários e os dados geoespaciais armazenados em um ou vários servidores de banco de dados e permitem interação com a informação espacial, no seu formato original, possibilitando consultas complexas.

Neste trabalho foi utilizado o servidor de Web Map Service (WMS) e Web Feature Service (WFS) com o Geoserver. Seu objetivo é proporcionar o uso e suporte para padrões abertos, permitindo o compartilhamento de informações geoespaciais.

3.1.1. Geoserver

O Geoserver publica dados de qualquer fonte de dados espaciais usando padrões abertos, implementa protocolos Open Geospatial Consortium (OGC), consórcio criado para promover o desenvolvimento de tecnologias que facilitem a interoperabilidade entre sistemas envolvendo informação espacial e localização, ele é Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS) e Web Coverage Service (WCS).

Geoserver suporta os seguintes formatos de entrada: shapefile, GeoPackage, Oracle Espacial, PostGis, servidor SQL, MongoDB, GeoTiff, JPGE200, entre outros. Os protocolos e formatos de saída suportados pelo Geoserver incluem: Serviços de Mapa da Web OGC (WMS), Serviços de recursos da Web OGC (WFS), Serviços de Cobertura da Web OGC (WCS), Serviços de processamento da Web OGC (WPS), OGC KML/KMZ, GeoJSON, entre outros.

Neste projeto foi utilizado o formato de entrada PostGis e protocolos e formatos de saída Serviços de Mapa da Web OGC (WMS), Serviços de recursos da Web OGC (WFS), OGC KML/KMZ e GeoJSON.

O WFS é um padrão do Open Geospatial Consortium (OGC) para criar, modificar e trocar informações geográficas em formato vetorial na Internet usando HTTP. Um WFS codifica e transfere informações em Geography Markup Language (GML), um subconjunto de XML. Já o WMS define o padrão para troca de informações geográficas em formato de imagem digital.

O GeoServer vem com uma interface de usuário administrativa abrangente para que as tarefas de configuração possam ser executadas facilmente a partir da web.

Dentro do Geoserver foi criado um Espaço de Trabalho denominado 'bdgeo' para inserção das camadas através do banco de dados, para gerenciá-los foram criadas pastas ou 'Armazéns' como é chamado no Geoserver, dividido por temas, coincidindo com os esquemas do banco de dados, os quais: bdgeo_base, bdgeo_meio_ambiente, bdgeo_servico_municipal e bdgeo_unidade_municipal, todos do tipo PostGIS.

A publicação dos dados geográficos na internet ocorre por meio da integração entre o PostGIS e o Geoserver. Essa integração é implementada em um Espaço de Trabalho, que, após a conexão ao banco, disponibiliza as tabelas para que possam ser transformadas em camadas nos determinados formatos de saída, que serão enviadas ao Cliente quando requisitadas.

4. RESULTADOS

4.1. Fluxo de trabalho do Sistema

O fluxo do sistema é demonstrado na Figura xx. O GeoPortal é um WebSIG com funções de consulta a dados espaciais e geram mapas, os quais devem ser editados por softwares que forneçam ferramentas específicas para tal objetivo, como o QGis, o qual foi utilizado neste projeto para preparar as informações geográficas e é indicado por ser uma ferramenta livre. Após a preparação do dado no QGis, foi inserido no banco de dados através de conexão do QGis ao PostgreSQL e posteriormente a integração do PostgreSQL e PostGis com o Geoserver para a criação de camadas a fim de serem apresentadas ao usuário na página web.

Para apresentar a camada do mapa na página web foram feitas requisições assíncronas com jQuery AJAX para a camada de dados Geojson, após foram inseridas e visualizadas as camadas no sistema com o Javascript e a biblioteca Leaflet, como pode ser explicitado pelo esquema da Figura 03.

