

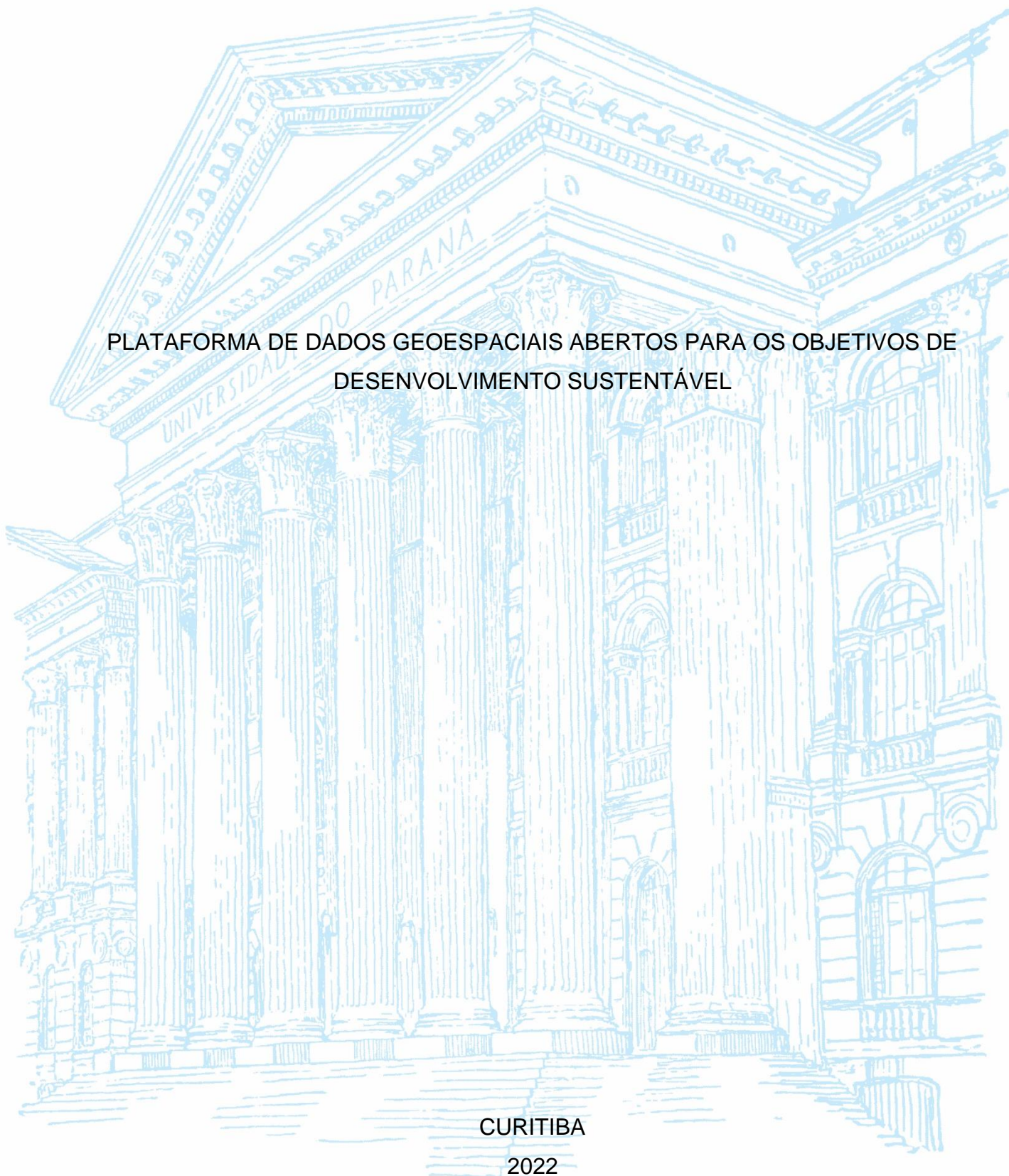
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RAYSSA FIGUEIREDO DE MEDEIROS

PLATAFORMA DE DADOS GEOESPACIAIS ABERTOS PARA OS OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

CURITIBA

2022



RAYSSA FIGUEIREDO DE MEDEIROS

PLATAFORMA DE DADOS GEOESPACIAIS ABERTOS PARA OS OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Silvana Philippi Camboim

CURITIBA

2022

Aos meus pais, por sempre acreditarem e confiarem em mim, que foram minha fonte de inspiração até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a minha família, que sempre me apoiou e me incentivou a embarcar nessa jornada da graduação longe de casa. Por todo apoio emocional e suporte para que esse sonho fosse possível.

Ao meu companheiro, por todo suporte e auxílio emocional nos últimos anos de graduação.

Aos meus colegas de curso, que fizeram esse período ser mais leve, no qual pude fazer amizades que levarei para a vida fora do ambiente acadêmico e, que sempre farão parte das boas memórias.

À minha orientadora professora Dra. Silvana Camboim, por toda a paciência e ensinamentos ao longo desses anos, principalmente por me mostrar a área de tecnologia, que me fez perceber a aptidão e gosto pela área.

RESUMO

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU) como parte da Agenda 2030 são uma importante ferramenta para a proposição e monitoramento de políticas públicas. Os ODS estão ligados a uma série de indicadores, e em vários casos a informação geoespacial é crucial para o entendimento da distribuição das questões no espaço geográfico. Este trabalho teve como objetivo desenvolver uma aplicação *web* em formato *dashboard*, com a finalidade de atender a necessidade de obter dados oriundos de fontes públicas e dados abertos, prover visualizações espaciais e análises estatísticas sobre os indicadores ligados aos ODS. Esse trabalho utilizou recortes espaciais distintos e uma visão espacial em diversos níveis de detalhe, se beneficiou e concentrou dados abertos de forma unificada e adaptada às necessidades dos usuários, em código aberto, a fim de produzir uma aplicação *web* geoespacial para servir como um modelo reprodutível para gestores, comunidade acadêmica e a sociedade como ferramenta de monitoramento e revisão dos ODS. O trabalho resultou em uma aplicação publicada na *web*, com mapas e dados obtidos através de API e plataformas públicas e de livre acesso, totalizando sete páginas, sendo uma página inicial e uma para cada um dos seis primeiros Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Palavras-chave: ODS. *dashboard*. Cartografia. aplicação *web*. *Streamlit*

ABSTRACT

The Sustainable Development Goals (SDGs) proposed by the United Nations (UN) as part of the 2030 Agenda are an important tool for proposing and monitoring public policies. The SDGs are linked to a series of indicators, and in many cases geospatial information is crucial to understanding the distribution of issues across geographic space. This work aimed to develop a web application in dashboard format, in order to meet the need to obtain data from open sources and open data, freely available, provide spatial visualizations and statistical analysis on the indicators linked to the SDGs. This work used distinct spatial clippings and a detailed spatial view, benefited and concentrated open data in a unified way and adapted to the users' needs, as an open-source app, in order to produce a geospatial web application to serve as a reproducible model for managers, community academia and society as a tool for monitoring and reviewing the SDGs. The work resulted in an web application with maps and data accessed through API and open source platforms, with the total of seven pages, one home page and one for each of the first six Sustainable Development Goals.

Keywords: SDG. dashboard. Cartography. web app. Streamlit.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	17
FIGURA 2 - FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA.....	26
FIGURA 3 - DIAGRAMA DE CASOS DE USO.....	30
FIGURA 4 - ARQUITETURA DO SISTEMA.....	33
FIGURA 5 - MODELO DA ESTRUTURA DA PÁGINA.....	35
FIGURA 6 - ESQUEMA REPRESENTANDO A RELAÇÃO ENTRE O GITHUB E A APLICAÇÃO.....	37
FIGURA 7 - ESTRUTURA DA CODIFICAÇÃO DESENVOLVIDA.....	38
FIGURA 8 - EXEMPLO DE CABEÇALHO.....	39
FIGURA 9 - PÁGINA INICIAL.....	40
FIGURA 10 - API DAS NAÇÕES UNIDAS.....	41
FIGURA 11 - TAXA DA POPULAÇÃO QUE VIVE ABAIXO DA LINHA DA POBREZA	42
FIGURA 12 - PIB PER CAPITA POR PAÍS.....	44
FIGURA 13 - PORCENTAGEM DE SUBNUTRIÇÃO POR PAÍS.....	45
FIGURA 14 - CASOS DE COVID-19 POR BAIRRO DE CURITIBA - PR.....	49
FIGURA 15 - TAXA DE ANALFABETISMO POR UF DO BRASIL.....	52
Figura 16 - PROPORÇÃO DE MULHERES SEM INSTRUÇÃO.....	53
FIGURA 17 - PROPORÇÃO DE FEMINICÍDIOS EM RELAÇÃO A HOMICÍDIOS DOLOSOS.....	54
FIGURA 18 - PROPORÇÃO DE MORTES DE MULHERES POR AGRESSÃO (2016 - 2019).....	54
FIGURA 19 - CASAMENTOS PREMATUROS.....	55
FIGURA 20 - ELEIÇÕES MUNICIPAIS DE 2012 COM PERCENTUAL DE PREFEITAS ELEITAS.....	55
FIGURA 21 - PROPORÇÃO DE CASOS DE AIDS E/OU HIV ENTRE MULHERES (2015 - 2019).....	56
FIGURA 22 - TAXA MÉDIA DE MORTALIDADE MATERNA.....	56
FIGURA 23 - PROPORÇÃO DE ESTABELECIMENTOS RURAIS COM PROPRIETÁRIAS MULHERES.....	57
FIGURA 24 - REDE DE APOIO À MULHER.....	57
FIGURA 25 - REPRESA DO IRAÍ.....	58

FIGURA 26 - REDE DE DRENAGEM NA REGIÃO SEMIÁRIDA DE ALAGOAS.....	59
FIGURA 27 - DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL DO BRASIL	60

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - PIB PER CAPITA DO PAÍS SELECIONADO PELO USUÁRIO.....	43
GRÁFICO 2 - PORCENTAGEM DE SUBNUTRIÇÃO POR REGIÃO	46
GRÁFICO 4 - PREVALÊNCIA DE SUBNUTRIÇÃO POR SEXO	47
GRÁFICO 5 - INFORMAÇÕES SOBRE OS CASOS DE COVID-19.....	49
GRÁFICO 6 - TOTAL DE CASOS POR BAIRRO	50
GRÁFICO 7 - TOTAL DE CASOS PARA CURITIBA - PR	50
GRÁFICO 8 - TAXA DE ANALFABETISMO POR REGIÃO DO BRASIL	52
GRÁFICO 9 - VAZÃO DE PERMANÊNCIA 95% POR RIO AO LONGO DA BACIA HIDROGRÁFICA.....	61

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – METADADOS DOS DADOS UTILIZADOS	31
TABELA 2 - LINGUAGEM CARTOGRÁFICA.....	32
TABELA 3 - ESCALAS.....	33
TABELA 4 - ANÁLISE DE PERFORMANCE.....	62