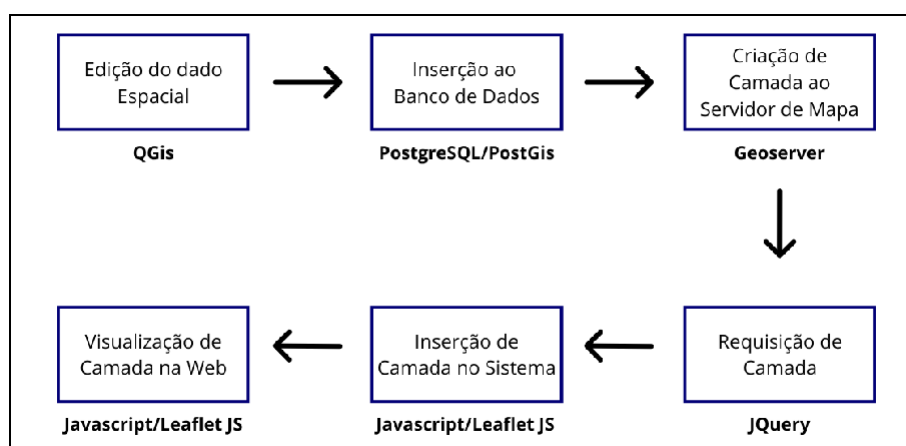


Figura 03 - Fluxo de trabalho do sistema. Fonte: Autora, 2022.

4.2. Requisição dos mapas

Para carregar o mapa na página web, foi feita uma requisição o servidor de mapa Geoserver anteriormente configurado, para esse objetivo foi utilizada a função Ajax com JQuery para requisitar o serviço Web Feature Service (WFS), com o dado no formato Geojson, junto a funções da biblioteca Leaflet. Como pode ser visto exemplo na Figura 04.

```
$.ajax('http://localhost:8080/geoserver/ows',{
  type: 'GET',
  data: {
    service: 'WFS', //serviço Web Feature Service (WFS)
    version: '1.0.0', //versão dada pelo Geoserver
    request: 'GetFeature', //Retorna uma seleção de recursos de uma fonte
    de dados, incluindo geometria e valores de atributo
    typename: 'bdgeo:distritos_pvh', //nome da camada no Geoserver
    srsname: 'EPSG:4326',
    outputFormat: 'text/javascript', //formato de saída
  },
  dataType: 'jsonp',
  jsonpCallback: 'callback:handleJson',
  jsonp: 'format_options'
});
```

Figura 04 - Requisição em Ajax dos dados no Geoserver. Fonte: Autora, 2022.

Para desenhar o mapa em tela, foi definida uma variável com estilo para a entrada Geojson, após foi chamada a função do Ajax com a biblioteca Leaflet, aplicado o estilo e um PopUp com informações da camada inserida, vide Figura 05.

```
//Geojson style file
var myStyle = {
  fillColor: "#E0A890",
  color: "#000",
  weight: 1,
  opacity: 1,
  fillOpacity: 0.4,
  attribution: "Geo Portal"
}

// the ajax callback function
function handleJson(data) {
  selectedArea = L.geoJson(data, {
    style: myStyle,
    onEachFeature: function(feature, layer) {
      layer.bindTooltip(`<strong>${feature.properties.nome}</strong>`+`<br>`+`${feature.
        properties.leicriacao}`,{
        direction: 'top',
        permanent: false,
        sticky: true,
        offset: [10, 0],
        opacity: 1,
      });
    },
  });
  }).addTo(wfsLayer);
  map.fitBounds(selectedArea.getBounds());
}
```

Figura 05 - Código para desenhar o mapa em tela. Fonte: Autora, 2022.