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - BIBLIOTECAS PYTHON UTILIZADAS	34
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

API - Application Programming Interface
CSV – Comma-Separated Values
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETL – Extract Transform Load
FTP - File Transfer Protocol
GEOJSON – Geographic JavaScript Object Notation
HTML - HyperText Markup Language
HTTP - Hypertext Transfer Protocol
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICA - International Cartographic Association
IDE - Integrated Development Environment
INDE - Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
IoT - Internet of Things
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPPUC – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba
JSON - JavaScript Object Notation
ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OGC - Open Geospatial Consortium
ONU - Organização das Nações Unidas
PIB – Produto Interno Bruto
REST - Representational State Transfer
SIG - Sistema de Informações Geográficas
UF – Unidades da Federação
UN - United Nations

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	15
1.1.1 Objetivo geral	15
1.1.2 Objetivos específicos.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 AGENDA 2030	16
2.1.1 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	16
2.1.2 Indicadores ODS e dados geoespaciais.....	17
2.1.3 Cartografia para os ODS	18
2.1.3.1 Projeto Cartográfico.....	19
2.2 DADOS ABERTOS	19
2.2.1 Política Nacional de Dados Abertos	20
2.2.2 Licença de Dados Abertos	21
2.3 ESTRUTURA REST	22
2.4 API 23	
2.5 OGC API	23
2.6 REPRESENTAÇÕES GEOESPACIAIS	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1 MATERIAIS	26
3.2 MÉTODOS	27
3.2.1 Área de estudo	27
3.2.2 Definição do usuário e suas necessidades	28
3.2.3 Modelagem do sistema	28
3.2.3.1 Modelo Conceitual.....	28
3.2.4 Definição das camadas	30
3.3 LINGUAGEM CARTOGRÁFICA	32
3.3.1 Escala.....	32
3.3.2 Arquitetura do sistema e tecnologias.....	33
3.3.3 Bibliotecas Python	34
3.4 PROTÓTIPO DA INTERFACE	35
3.5 PUBLICAÇÃO DA APLICAÇÃO	35
3.5.1 GitHub/Streamlit	36

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	38
4.1 PROJETO DO SISTEMA	38
4.2 APLICAÇÃO <i>WEB</i>	39
4.2.1 Página Inicial	40
4.2.2 ODS 1 - Erradicação da pobreza	41
4.2.3 ODS 2 - Fome zero e agricultura sustentável.....	44
4.2.4 ODS 3 - Saúde e bem-estar	47
4.2.5 ODS 4 - Educação de qualidade	50
4.2.6 ODS 5 - Igualdade de gênero.....	53
4.2.7 ODS 6 - Água potável e saneamento	58
4.3 ANÁLISE DE PERFORMANCE	61
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	65
REFERÊNCIAS	67
APÊNDICE 1 – DIAGRAMA DE CASOS DE USO	70

1 INTRODUÇÃO

A informação geoespacial descreve a localização física de elementos geográficos e suas relações com outros elementos e informações estatísticas associadas. Ela reflete o mundo físico no qual todas as atividades humanas, econômicas e ambientais estão presentes, fornecendo uma versão virtual do nosso mundo. Fundamental para estruturar um país, é um componente crítico na tomada de decisões, permitindo integrar uma ampla variedade de serviços governamentais que contribuem para o crescimento econômico, a segurança nacional, desenvolvimento, sustentabilidade ambiental e prosperidade nacional (UN-GGIM, 2018, p. 1).

Segundo a UN-GGIM (2018, p. 5), “em todas as esferas espaciais, seja a nível municipal ou nacional, a informação geoespacial existe, em grande quantidade, em todos os governos. A falta de dados acurados, compartilhados e qualificados o suficiente, prejudica a tomada de decisões baseadas nessa informação.”

A Cartografia, como a ciência e arte de representar o espaço, permite analisar grande quantidade de dados e visualizações, para resultar em produtos de fácil entendimento, com poder de atuar na tomada de decisões. Mapas, dados geográficos, tecnologias de mapeamento e habilidades cartográficas, auxiliam na sintetização e representação de dados complexos (KRAAK *et al*, 2020, p. 3).

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), apresentados em 2015 em assembleia com líderes globais, foram elaborados para atender a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, promovida pela Organização das Nações Unidas. Totalizando 17 objetivos, eles concentram os maiores problemas que afetam o mundo coletivamente. Para atingir os objetivos, foram propostos metas e indicadores para auxiliar os países na tarefa, entendendo as diferentes realidades, capacidades e níveis de desenvolvimento, respeitando as políticas internas e prioridades de cada um (KRAAK *et al*, 2020, p. 3).

Ainda segundo a cartilha, a missão inclui acabar com a pobreza, fome, doenças e carências que impedem a vida de prosperar. A meta é se aproximar de um mundo mais livre da violência e do medo, no qual todas as pessoas têm acesso à educação e serviços básicos de saúde. Uma meta ousada, mas que por sua vez, traz oportunidades de provar que a sociedade, em conjunto, é capaz de evoluir. Significativos progressos já foram percebidos ao longo dos anos, como a diminuição

da quantidade de pessoas em situação de extrema pobreza, ou o aumento do acesso à educação para meninos e meninas (KRAAK *et al*, 2020, p. 3).

Com ênfase considerável em medir e monitorar políticas eficientes, ciência, tecnologia e especialmente dados, a Agenda 2030 exige especificamente a necessidade de novas abordagens na aquisição e integração de dados. Dados estes, que incluem observações da Terra e informações geográficas, imprescindíveis para apoiar e quantificar o progresso (G. SCOTT AND A. RAJABIFARD, 2017).

É neste espaço que a Cartografia, definida pela Associação Internacional de Cartografia - ICA, (2011, p. 1) como arte, ciência e tecnologia de representar a superfície, consegue unir elementos quantitativos e representá-los de forma visual com a espacialização mais adequada. O desafio então, é a capacidade de trabalhar com dados, manipular grandes conjuntos e, obtê-los atualizados, dentre a gama de informações desconexas disponíveis. Em um cenário atual, no qual produzimos e consumimos dados todos os dias, o desafio é encontrar informações confiáveis, atuais e de forma aberta. É utilizar o que está disponível, que já representa uma imensa quantidade de dados, de forma construtiva e que possibilita novas oportunidades de conhecimento da realidade.

A Cartografia como instrumento político para a tomada de decisões salienta a importância e necessidade de se trabalhar com dados abertos, de promover discussões acerca do que é importante para a sociedade, através da utilização de fontes públicas e código aberto. Tem-se percebido uma movimentação acerca da disponibilização aberta de dados espaciais, como o OGC (*Open Geospatial Consortium*), que consiste em um padrão de interoperabilidade de um consórcio global de dados geoespaciais, que muito tem contribuído com a elaboração de normas e meios de prover informação geoespacial de forma livre e acessível, através de APIs (*Application Programming Interface*), que possibilitam o acesso e a utilização de diferentes formatos de dados, via *web*.

Sustentado no desejo de apresentar informações e representações que atendam à Agenda 2030, o desafio é consumir dados disponíveis diretamente de seus provedores, através das APIs e promover visualizações múltiplas de diferentes recortes geográficos, que abordam diferentes temáticas pertinentes aos objetivos.

O intuito deste trabalho é explorar o potencial da contribuição da informação geoespacial para representar os ODS, suas metas e indicadores. Apresentar uma

forma de visualizar diferentes dados e recortes geográficos, que representam a realidade, a fim de quantificar e reunir informações que instiguem a tomada de decisões para atingir as metas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo principal deste trabalho é construir uma aplicação *web* em formato *dashboard* com a finalidade de atender a necessidade de obter dados abertos e prover visualizações espaciais dos indicadores ligados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, a partir de uma visão espacial em diversos níveis de detalhe, e a utilizar e concentrar dados abertos de forma unificada.

1.1.2 Objetivos específicos

A fim de cumprir o objetivo principal, foram definidos os seguintes objetivos específicos a serem cumpridos:

- Definir necessidades do usuário, modelagem e funcionalidades do sistema, bem como listar os dados disponíveis para a seleção dos ODS a serem representados;
- Definir quais os dados utilizados para representar os ODS selecionados, assim como suas metas e indicadores;
- Identificar a forma de conexão com as fontes dos dados utilizados e definir a espacialização dos dados e desenvolver o projeto cartográfico de cada mapa;
- Desenvolver a interface da aplicação e páginas para os diferentes ODS;
- Programar a interface da aplicação *web*, e utilização dos dados, através da estrutura API REST.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AGENDA 2030

Acordo firmado entre os 193 Estados-membros da Organização das Nações Unidas (ONU), a Agenda 2030 foi estabelecida em 2015 como um compromisso de todas essas nações com o Desenvolvimento Sustentável. Fruto de observações de diferentes realidades e governos, a Agenda 2030 é resultado de dois anos de pesquisas públicas e engajamento civil sobre os principais problemas enfrentados pela sociedade, até chegar no plano de ação global apresentado em Cúpula ao mundo, com seus 17 principais Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas que abrangem três grandes áreas do desenvolvimento sustentável: social, econômica e ambiental, para os seguintes 15 anos.

Segundo a ONU, no artigo 21 da Agenda 2030, é afirmado que:

Os novos Objetivos e metas entrarão em vigor em 1º de janeiro de 2016 e orientarão as decisões que tomaremos nos próximos 15 anos. Todos nós trabalharemos para implementar a Agenda dentro de nossos próprios países e nos níveis regional e global, levando em conta as diferentes realidades, capacidades e níveis nacionais de desenvolvimento e respeitando as políticas e prioridades nacionais (ONU, 2015, p. 6).

O objetivo principal dessa nova agenda é não deixar ninguém para trás, para isso, enfatiza a importância da ação conjunta de países e governos a se comprometerem com o desenvolvimento sustentável.

2.1.1 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Os ODS foram elaborados como parte da Agenda 2030 com o objetivo ambicioso de atingir o fim da pobreza, a garantia de proteção ambiental e harmonia climática, saúde e educação para todos, a fim de promover um futuro melhor e mais sustentável para as atuais e futuras gerações (ONU, 2015, p. 2).

Os 17 objetivos reúnem desafios globais e problemas enfrentados por todos os países, os quais, cabe a cada governo, organização pública ou privada, e aos próprios cidadãos a tarefa de promover mudanças e propostas para atingir os objetivos e seus líderes podem utilizar dos indicadores globais para reportar seus ODS a nível nacional, regional e local (ONU, 2015, p. 7).

FIGURA 1 - OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



FONTE: Nações Unidas do Brasil (2022).

2.1.2 Indicadores ODS e dados geoespaciais

Os objetivos e metas serão acompanhados e revisados através de um conjunto de indicadores globais. Esses indicadores, abordam todos os objetivos e metas e devem ser complementados por indicadores a nível regional e nacional, desenvolvidos por cada Estado-membro, engajado neste trabalho.

A implementação dos indicadores, incluem a coleta de dados e informações sobre o território, a fim de entender a realidade e situação de cada lugar. A Agenda 2030 afirma a importância da exploração de dados, que têm muito a contribuir no desenvolvimento sustentável. Dados estes, que incluem “observações da Terra e informações geoespaciais, garantindo propriedade no apoio e acompanhamento do progresso.”

Representações geoespaciais, como mapas, têm a capacidade e habilidade de comunicar os ODS de forma visual e representar os problemas de forma a auxiliar na tomada de decisão. Atrelado a isso, vem a importância do cartógrafo ao produzir e disponibilizar produtos que permitam análises detalhadas, e à oportunidade de mostrar o valor dos mapas e dados geoespaciais na representação e alcance dos ODS.

Segundo a ONU e a Associação Cartográfica Internacional - ICA, (2020, p. 4), dados geoespaciais descrevem aspectos do ambiente natural e são construídos a partir de três componentes: a localização, que representa o ONDE, correspondendo

a coordenadas geográficas, expressas em latitude e longitude, por exemplo; os atributos, representando O QUE ou QUEM que se referem a características quantitativas ou qualitativas dos dados; e o tempo, representando a componente temporal QUANDO.

2.1.3 Cartografia para os ODS

Em sua 18ª Assembleia Geral, a Associação Cartográfica Internacional (2019, p. 4) definiu que a “cartografia é a ciência, arte e tecnologia de fazer e usar mapas. Um mapa é uma representação visual abstrata do geoambiente.”

Essa definição simplifica o significado de Cartografia, porém traz consigo uma infinidade de possibilidades ao se produzir ou utilizar mapas.

Segundo Kraak *et al.* (2020), a Cartografia ajuda a solucionar os desafios e realizações para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, afirmando que:

A cartografia permite a análise de grandes quantidades de dados e visualização do resultado para melhor compreensão, e muitas vezes referida como uma ciência e uma forma de arte. A arte é a criação consciente de algo bonito com poder emocional, muitas vezes em forma visual. Este poder deve ser aproveitado para conscientizar o entendimento sobre as agendas prioritárias para um mundo melhor, fornecer ciência e dados para ação e tomada de decisão em momentos que mais importam. (KRAAK et al, 2020, p. 3)

Alinhado às habilidades dos cartógrafos, mapas e tecnologias para ciência de dados integram a sintetização e visualização de dados complexos. Os mapas permitem analisar tendências e fazer comparações entre diferentes áreas e em diferentes períodos de tempo.

Os mapas permitem melhor entendimento das histórias e implicações dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de um país ou região, reduzem a complexidade e revelam padrões espaciais que poderiam passar despercebidos. Dessa forma, possibilitam traçar direções em qual caminho seguir para atender aos objetivos, ao compreender melhor a relação entre os seres humanos e seus ambientes, bem como monitorar indicadores dos ODS. Essas visualizações apoiam a tomada de decisão por autoridades locais e nacionais, e promovem a conscientização pública sobre questões globais para encorajar autoridades a agir.

2.1.3.1 Projeto Cartográfico

A construção do projeto cartográfico é uma tarefa complexa. Envolve elementos de aspectos intelectuais e visuais, tecnológicos e não tecnológicos, individuais e multidisciplinares, que são necessários para representar o espaço do mundo real com toda sua dinâmica e complexidades para um ambiente virtual e estático (DENT, TORGUSIN e HODLER, 2009).

Os mapas representam informações que devem ser entendidas pelo usuário, em um processo conhecido como comunicação cartográfica. A linguagem usada para se comunicar com o usuário é chamada de linguagem cartográfica, que contém um conjunto de símbolos e representações gráficas, permitindo ao usuário interpretar as informações recebidas (SLUTER *et al.*, 2007).

A definição da linguagem cartográfica é baseada em três aspectos: dimensão espacial da feição ou primitiva gráfica para representá-la; o nível de medida definido pelas características dos elementos representados; e as variáveis visuais usadas para representar as feições e suas classificações (VIEIRA *et al.*, 2004).

Sluter (2007) apresenta que as dimensões espaciais do fenômeno a ser representado é que define as primitivas gráficas a serem utilizadas, e são divididas em: ponto, linha e área. Os níveis de medidas são tentativas de estruturar as observações sobre a realidade, e representam o nível de conhecimento que temos sobre as feições que serão representadas nos mapas, divididos em duas categorias: quantitativo e qualitativo. Os níveis de medida quantitativos podem ser denominados de intervalar, quando representam intervalos numéricos, ou de razão, quando as medidas numéricas são absolutas, permitindo a representação de razões. Já os níveis de medida qualitativos, representam elementos os quais não se conhecem as variações numéricas entre as classes, divididos em: nominal, quando se pode identificá-los através de um nome ou palavra-chave; e ordinal, quando se tem uma classificação hierárquica do fenômeno.

2.2 DADOS ABERTOS

Segundo a *Open Knowledge Foundation* (OKFN, 2022), dados abertos são qualquer conteúdo ou informação que podem ser utilizados, reutilizados e distribuídos de forma livre, sem qualquer restrição, seja ela legal, tecnológica ou social.

O ativista de dados abertos e palestrante de políticas públicas David Eaves (2022), defende que dados devem seguir três critérios fundamentais para serem considerados, de fato, abertos:

1. Se o dado não pode ser encontrado e indexado na *web*, ele não existe;
2. Se não estiver aberto e disponível em formato compreensível por máquina, ele não pode ser reaproveitado; e
3. Se algum dispositivo legal não permitir sua replicação, ele não é útil.

Os critérios foram criados para dados abertos governamentais, porém, eles se aplicam a dados abertos de forma geral, até mesmo fora da esfera do ambiente governamental. Um exemplo disso é a utilização desses fundamentos por empresas privadas, organizações da sociedade civil e entidades internacionais.

2.2.1 Política Nacional de Dados Abertos

No Brasil, a Política Nacional de Dados Abertos do Poder Executivo Federal, foi promulgada através do Decreto Nº 8.777, de 11 de maio de 2016, e define as atribuições e diretrizes para divulgar e manter dados abertos no país.

Instituições da Administração Pública têm a obrigação de promover a abertura de seus dados. A Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011, intitulada de Lei de Acesso à Informação, determina que órgãos públicos da administração direta, entes da administração indireta dos Poderes Executivo e Legislativo, incluindo as Cortes de Contas, Judiciário e do Ministério Público em todas as esferas, devem cumprir a abertura de dados.

Ainda segundo o Governo Federal, os beneficiários de dados abertos podem ser qualquer pessoa com conhecimentos técnicos básicos de tratamento de dados. E cada vez mais, outras iniciativas de abertura de dados estão sendo vistas nos Estados e municípios brasileiros.

Os Dados Abertos Governamentais são fundamentados em oito princípios, definidos pelo grupo *Open Government Data*, em 2007 como:

1. **Completos.** Todos os dados públicos estão disponíveis e não estão sujeitos a limitações válidas de privacidade, segurança ou controle de acesso.
2. **Primários.** Os dados são apresentados tais como os coletados na fonte, com o maior nível possível de granularidade e sem agregação ou modificação.
3. **Atuais.** Os dados são disponibilizados o mais rápido possível para preservar o seu valor.

4. **Acessíveis.** Os dados são disponibilizados para o maior alcance possível de usuários e para os propósitos mais variados possíveis.
5. **Processáveis por máquina.** Os dados são razoavelmente estruturados para possibilitar o seu processamento automatizado.
6. **Acesso não discriminatório.** Os dados estão disponíveis a todos, sem que seja necessária identificação ou registro.
7. **Formatos não proprietários.** Os dados estão disponíveis em um formato sobre o qual nenhum ente tenha controle exclusivo.
8. **Livres de licenças.** Os dados não estão sujeitos a regulações de direitos autorais, marcas, patentes ou segredo industrial. Restrições razoáveis de privacidade, segurança e controle de acesso podem ser permitidas na forma regulada por estatutos.

O grupo também salienta a importância de verificar a conformidade dos princípios e ter um contato responsável por esses dados.

Para que seja possível a abertura dos dados e para que eles sejam legíveis por computador, é necessária uma arquitetura de conexão que permita a leitura e interpretação dos dados. Essa arquitetura é sustentada na estrutura REST API, que será abordada a seguir.

2.2.2 Licença de Dados Abertos

De acordo com o IBGE (2020, p. 39), licença para dados abertos é definida como uma Licença Aberta, que consiste em um “acordo de fornecimento de dados que conceda amplo acesso para que qualquer pessoa os utilize, reutilize, e redistribua, estando sujeito a, no máximo, a exigência de creditar a sua autoria e compartilhar pela mesma licença.”

Dados oriundos de órgãos oficiais, como por exemplo, o *OpenStreetMap*, é disponibilizado como dados abertos, sob a licença *Open Data Commons Open Database License (ODbL)* pela Fundação *OpenStreetMap* (OSMF). Na qual, lhe é atribuído os seguintes direitos:

Tem o direito de copiar, distribuir, transmitir e adaptar os nossos dados, desde que atribua a autoria do *OpenStreetMap* e os seus contribuidores. Se alterar ou adicionar conteúdo dos nossos dados, pode distribuir o resultado apenas com a mesma licença. O texto legal completo explica os seus direitos e responsabilidades (*OpenStreetMap*, 2022).

Os dados abertos utilizados de fontes oficiais são considerados confiáveis e que atendem aos critérios estabelecidos para serem reproduzidos. Com isso, é importante também destacar a importância de os dados possuírem metadados, que consistem em dados sobre os dados, produzidos pela fonte responsáveis por sua abertura e disponibilização, que apresenta as informações mais importantes sobre o dado e como utiliza-lo respeitando as condições necessárias para reprodução e licença de dados necessárias.

2.3 ESTRUTURA REST

Segundo Chen, *et. al.* (2016, p. 2), a estrutura REST é uma especificação técnica sobre a intercomunicação entre aplicações *web*. A estrutura REST pode ser entendida como um conjunto de regras para que a comunicação entre a *Application Programming Interface* (API) e o banco de dados ocorra de forma eficiente e padronizada.

De acordo com o MDN (*Mozilla Developer Network*), a Transferência de Estado Representacional ou simplesmente REST, refere-se a um grupo de restrições de *design* de arquitetura de *software* que trazem sistemas eficientes, confiáveis e escaláveis.

Adotar o método REST, leva a uma arquitetura simples, escalável, eficaz, segura e confiável. Construído sob o método HTTP, que consiste em um protocolo de comunicação entre servidor e cliente, a API REST permite respostas de forma rápida, na qual se tem alto volume de dados e troca de dados sendo processados. Algumas aplicações da estrutura REST API podem incluir as interações nas redes sociais, *sites* de *E-Commerce*, aplicações *web desktop* e *mobile*, repositórios de dados e serviços de troca de mensagens (NOLETO, CAIRO, 2022).

O método HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) consiste em um protocolo que determina diferentes ações que o cliente pode realizar quando navega em algum site ou aplicação na internet. É a comunicação entre a ação executada pelo cliente com o servidor daquele site ou aplicação.