Para inserir o serviço Web Map Service (WMS) com o dado no formato imagem svg, foi feito o código exemplificado na Figura 06, utilizando o BetterWMS para acessar informações de recursos da camada não adicionada ao mapa, para que cada vez que um usuário clica no mapa, a janela pop-up acesse os valores de camada para esse ponto.

```

// Get info wms
> L.TileLayer.BetterWMS = L.TileLayer.WMS.extend({ ...
});

L.tileLayer.betterWms = function (url, options) {
  return new L.TileLayer.BetterWMS(url, options);
};
// Camada WMS
var url_geoserver = "http://localhost:8080/geoserver/wms?"

// Get wms layer from geoserver

var wmsLayer = new L.tileLayer.betterWms(url_geoserver,{
  layers: 'bdgeo:localidade_pvh',
  transparency: 'true',
  format: 'image/svg',
  opacity: 1,
  maxZoom: 20,
  attribution: "Geo Portal"
});

```

Figura 06 - Código para inserir WMS com betterWms. Fonte: Autora, 2022.

4.3. Telas do Sistema

A estrutura da interface web do sistema é limpa e intuitiva, a disposição dos elementos usa padrão encontrado em diversas aplicações web, de modo que o usuário esteja familiarizado desde o primeiro acesso e consiga utilizá-lo de forma intuitiva.

4.3.1. Tela principal

A tela principal é constituída por um menu com logotipo do sistema, abaixo há o título principal com 03 botões para acesso a tela de Baixar Arquivos, Metadados e Mapas Municipais. Há uma divisão com informações sobre o sistema e o rodapé.



Figura 07 - Estrutura da Interface Gráfica da Tela Principal. Fonte: Autora, 2022.

4.3.2. Tela de Baixar Camadas

A página de baixar as camadas possui estrutura semelhante a página principal, o que difere é a inserção de uma tabela com informações das camadas disponíveis para download nos formatos vetoriais Shapefile (SHP), Keyhole Markup Language (KML) e Comma-separated values (CSV).



BAIXAR CAMADAS

Camada	Ano	Tipo	Formatos		
Bairros Distrito Sede Porto Velho	2018	Polígono	<input type="button" value="SHP"/>	<input type="button" value="KML"/>	<input type="button" value="CSV"/>
Distritos do Município de Porto Velho	2018	Ponto	<input type="button" value="SHP"/>	<input type="button" value="KML"/>	<input type="button" value="CSV"/>
Limites Regionais dos Distritos do Município de Porto Velho	2018	Polígono	<input type="button" value="SHP"/>	<input type="button" value="KML"/>	<input type="button" value="CSV"/>
Localidades do Município de Porto Velho	2018	Ponto	<input type="button" value="SHP"/>	<input type="button" value="KML"/>	<input type="button" value="CSV"/>
Praças Distrito Sede Porto Velho	2018	Ponto	<input type="button" value="SHP"/>	<input type="button" value="KML"/>	<input type="button" value="CSV"/>
Unidades Municipais de Educação	2018	Ponto	<input type="button" value="SHP"/>	<input type="button" value="KML"/>	<input type="button" value="CSV"/>
Unidades Municipais de Saúde	2018	Ponto	<input type="button" value="SHP"/>	<input type="button" value="KML"/>	<input type="button" value="CSV"/>
Unidades Municipais de Assistência Social	2018	Ponto	<input type="button" value="SHP"/>	<input type="button" value="KML"/>	<input type="button" value="CSV"/>
Ofícios de Imóveis	2018	Ponto	<input type="button" value="SHP"/>	<input type="button" value="KML"/>	<input type="button" value="CSV"/>
Terras Indígenas do Município de Porto Velho	2018	Polígono	<input type="button" value="SHP"/>	<input type="button" value="KML"/>	<input type="button" value="CSV"/>
Unidades de Conservação do Município de Porto Velho	2018	Polígono	<input type="button" value="SHP"/>	<input type="button" value="KML"/>	<input type="button" value="CSV"/>
Setores Fiscais Distrito Sede Porto Velho	2018	Polígono	<input type="button" value="SHP"/>	<input type="button" value="KML"/>	<input type="button" value="CSV"/>
Feiras Livres Distrito Sede Porto Velho	2018	Ponto	<input type="button" value="SHP"/>	<input type="button" value="KML"/>	<input type="button" value="CSV"/>
Sítios Arqueológicos do Município Porto Velho	2018	Ponto	<input type="button" value="SHP"/>	<input type="button" value="KML"/>	<input type="button" value="CSV"/>

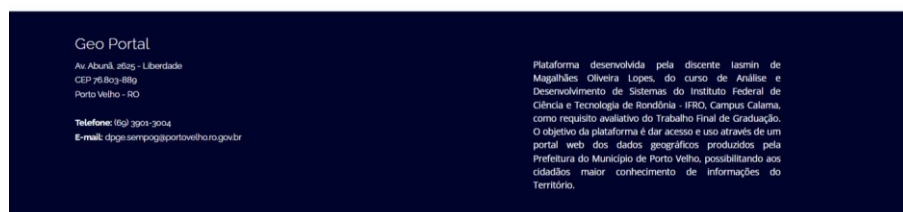


Figura 08 - Interface Gráfica da Tela de Baixar Camadas. Fonte: Autora, 2022.

4.3.3. Tela de Metadados

A estrutura da página de metadados é semelhante à página de download, o usuário vai poder clicar no botão 'Acessar Metadado' e visualizar as informações de cada camada. Os metadados fornecem informações essenciais para a identificação e compreensão do mapa. Eles também tornam o mapa mais facilmente recuperável por meio das ferramentas de pesquisa.

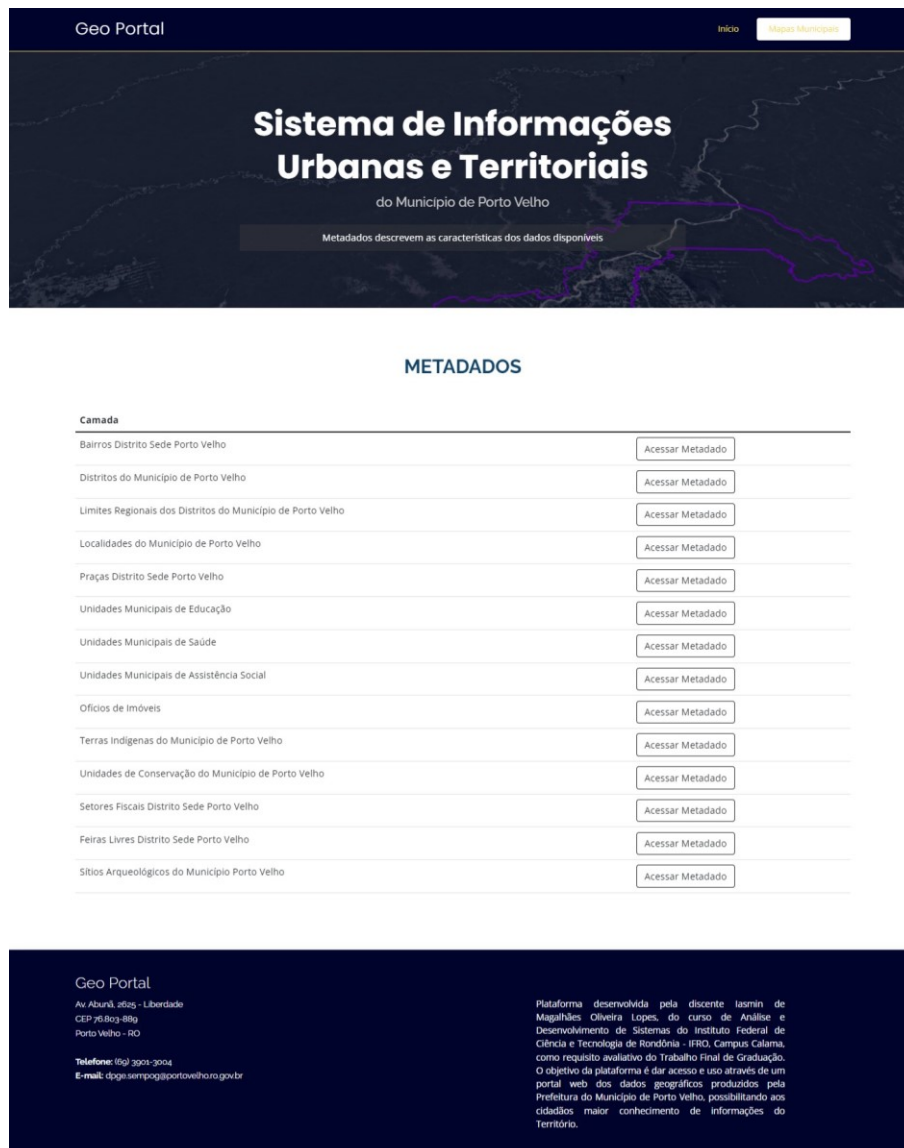


Figura 09 - Interface Gráfica da Tela de Metadados. Fonte: Autora, 2022.

4.3.4. Tela de Mapas Temáticos

A página de mapas temáticos possui estrutura semelhante às demais, diferenciando-se pela disposição de botões com os temas dos mapas para que o usuário escolha e acesse a página individual de cada um, como pode ser visto na Figura 10.

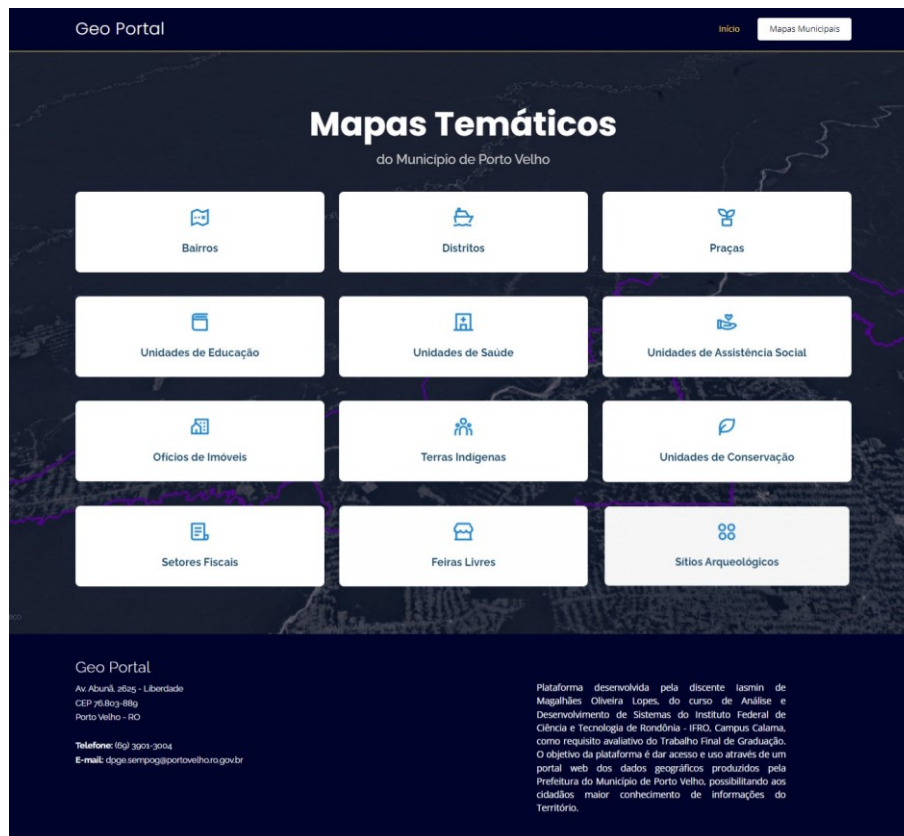


Figura 10 - Interface Gráfica da Tela de Mapas Temáticos. Fonte: Autora, 2022.