Segundo Fonseca (2020), ao fazer uma requisição, informar o método é obrigatório, e os métodos HTTP indicam para o servidor qual a ação será realizada, e os mais utilizados são o GET, POST, PUT e DELETE. Os métodos HTTP mais utilizados são:

- GET – é usado para o envio de dados ou recursos do servidor;

- POST – é usado para o envio de dados ao servidor;
- DELETE - é usado para deletar dados no servidor;
- PUT - é usado para modificar dados no banco de dados;

Existem outros métodos HTTP, como PATCH, OPTIONS e HEAD. Entretanto, os citados acima são os mais usados, principalmente em aplicações *web*, que é o objeto deste trabalho.

2.4 API

A definição de *Application Programming Interface* (API) ou em tradução livre para “Interface de Programação de Aplicações” pode ser vista de diversas formas, entre as quais alguns autores preferem listar características para instigar ao leitor sua própria maneira de compreender, enquanto outros apresentam uma definição mais concreta, como é apresentada por Cairo (2022) como “um conjunto de rotinas e padrões estabelecidos e documentados para que uma determinada aplicação de *software* tenha autorização para utilizar as suas funcionalidades, sem precisar conhecer as anuências dessa implementação.”

Historicamente, a API existe desde a invenção dos computadores portáteis, e serviam naquele primeiro momento como forma de conexão entre dois ou mais programas (IBM, 2016).

Desde então, a sua utilização tem sido contínua e ampliada. A interconexão de pessoas, aplicativos e sistemas do mundo de hoje é alimentada por API, que cria diariamente esse ecossistema digital, que conecta negócios e agrega valor para a economia, permitindo ao homem desenvolver mais capacidades (ABIGEE, 2016; ANUFF, 2017).

2.5 OGC API

O *Open Geospatial Consortium* (OGC) é um consórcio de dados abertos que busca facilitar o fornecimento de dados geoespaciais para a *web*. Está sendo desenvolvido com base no legado dos padrões OGC *Web Service* (WMS, WFS, WCS, WPS, etc.), e definem APIs centradas em recursos que aproveitam as práticas modernas de desenvolvimento da *web* (OGC, 2020).

O uso de serviços *web*, baseado principalmente em padrões de interoperabilidade do OGC, para acesso direto aos dados via geoserviços, caracteriza um modelo orientado aos usuários, marcando a atual geração com o

avanço nas tecnologias de informação e comunicação e um progresso global significativo em seu uso efetivo (BUDHATHOKI & NEDOVIC-BUDIC, 2008).

O OGC é uma iniciativa que fomenta a importância da disponibilização de dados abertos, de maneira consistente para a comunidade. Seguindo padrões definidos, a API OGC é organizada por tipo de recurso, em blocos de construção modulares, com respostas no formato JSON e HTML.

Segundo Liang *et al.* (2016), organizações que precisam de plataformas baseadas na *web* podem se beneficiar da API OGC para gerenciar, armazenar, compartilhar e analisar dados baseados em *Internet of Things* (IoT). A API simplifica e acelera o desenvolvimento de aplicativos IoT.

2.6 REPRESENTAÇÕES GEOESPACIAIS

Segundo Claar, *et al.* (2020), os dados espaciais trazem informações geográficas que quando representadas de forma visual, apresentam as principais informações em uma única tela e permite a comunicação com o usuário.

Os *dashboards*, muitas vezes utilizados como forma de representação, são definidos pela ESRI (2020), como produtos de informações essenciais, tais como mapas e aplicativos que fornecem um componente crítico para a infraestrutura geoespacial, representado em uma única tela com rápidas visualizações.

Os *dashboards* geoespaciais começaram a ser utilizados na década de 1990, para visualizar informações baseadas em mapas e modelos estatísticos, e também para gerar serviços através do Sistema de Informações Geográficas (SIG). Os *dashboards* são usados para fornecer atividades de coleta, seleção e avaliação de dados, para autoridades e governo local, a fim de atingir diferentes objetivos. Também são projetados como ferramentas de *big data* e IoT para apresentar e monitorar tendências e também pode trabalhar com mineração de dados. (PATEL, *et al.* 2021, p. 1).

As múltiplas visualizações que os *dashboards* podem oferecer na representação de dados contribuem para a sumarização de informações relevantes concentradas em um espaço. Segundo Patel *et al.* (2021, p. 1), na era atual, os *dashboards* geoespaciais mais avançados como modelos de análises em tempo real, foram construídos através da tecnologia da informação e comunicação.

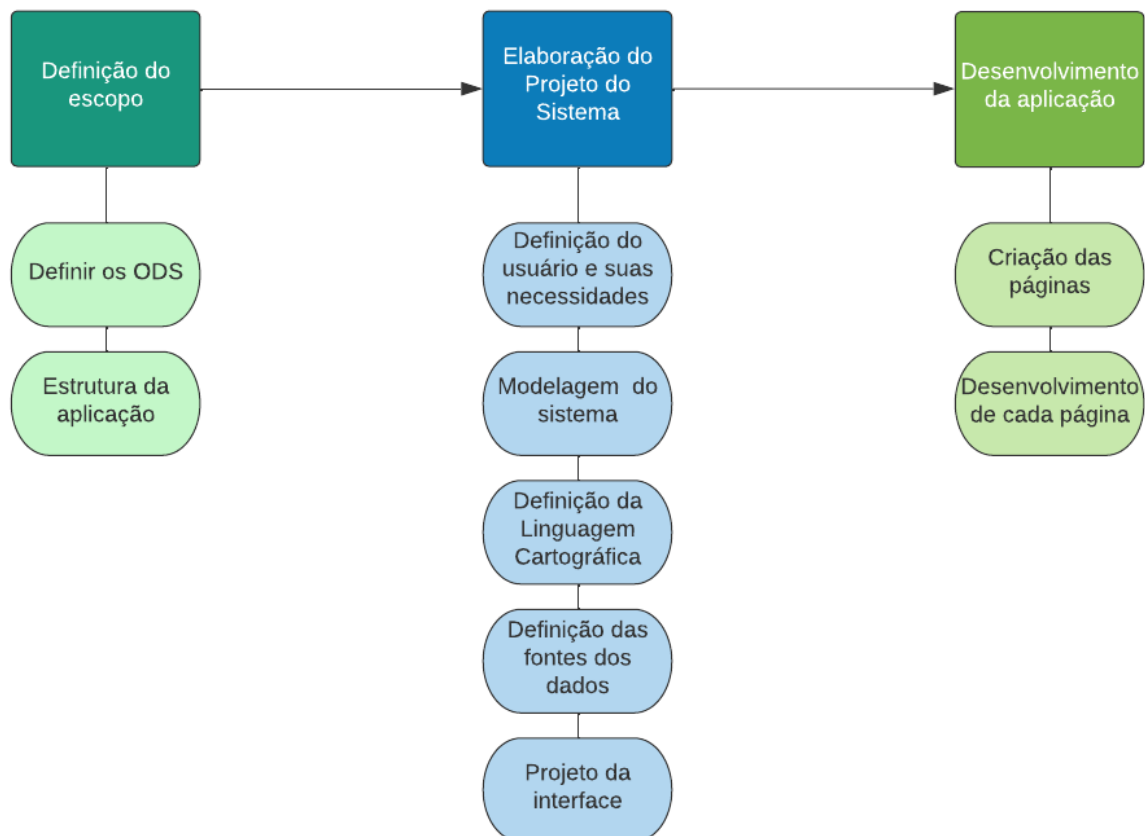
Patel *et al.* (2021, p. 1) afirma que os *dashboards* geoespaciais apresentam dois componentes principais: indicadores e modelo analítico. O primeiro é

responsável por trabalhar com os dados propriamente ditos, assim como valores binários para refinamento dos dados. O segundo é capaz de proporcionar a interatividade com o usuário, visualização dinâmica e granularidade fina.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento deste trabalho se deu através da execução de etapas, começando com a seleção dos ODS a serem representados, definição da área de estudo, definição das fontes dos dados a serem utilizados para representar cada ODS, definição dos tipos e formatos dos dados, definição do usuário e suas necessidades, modelagem do sistema através do diagrama de Casos de Uso, definição dos mapas, gráficos e outras formas de representação para os dados, escala e a linguagem cartográfica. Por fim, foi desenvolvida a interface da aplicação *web* e uma página para cada ODS.

FIGURA 2 - FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA



FONTE: A autora (2022).

3.1 MATERIAIS

Os materiais utilizados durante a execução desse projeto, foram listados e agrupados de acordo com sua utilização:

Modelagem e estruturação:

- LucidChart: Aplicativo de diagramação *web* utilizado para a criação de fluxogramas e diagrama de casos de uso;
- Streamlit: *Framework* utilizado para suportar e publicar a aplicação *web*;
Implementação:
- Python: Linguagem de programação orientada à objeto, utilizada para escrita dos códigos e utilização de suas bibliotecas;
- PyCharm: Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) utilizado em programação de computadores, especialmente desenvolvido para a linguagem Python;
Versionamento e publicação:
- Git: Sistema de versionamento distribuído, utilizado no desenvolvimento de software;
- GitHub: Plataforma de hospedagem de código-fonte e arquivos através do sistema Git;

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Área de estudo

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável representam 17 objetivos e metas a serem alcançados, abrangem temas completamente diferentes e que abordam áreas distintas que afetam e se fazem presentes na vida do ser humano. Devido à extensão das temáticas e à infinidade de possibilidades ao escolher dados para representar os ODS, foram selecionados seis objetivos globais a serem representados na aplicação, com a justificativa de que o projeto é um modelo reproduzível, que pode ser utilizado posteriormente como forma de representação a todos os demais ODS.

Levantar dados para entender a situação atual de cada área é uma tarefa exaustiva e que demanda tempo, considerando que além das temáticas, há de se pensar na área de estudo analisada. Dados estatísticos sobre o analfabetismo no Brasil, por exemplo, são consideravelmente diferentes de dados sobre o analfabetismo na Europa, ou de bairros em uma cidade no interior da Bahia, pois representam escalas diferentes para se analisar o mesmo tema, que resultam em diferentes proporções que não podem ser analisadas separadamente, mas sim, dentro de um contexto e recorte geográfico.

Sendo assim, a área de estudo abordada na aplicação variou para cada tema ou ODS apresentado, sendo definido um recorte geográfico diferente para cada um:

1. Erradicação da pobreza: nível global, divisão nacional dos países;
2. Fome zero e agricultura sustentável: nível global, divisão nacional dos países;
3. Saúde e bem-estar: nível municipal, divisão de bairros de Curitiba - Paraná;
4. Educação de qualidade: nível nacional, divisão das Unidades da Federação do Brasil;
5. Igualdade de gênero: nível estadual, divisão municipal do Estado do Paraná;
6. Água potável e saneamento: nível nacional, extensão administrativa do Brasil, e nível regional, bacia hidrográfica do Estado do Piauí;

3.2.2 Definição do usuário e suas necessidades

O usuário da aplicação foi definido como sendo gestores, a comunidade acadêmica e a sociedade de forma geral que têm interesse em obter informações sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável definidos pela ONU, disponibilizadas de forma livre e que possam auxiliar na tomada de decisões para atingir suas metas ou indicadores.