4.3.5. Tela de Mapa

Seguindo um padrão de ferramentas SIG estabelecido ao longo dos anos pelos grandes sistemas web (como Google Earth, Google Maps, Open Street Maps etc), a maior parte da Interface de Usuário é ocupada pelo Mapa que é a principal informação de um Sistema de Informações Geográficas - SIG.

No mapa estão presentes os controles de camadas e zoom que permitirão que o usuário interaja dinamicamente, além disso estão a escala gráfica e legenda para auxiliar o usuário na compreensão geral. Tanto o mapa quanto os controles são implementados através do Leaflet JS.

Buscando facilitar o acesso, a barra lateral possui botões para baixar as camadas disponíveis naquele mapa, seus metadados e informações gerais sobre o sistema, para que o usuário não precise voltar à página principal, de download e/ou de metadados para ter acesso àquelas informações.

Ao clicar sobre algum ponto, linha ou polígono do mapa, é disparado um evento e o elemento Popup aparece. Neles estão contidas informações sobre o ponto clicado. Esse elemento busca as informações da camada diretamente do Geoserver.

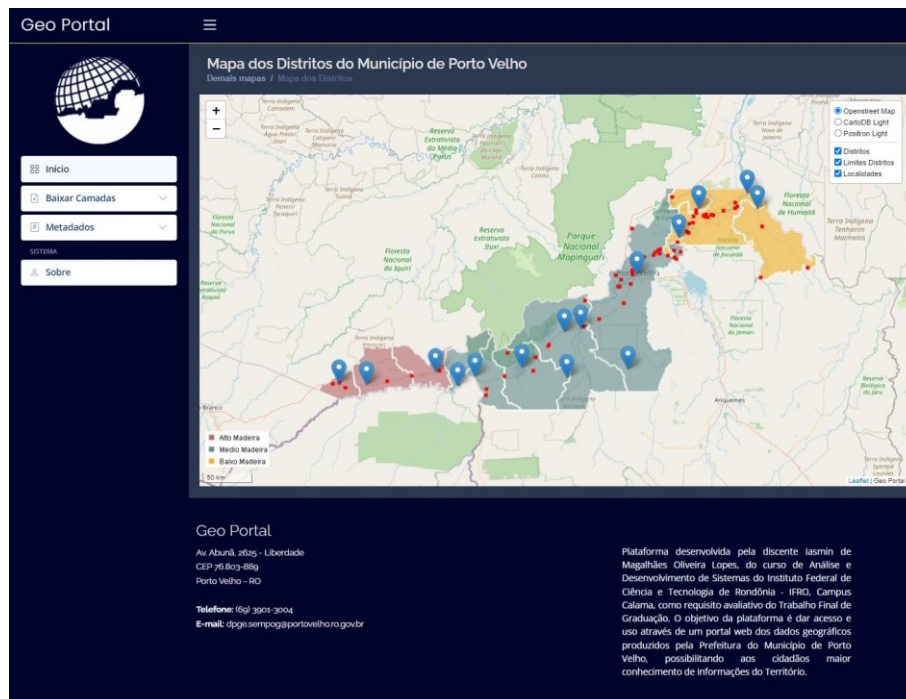


Figura 11 - Interface Gráfica da Tela de Mapa. Fonte: Autora, 2022.

4.4. Futuras implementações

Para melhoria do Sistema, sugere-se criação de painéis dinâmicos de informações para cada mapa, por exemplo um painel sobre a população do mapa de bairros. A ampliação e inserção de mais dados ao banco. Disponibilidade de uma área de login para que usuários permitidos entrem e deem suas contribuições ao banco de dados.

Incorporação de funções de SIG para permitir a realização de análise espacial. Implementação de mais mecanismos aos mapas, como campo de pesquisa de dados direto ao banco, além de inserção de controles de cálculo de áreas e distâncias.

Implementar escala animada (zoom dinâmico), isto é, variar a densidade de informações apresentadas e a simbolização conforme o nível de zoom.