A aplicação é um modelo reproduzível, para que os usuários possam se beneficiar e usufruir dos *dashboards* e informações contidas nela. É um projeto piloto, que pode servir de inspiração para outras aplicações e suas necessidades. Ademais, qualquer usuário com acesso à internet e conhecimento prévio em reconhecer recortes geográficos, pode se beneficiar da aplicação.

3.2.3 Modelagem do sistema

A modelagem do sistema foi feita com base no diagrama de Casos de Uso, que representa as ações que podem ser realizadas dentro do sistema e quem pode ou deve executar cada ação, representando os atores. Dessa forma, o diagrama apresenta as relações entre as ações e os atores envolvidos no sistema.

3.2.3.1 Modelo Conceitual

O Diagrama de Casos de Uso tem por objetivo mostrar as diferentes maneiras que o usuário pode interagir com o sistema. Na Linguagem de Modelagem Unificada (UML), o diagrama representa um resumo dos detalhes dos usuários do sistema, e suas interações com ele.

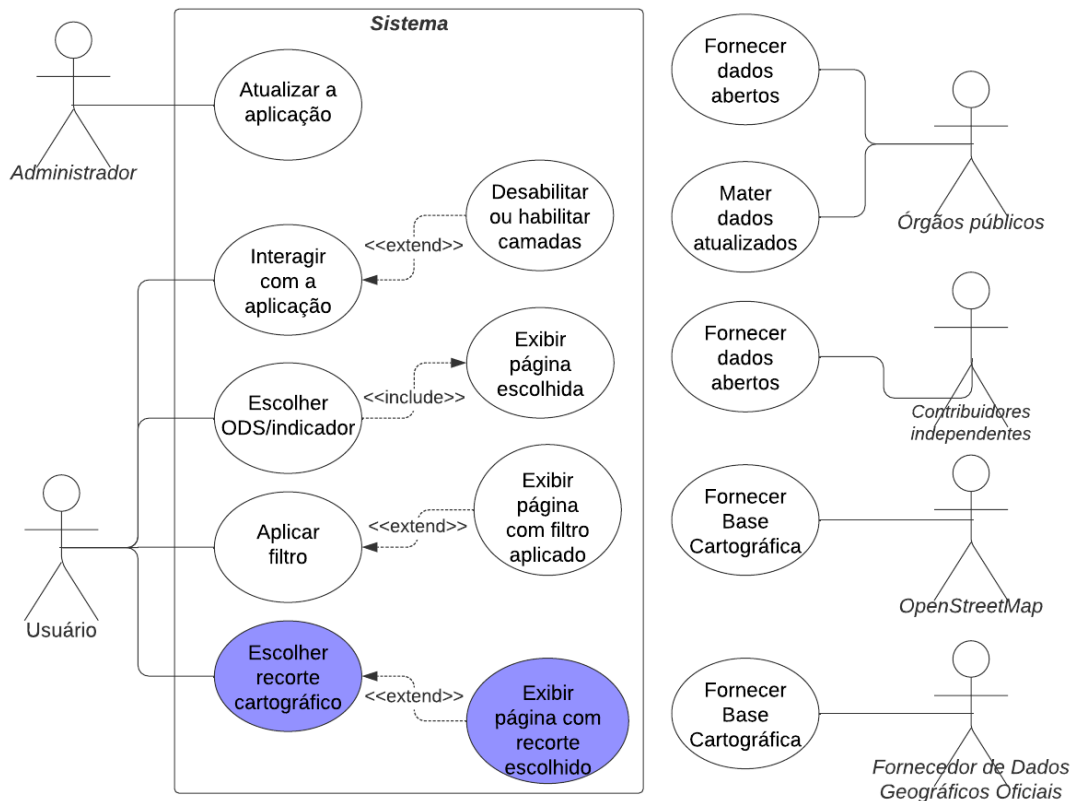
O Diagrama de Casos de Uso mostra os atores que têm relação direta com o sistema, como o usuário que é quem irá utilizá-lo e o administrador do sistema, que é o responsável por manter a aplicação funcionando. Assim como, também mostra os atores que se fazem presente de forma indireta, posicionados à direita no diagrama, fora do sistema, representando as fontes dos dados, que fornecem as bases cartográficas e os dados utilizados.

Os relacionamentos do sistema são representados pelas linhas, que conectam os atores às ações, e podem ter diferentes significados, como as linhas *extend*, que representam uma relação opcional, que pode acontecer caso seja executada, mas não interfere na ação principal. Enquanto o *include* indica uma relação obrigatória, na qual o ator tem de executá-la para cumprir a ação.

O usuário representa gestores, comunidade acadêmica, sociedade de forma geral ou qualquer pessoa que acesse a aplicação a fim de se beneficiar e usufruir dos *dashboards* e informações contidas nela. Ele pode executar diversas ações ao utilizar a aplicação, que são representadas pelos casos de uso no diagrama, como escolher o ODS que deseja visualizar, ou seja, escolher a página da aplicação mostrada na tela. Pode interagir com a aplicação, que contém mapas e gráficos interativos, ao habilitar ou desabilitar camadas e aplicar filtros aos gráficos.

O administrador representa o responsável por manter a aplicação disponível e funcionando, e sua única ação apresentada no diagrama é atualizar a aplicação. Os atores que atuam de forma indireta foram listados como: Órgãos públicos, que são responsáveis por prover dados de fontes oficiais, atendendo aos critérios de dados abertos, que foram utilizados para as representações e análises; Contribuidores independentes, que fornecem dados gerados de forma independente, sem ligação à órgãos públicos, mas que conferem confiabilidade e responsabilidade pelos dados; *OpenStreetMap*, responsável por fornecer a base cartográfica utilizada na construção dos mapas; e Fornecedor de Dados Geográficos, que são as fontes de dados com informações geográficas, especificamente os dados geoespaciais utilizados. O Diagrama de Casos de Uso é apresentado na FIGURA 3.

FIGURA 3 - DIAGRAMA DE CASOS DE USO



FONTE: A autora (2022).

As cores das ações foram escolhidas para representar diferentes abordagens, sendo a cor branca para as ações e relações desenvolvidas e azul para as previstas.

3.2.4 Definição das camadas

Os dados escolhidos para representar os ODS respeitam a área de estudo definida para cada um. O levantamento dos dados foi feito utilizando somente fontes com acesso público e gratuito, incluindo *downloads*, mas principalmente dados que podem ser acessados através de API. Cada API tem uma documentação própria, elaborada pelo provedor dos dados, e foram seguidas criteriosamente. Os dados vindos de API, são acessados diretamente de suas fontes, e os dados baixados foram publicados no servidor LabGeoLivre da UFPR para serem acessados remotamente.

TABELA 1 – METADADOS DOS DADOS UTILIZADOS

Objetivo	Indicador	Dado	Descrição	Tipo	Fonte	Nível geográfico
1	1.1	Proporção da população que vive abaixo da linha da pobreza	Proporção da população que vive abaixo da linha da pobreza por país	GEOJSON	UN-SDG Stats	Global
1	1.2	PIB per capita	PIB per capita por país	CSV	Gaminter	Global
1	-	Países do mundo	Limites administrativos dos países	SHAPEFILE	Natural Earth	Global
2	2.2	Proporção da população subnutrida	Proporção da população subnutrida por país	GEOJSON	UN-SDG Stats	Global
3	3.3	Casos de COVID-19	Casos de COVID-19 em Curitiba - PR	CSV	Prefeitura Municipal de Curitiba	Municipal
3	-	Bairros de Curitiba - PR	Limites administrativos dos bairros de Curitiba - PR	SHAPEFILE	IPPUC	Municipal
4	-	Unidades da Federação - Brasil	Limites administrativos das UF do Brasil	SHAPEFILE	IBGE	Nacional
4	4.4	Taxa de analfabetismo no Brasil	Taxa de analfabetismo para pessoas com 15 anos ou mais no Brasil	CSV	IPEA	Nacional
5	5.1, 5.2, 5.3, 5.5, 5.6, 5.a, 5.c	Atlas sobre a Igualdade de Gênero no Paraná	Atlas com indicadores do ODS 5 - Igualdade de Gênero no Paraná	HTML	Janiny Zanda	Estadual
6	6.6	Série temporal da Represa do Iraí	Série temporal da Represa do Iraí - PR dos últimos 23 anos	GIF	Geospatial App	Local
6	6.1	Rede de drenagem do estado de Alagoas	Rede de drenagem do estado de Alagoas	SHAPEFILE	GEOINFO	Estadual
6	6.1	Disponibilidade Hídrica Superficial do Brasil	Disponibilidade Hídrica Superficial do Brasil	SHAPEFILE	ANA	Nacional

FONTE: A autora (2022).

3.3 LINGUAGEM CARTOGRÁFICA

Após a definição do diagrama de casos de uso e das camadas escolhidas, foi possível realizar o projeto cartográfico para a aplicação. A fim de visualizar a linguagem cartográfica, foram definidas as variáveis visuais, primitivas gráficas e nível de medida para todas as camadas geoespaciais do sistema, e para isso foram feitas tabelas para as camadas, de acordo com suas classes e símbolos.

TABELA 2 - LINGUAGEM CARTOGRÁFICA

Camada	Dimensão Espacial	Primitiva Gráfica	Nível de medida	Variável visual
Proporção da população que vive abaixo da linha da pobreza	Área	Área	Razão	Valor de cor
Proporção da população que apresenta subnutrição	Área	Área	Razão	Valor de cor
Casos de COVID-19 por bairro de Curitiba - PR	Área	Área	Intervalar	Valor de cor
Taxa de analfabetismo por Unidade da Federação - Brasil	Área	Área	Razão	Valor de cor
Proporção da população que vive abaixo da linha da pobreza	Pontual	Ponto	Razão	Forma
Rede de drenagem do estado de Alagoas	Linear	Linha	Nominal	Forma
Disponibilidade Hídrica Superficial do Brasil	Linear	Linha	Nominal	Forma

FONTE: A autora (2022).

3.3.1 Escala

A definição da escala depende das dimensões da área de estudo apresentada. Como neste trabalho, a aplicação apresenta diferentes páginas no formato *dashboard* para representar diferentes ODS, a escala é definida com base no mapa base de cada representação.

Os níveis de escala dos mapas *web* também são definidos e equiparados com o tamanho da área de representação na tela do usuário, e o usuário pode diminuir ou aumentar o zoom conforme preferir.

Os níveis de escala variam, portanto, dependendo da dimensão da área de estudo e do zoom aplicado. Os mapas *web* foram definidos com uma escala pré-definida, que melhor se adequa ao dado representado, conforme proposto a seguir.

TABELA 3 - ESCALAS

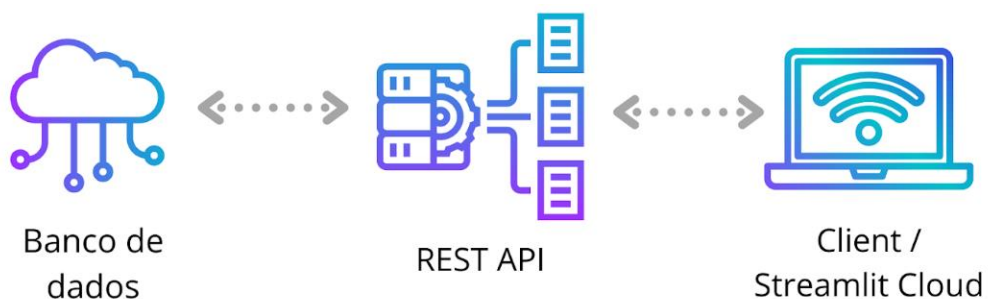
Camada	Nível do recorte geográfico	Escala
Países do mundo	Global	1:150.000.000
Bairros de Curitiba - PR	Municipal	1:150.000
Unidades da Federação - Brasil	Nacional	1:50.000.000
Proporção da população que vive abaixo da linha da pobreza	Global	1:150.000.000
Proporção da população subnutrida	Global	1:150.000.000
Rede de drenagem do estado de Alagoas	Estadual	1:1.500.000
Disponibilidade Hídrica Superficial do Brasil	Nacional	1:50.000.000

FONTE: A autora (2022).

3.3.2 Arquitetura do sistema e tecnologias

A arquitetura do sistema foi desenvolvida com base na estrutura REST API, e sua implementação foi esquematizada como mostra a FIGURA 4.

FIGURA 4 - ARQUITETURA DO SISTEMA



FONTE: A autora (2022).

A aplicação *web* desenvolvida representa o *client*, e o *client* é quem consome as API REST criando e enviando solicitações, recebendo e analisando respostas, através do código HTTP, desde que atenda às suas restrições.

O método HTTP mais utilizado neste trabalho foi o GET, pois para atingir o objetivo de consumir API e apresentar dados vindos de fontes livres, o método GET foi utilizado para “pegar” os dados diretamente do servidor de seus provedores.

A forma como o GET foi utilizada foi escrita em linguagem computacional *Python*, com requisições feitas através da biblioteca *Requests*, de forma a atender as restrições da API que disponibiliza os dados e passar essa informação para o Streamlit, que é o *framework* de publicação da aplicação.

3.3.3 Bibliotecas Python

A aplicação foi totalmente desenvolvida em linguagem computacional *Python*, com a utilização de bibliotecas selecionadas para análise, manipulação e visualização dos dados. Em especial, dados geoespaciais requerem o uso de bibliotecas específicas para leitura e plotagem dos dados. Para as análises, foram utilizadas bibliotecas específicas para geração de gráficos e tabelas.

QUADRO 2 - BIBLIOTECAS PYTHON UTILIZADAS

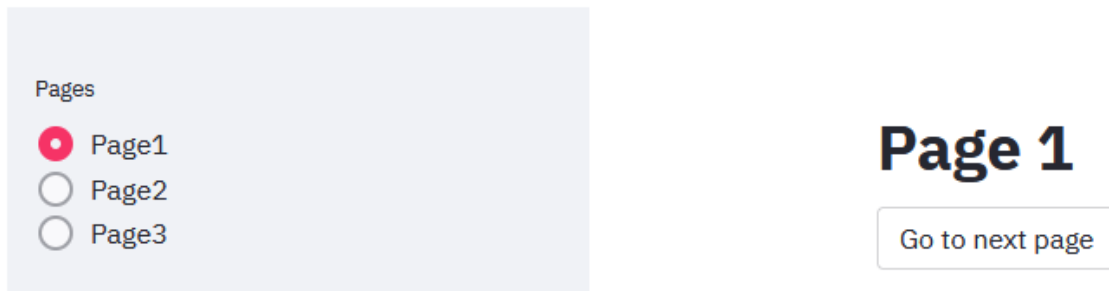
Bibliotecas Python	Descrição	Referência
Folium	Mapeamento da biblioteca Leaflet. js. resultando em mapas interativos	https://python-visualization.github.io/folium/
Pandas	Biblioteca de <i>software</i> para manipulação e análise de dados com estruturas e operações para manipular tabelas numéricas e séries temporais	https://pandas.pydata.org/
Geopandas	Combina as capacidades das bibliotecas Pandas e Shapely, fornecendo operações geoespaciais e uma interface de alto nível para múltiplas geometrias.	https://geopandas.org/en/stable/
Leafmap	Biblioteca para visualização de dados geoespaciais e análises de dados vetoriais e raster, com codificação mínima em um ambiente Jupyter.	https://leafmap.org/
Plotly	Biblioteca de gráficos e dashboards interativos e visualização de dados	https://plotly.com/python/
Requests	Biblioteca HTTP para Python, para tornar as solicitações HTTP mais simples e mais fáceis de usar.	https://docs.python-requests.org/
Matplotlib	Biblioteca para criar visualizações estáticas, animadas e interativas em Python	https://matplotlib.org/
Leafmap	Usada no mapeamento interativo e análise geoespacial com codificação mínima em um ambiente Jupyter	https://leafmap.org/get-started/

FONTE: A autora (2022).

3.4 PROTÓTIPO DA INTERFACE

Atendendo ao propósito de apresentar um modelo reproduzível da aplicação, foram criadas diferentes páginas, uma para cada um dos ODS selecionados. A intenção de criar uma página para cada tema foi pensada para permitir ao usuário escolher a página que deseja visualizar, uma por vez, através do menu na lateral da tela, seguindo a estrutura do *framework* Streamlit.

FIGURA 5 - MODELO DA ESTRUTURA DA PÁGINA



FONTE: Streamlit (2021).

O modelo escolhido para a interface de cada página, foi desenvolvido de forma autoral, seguindo alguns critérios: apresentar um título, nomeado como o próprio título do ODS, o símbolo do ODS, seguido por uma breve introdução ao tema, e orientações de como utilizar as ferramentas apresentadas em cada página, assim como explicações do que está sendo mostrado e as fontes utilizadas.

Foram desenvolvidas sete páginas: Página Inicial, Erradicação da pobreza, Fome Zero e Agricultura Sustentável, Saúde e Bem-Estar, Educação de Qualidade, Igualdade de Gênero e Água Potável e Saneamento.

3.5 PUBLICAÇÃO DA APLICAÇÃO

A aplicação foi produzida em linguagem de programação Python, desenvolvida através do aplicativo PyCharm, que é um Ambiente de Desenvolvimento Integrado, ou IDE (*Integrated Development Environment*) na qual os códigos foram escritos.

Foi utilizado o *Streamlit*, que consiste em uma estrutura de aplicativo de código aberto para ciência de dados e *Machine Learning*. O *Streamlit* é utilizado para a criação de aplicativos, de forma rápida, simples e segura, sem a necessidade

de códigos complexos e conhecimentos em *front-end*, pois a própria plataforma possui funções que podem ser utilizadas para interagir com o usuário.

Para publicação da aplicação desenvolvida, foi utilizado o serviço de repositório na nuvem do próprio *Streamlit*, o *Streamlit Cloud*.

O *Streamlit Cloud* é um espaço de trabalho para implantar, gerenciar e colaborar com seus aplicativos *Streamlit*. É um serviço de compartilhamento gratuito, acessado através da conexão entre a conta do *Streamlit Cloud* e seu repositório no *GitHub* (público ou privado), no qual, o *Streamlit Cloud* inicia os aplicativos diretamente do código-fonte armazenado no *GitHub* (*Streamlit*, 2022).

Uma das vantagens desse método é a capacidade do sistema em verificar se há atualizações nos arquivos da aplicação, vindos do repositório, fazendo com que sempre que o código for atualizado no *GitHub*, a aplicação será atualizada automaticamente. Isso cria um ciclo de iteração rápido, para que os desenvolvedores e visualizadores de aplicativos possam prototipar, explorar e atualizar rapidamente. Outra vantagem desse *framework*, é a capacidade de prover toda a containerização, autenticação, dimensionamento e segurança em suas aplicações, fazendo com que o desenvolvedor se preocupe apenas com a criação do aplicativo (*Streamlit*, 2022).

3.5.1 GitHub/Streamlit

COSTANTINO *et al.* (2022), descreve o *GitHub* como a plataforma mais popular de codificação nos dias de hoje, além de ser referência para a busca de repositórios *open-source*. Uma ferramenta tendência de pesquisa que auxilia a criação de novos projetos com base na disponibilização de códigos anteriores.

Construído com base no sistema de versionamento *git*, o *GitHub* é uma plataforma de hospedagem de código colaborativo, no qual os desenvolvedores podem “clonar” ou fazer cópias de repositórios e solicitar alterações nos projetos publicados, através dos chamados *pull request*. BLINCOE *et al.* (2020), destaca também que o *GitHub* trouxe o diferencial de integrar recursos de interação social, no qual seus usuários podem se inscrever ou seguir contas, manter um perfil com seus próprios projetos e ter um *feed* de informações com outros projetos e usuários de interesse.

Buscando atender ao objetivo de disponibilizar a aplicação livremente, foi escolhido o *GitHub* como repositório de dados para publicar e disponibilizar o código

fonte e dados utilizados em sua construção. Por tratar-se de uma plataforma aberta e gratuita, os projetos nela publicados podem ser públicos, e passíveis de serem acessados por qualquer usuário com acesso à internet.