5. CONCLUSÃO

O Geoportal proposto no presente trabalho, apesar de ainda estar em fase inicial, representa um avanço em relação ao uso e publicidade da informação geoespacial disponível do Município de Porto Velho, levando em consideração uso de tecnologias livres para elaboração do Sistema. A capacidade de troca de informações que o sistema dispõe, possibilita a interação entre as mais variadas fontes de dados.

Para alcançar o objetivo principal foi necessário estudar os conceitos de Bancos de Dados Geográficos, Servidores de Mapas, Servidores HTTP e buscar o auxílio de bibliotecas como Leaflet JS para desenvolvimento do sistema.

Compreende-se a importância em incorporar tecnologias livres no âmbito das atividades de gestão pública, pois há a necessidade de otimização das tarefas aliado ao baixo custo, com a adoção de tecnologias de código aberto, há maior possibilidade do desenvolvimento tecnológico e a democratização da informação.

REFERÊNCIAS

CASANOVA, Marco. CÂMARA, Gilberto. DAVIS, Clodoveu. VINHAS, Lúbia. QUEIROZ, Gilberto. **Banco de Dados Geográficos**. Curitiba, Editora Mundogeo, 2005.

BORGES, Karla Albuquerque de Vasconcelos. **Modelagem de Dados Geográficos**. Curso em Especialização em Geoprocessamento - UFMG, 2002.

DAVIS, Clodoveu. BORGES, Karla. SOUZA, Ligiane. CASANOVA, Marco. JÚNIOR, Paulo. **Open Geospatial Consortium**. Geoprocessamento - 03-Bancos de Dados Geográficos - Parte III - Interoperabilidade - Cap 11.

DIONÍSIO, José Edson. **PostgreSQL Tutorial**. DEVMEDIA. 2015. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/postgresql-tutorial/33025>. Acesso em: 18 jun. 2021.

DEVMEDIA. **jQuery Tutorial**. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/jquery-tutorial/27299>. Acesso em: 10 jan. 2022.

FILHO, Getulio Silva. FILHO, Daniel Regis. OLIVEIRA, Francisco. **Utilização de Ferramentas Livres de Webmapping Aplicada ao Planejamento Territorial. Estudo de Caso: Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi**. UDESC – Laboratório de Geoprocessamento - Geolab. Florianópolis - SC, 2007.

LIMA, Guilherme. **Bootstrap - O que é, como e quando usar?** Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/bootstrap>. Acesso em: 12 dez. 2021.

MELO, Diego. **O que é Node.js? Guia para iniciantes**. TecnoBlog. 2021. Disponível em: <https://tecnoblog.net/410498/o-que-e-node-js-guia-para-iniciantes/>. Acesso em: 18 jun. 2021.

NIELSEN, Jakob. **Usability 101: Introduction to Usability**. NNGroup. 2012. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>. Acesso em: 18

jun. 2021.

PORTO VELHO. Prefeitura de Porto Velho. **Lei Complementar n. 838, de 04 de fevereiro de 2021**. Diário Oficial do Município. Porto Velho, 14 de junho de 2021. Disponível em: https://sapl.portovelho.ro.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2021/12552/lei_complementar_n._838_de_04.02.2021.pdf. Acesso em: 11 jun. 2021.

QGISBrasil. **Uso do QGIS Server e banco de dados PostgreSQL em mapas interativos**. Youtube, 29/05/2021. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=0yMXbew4tsA>> Acesso em: 30 jun. 2021.

REZENDE, Lidiane. BORGES, Karla. **Infraestrutura de Dados Espaciais Municipal da Prefeitura de Belo Horizonte/MG: o uso de geotecnologias como referência para construção de uma IDE Ambiental**. 7º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Jardim, 2018.

VINTEUM. **Ajax fácil com jQuery**. Disponível em: <https://vinteum.com/ajax-facil-com-jquery/>. Acesso em 10 jan. 2022.