FIGURA 6 - ESQUEMA REPRESENTANDO A RELAÇÃO ENTRE O GITHUB E A APLICAÇÃO



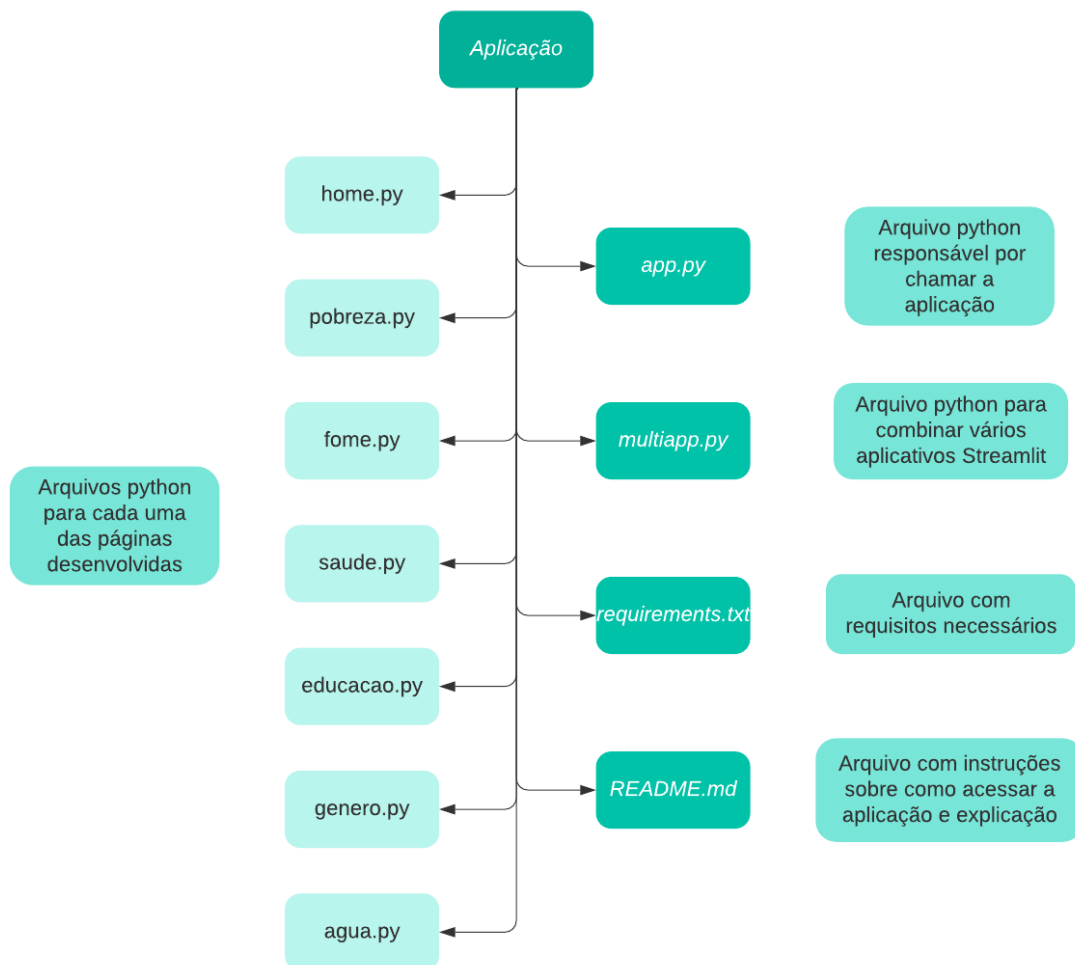
FONTE: Jcharis (2020).

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 PROJETO DO SISTEMA

A escrita e estruturação dos códigos foi feita com a intenção de manter os arquivos e seus respectivos conteúdo da forma mais clara possível, a fim de facilitar sua replicação e compreensão.

FIGURA 7 - ESTRUTURA DA CODIFICAÇÃO DESENVOLVIDA



FONTE: A autora (2022).

O fluxograma da FIGURA 7 expõe os arquivos escritos em Python para construir a aplicação. O arquivo `multiapp.py` é responsável por combinar as várias aplicações, tendo sido criadas uma para cada página, em uma única aplicação *web* no Streamlit. O arquivo `app.py` é responsável por fazer a chamada da aplicação, abrindo a URL com a aplicação *web*. O arquivo `requirements.txt` é um documento de texto com todos os requisitos necessários para a aplicação funcionar na *web*,

contendo todas as bibliotecas Python utilizadas e necessárias. O arquivo README.md também é um documento de texto com instruções e informações ao usuário. A aplicação tem sete páginas, tendo sido criado um arquivo Python para cada uma, com o desenvolvimento do código.

4.2 APLICAÇÃO WEB

O trabalho resultou em uma aplicação publicada na *web*, com mapas e dados obtidos através de API e plataformas públicas e de livre acesso, totalizando sete páginas, sendo uma página inicial e uma para cada um dos seis primeiros Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

A aplicação foi hospedada no repositório em nuvem do Streamlit, disponível através do link: <https://share.streamlit.io/rayssafiq/projeto2tcc/app.py>.

A página inicial apresenta de forma resumida, o que o usuário irá encontrar ao navegar pela aplicação. Através do menu à esquerda, o usuário pode escolher qual página deseja visualizar e irá encontrar também, informações sobre a autoria e publicação da aplicação, e *links* úteis.

Cada página, na sequência, contém um cabeçalho com o título, que é o próprio Objetivo de Desenvolvimento Sustentável, o símbolo que o representa e uma breve definição do ODS. Os símbolos foram disponibilizados pela página oficial e internacional das Nações Unidas, portanto encontra-se em inglês, motivando o uso da tradução livre, feita pela ONU do Brasil, como título de cada página.

FIGURA 8 - EXEMPLO DE CABEÇALHO

ODS 1: Erradicação da pobreza



Objetivo: Erradicar a pobreza em todas as formas e em todos os lugares

FONTE: A autora (2022).

Na sequência, cada página apresenta uma contextualização do tema abordado e dos dados geoespaciais mostrados, assim como gráficos e tabelas produzidos a partir das análises dos dados utilizados.

A fim de apresentar uma aplicação interativa, buscou-se utilizar de representações gráficas que permitem ações por parte do usuário, como gráficos e tabelas que suportam seleção e filtragem, e se atualizam conforme selecionado pelo usuário.

4.2.1 Página Inicial

A página inicial, tem por objetivo, apresentar uma introdução ao usuário, sobre o que se trata a aplicação, o que são os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, quais as fontes utilizadas, e instruções de como utilizar a aplicação. Os textos foram escritos em frases curtas e objetivas, a fim de não cansar o usuário e atrair sua atenção à leitura.

FIGURA 9 - PÁGINA INICIAL

Cartografia para os ODS

Ir para:

- Página Inicial
- 1 - Erradicação da pobreza
- 2 - Fome Zero e Agricultura Sustentável
- 3 - Saúde e Bem-Estar
- 4 - Educação de qualidade
- 5 - Igualdade de Gênero
- 6 - Água potável e saneamento

Sobre

Projeto *Open-Source* desenvolvido e documentado por [Rayssa Figueiredo](#)

Disponível no [GitHub](#)

Orientação: [Silvana Camboim](#)

Instituição

- [Setor de Ciência da Terra](#)
- [Departamento de Geomática](#)
- [Eng. Cartográfica e de Agrimensura](#)

Instituição

- [Setor de Ciência da Terra](#)
- [Departamento de Geomática](#)
- [Eng. Cartográfica e de Agrimensura](#)

UFPR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Mapeando os Indicadores dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

Seja bem-vindo a essa aplicação *open-source*, reprodutível, para visualizar dados e mapas relacionados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e seus indicadores.

A aplicação é resultado de um Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal do Paraná, e tem o objetivo de apresentar diferentes utilizações da cartografia para representar os ODS e seus indicadores, através de mapas interativos, gráficos e tabelas oriundos de fontes livres e bibliotecas *python* como [folium](#), [geopandas](#), [leaflet](#), [matplotlib](#), [requests](#), e [pandas](#).

Selecione no menu à esquerda para navegar entre as diferentes aplicações

Introdução

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade (ONU Brasil, 2022). A cartografia tem papel fundamental nesta tarefa ao promover discussões acerca de como atingir os objetivos com o uso de dados e representações visuais que auxiliam em análises e na tomada de decisões.

Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável foram definidos como parte da Agenda 2030, com foco em três grandes áreas do desenvolvimento sustentável: social, econômica e ambiental, apresentados como:

- 1** Erradicação da Pobreza
- 2** Fome zero e agricultura sustentável
- 3** Saúde e Bem-Estar
- 4** Educação de Qualidade

O objetivo principal dessa aplicação é apresentar dados espaciais e análises que representem os ODS e seus indicadores e possam servir de modelo e inspiração para criação de *dashboards* e representações espaciais que auxiliem no monitoramento do desenvolvimento sustentável e tomada de decisões no alcance das metas propostas pelas ONU.

Com foco em promover análises geoespaciais, dados abertos, espaciais e não espaciais foram utilizados para permitir ao usuário visualizar diferentes recortes geográficos, a nível municipal, estadual, nacional e global.

Aproveite a experiência e navegue pelas diferentes páginas para visualizar os ODS.

Obrigada por utilizar essa aplicação!

Essa aplicação usa a biblioteca *Streamlit*. O código fonte encontra-se disponível no [GitHub](#)

Mantido por Rayssa Figueiredo

FONTE: A autora (2022).

4.2.2 ODS 1 - Erradicação da pobreza

A segunda página, é referente ao primeiro ODS: erradicação da pobreza. Para a ONU, a erradicação da pobreza representa o maior desafio global para a humanidade hoje, além de ser um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável. O primeiro passo para se atingir o fim da pobreza, é conhecer os índices de pobreza e extrema pobreza, ao redor do mundo.

Portanto, as informações escolhidas para representar esse ODS, vêm diretamente dos relatórios criados pela ONU, com dados sobre os perfis dos países, armazenados no banco de dados de indicadores estatísticos dos ODS.

Esse repositório de dados da ONU, disponibiliza APIs para utilização de seus dados, através de consultas baseadas em URL, para obter respostas em formato JSON ou GEOJSON.

FIGURA 10 - API DAS NAÇÕES UNIDAS



FONTE: Banco de dados da ONU (2022).

O formato escolhido para utilização foi o GEOJSON, por conter informações de geometria associada a cada feição retornada. A leitura dos dados foi realizada através da biblioteca *geopandas*, que possibilita trabalhar justamente com as informações geográficas vindas da coluna de geometria do dado trazido pela API.

O indicador 1.1 tem como meta erradicar a pobreza extrema para todas as pessoas em todos os lugares, atualmente medida como pessoas vivendo com

menos de US\$ 1,90 por dia, até 2030. Portanto, o dado escolhido para representar este indicador corresponde à proporção da população que vive abaixo da linha de pobreza extrema, de primitiva gráfica pontual, que representa o centroide de cada país, a fim de mapear quantas pessoas se encontram em situação de extrema pobreza ao redor do mundo.

Feita a leitura correta do dado geoespacial, foi utilizada a biblioteca *folium* e *leaflet*, para visualizar a camada diretamente em um mapa interativo. Em seguida, foram adicionados elementos de visualização cartográfica ao mapa, para enriquecê-lo em informações e auxiliar a compreensão do usuário, como a escala, que se atualiza conforme é alterado o *zoom* do mapa através do cursor do *mouse* e *pop-up* com informações sobre os dados que estão sendo representados na tela.

FIGURA 11 - TAXA DA POPULAÇÃO QUE VIVE ABAIXO DA LINHA DA POBREZA



FONTE: A autora (2022).

Em seguida, de forma a representar o indicador 1.2, que tem como meta reduzir pelo menos pela metade a proporção da população que vive abaixo da linha de extrema pobreza, de acordo com definições nacionais, foram levantados os

dados acerca do Produto Interno Bruto (PIB) per capita de cada país, ao longo dos anos, para entender a evolução do grau de desenvolvimento econômico do país ou região.

Foi então, utilizados dados disponibilizados gratuitamente pela organização educacional sem fins lucrativos *Gapminder*, que promove o desenvolvimento sustentável e contém informações sobre o PIB per capita dos países no intervalo entre 1952 e 2007. Os dados foram acessados através da biblioteca *Plotly*, que busca os *data frames* direto do servidor provedor.

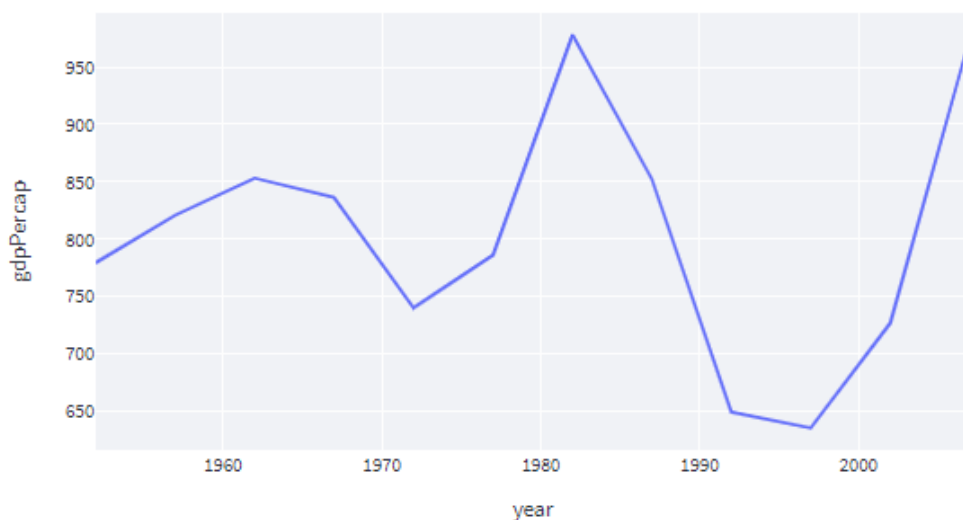
De forma a apresentar ao usuário a possibilidade de fazer uma análise temporal dos níveis de PIB per capita por país, foi gerado um gráfico com a variação temporal do PIB per capita ao longo dos anos. Tratando-se de uma grande base de dados, com informação disponível para todos os países do mundo, o usuário pode escolher qual país deseja visualizar por vez, atualizando o gráfico a sua escolha.

GRÁFICO 1 - PIB PER CAPITA DO PAÍS SELECIONADO PELO USUÁRIO

Selecione um país:

Afghanistan

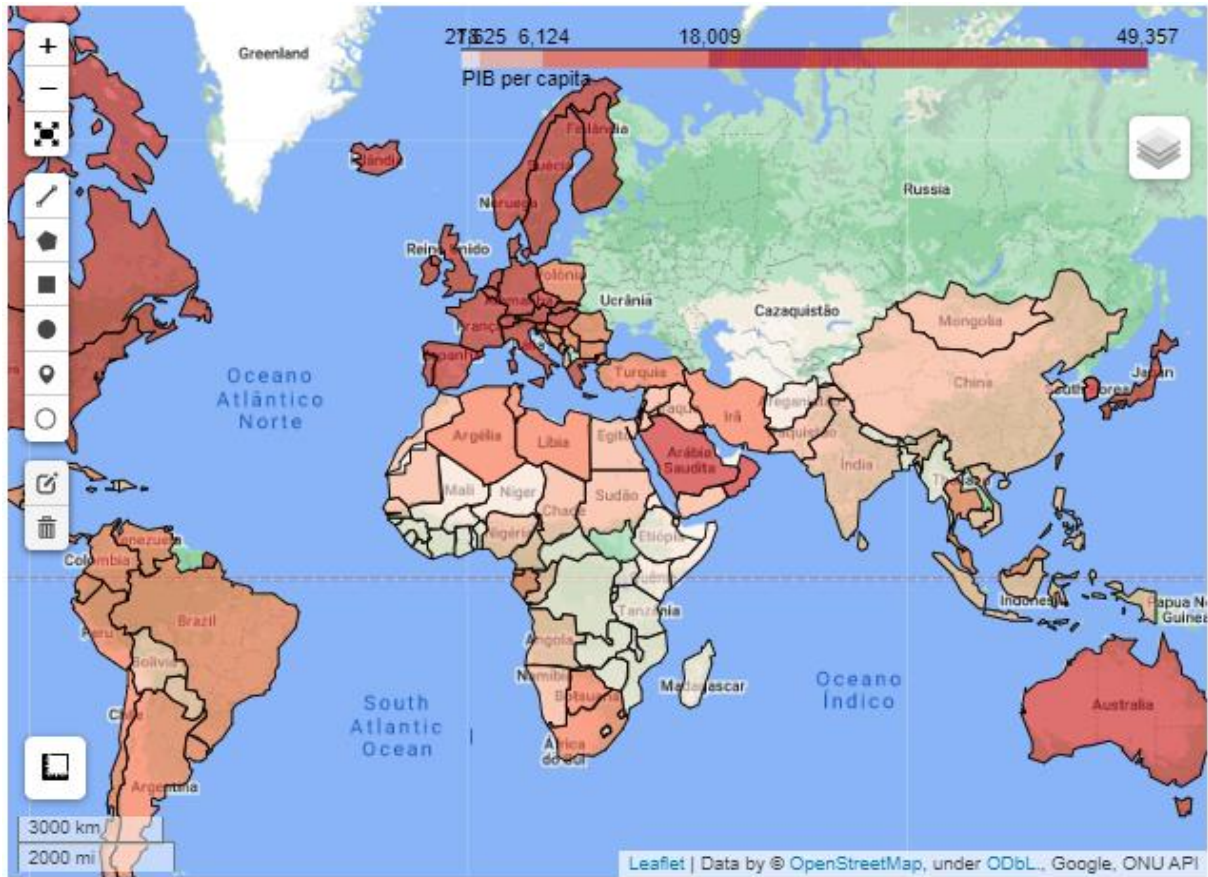
Você está visualizando o PIB do país selecionado: Afghanistan



FONTE: A autora (2022).

Por fim, o usuário ainda pode visualizar o grau do PIB per capita por país, no mapa Coroplético da FIGURA 12 com as divisões administrativas de cada região.

FIGURA 12 - PIB PER CAPITA POR PAÍS



FONTE: A autora (2022).

Os dados de PIB per capita dos países são referentes ao ano de 2007 e estão em dólares. Os países não representados no mapa indicam que não havia informação disponível sobre eles a respeito do PIB per capita daquele ano.

4.2.3 ODS 2 - Fome zero e agricultura sustentável

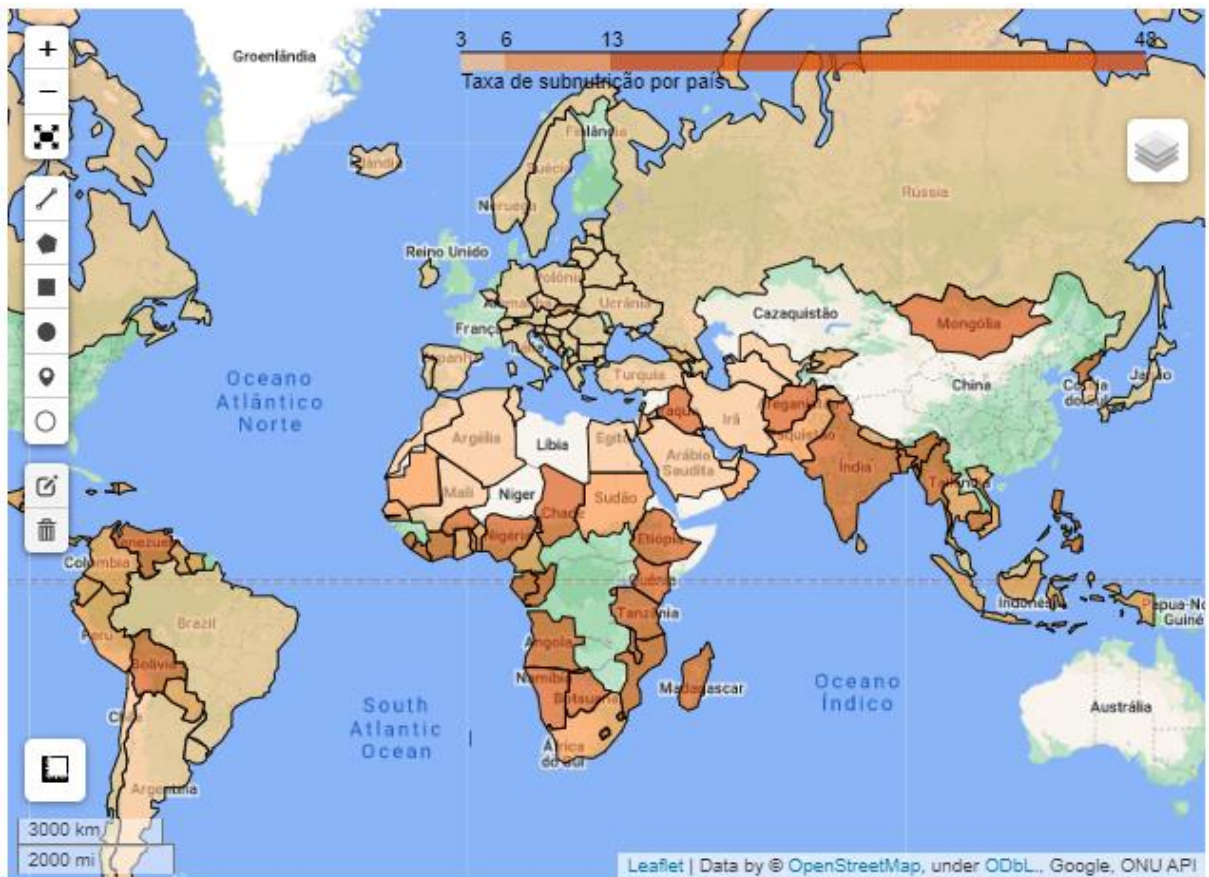
A terceira página da aplicação é dedicada ao ODS número 2: Fome zero e agricultura sustentável. Para erradicar a fome, é importante conhecer a proporção da população que sofre com a desnutrição em cada região e situação distinta.

Como já visto, a ONU disponibiliza relatórios com dados sobre os perfis dos países, incluindo taxas de subnutrição do país, que representa a porcentagem da população que se encontra em situação de subnutrição naquela região.

O dado utilizado para representar esse tema, foi acessado através da API da ONU, que retornou o dado no formato GEOJSON, lido e armazenado como *geodata frame* para ser adicionado ao mapa interativo, através da biblioteca *folium*.

A camada espacial utilizada tem primitiva gráfica de pontos, os quais cada ponto representa o centroide do país com a informação da taxa em porcentagem. E então, foi gerado um mapa Coroplético, apresentado na FIGURA 13. Os dados apresentados se referem ao último ano de dados disponíveis para cada país e permitem uma análise global da situação.

FIGURA 13 - PORCENTAGEM DE SUBNUTRIÇÃO POR PAÍS



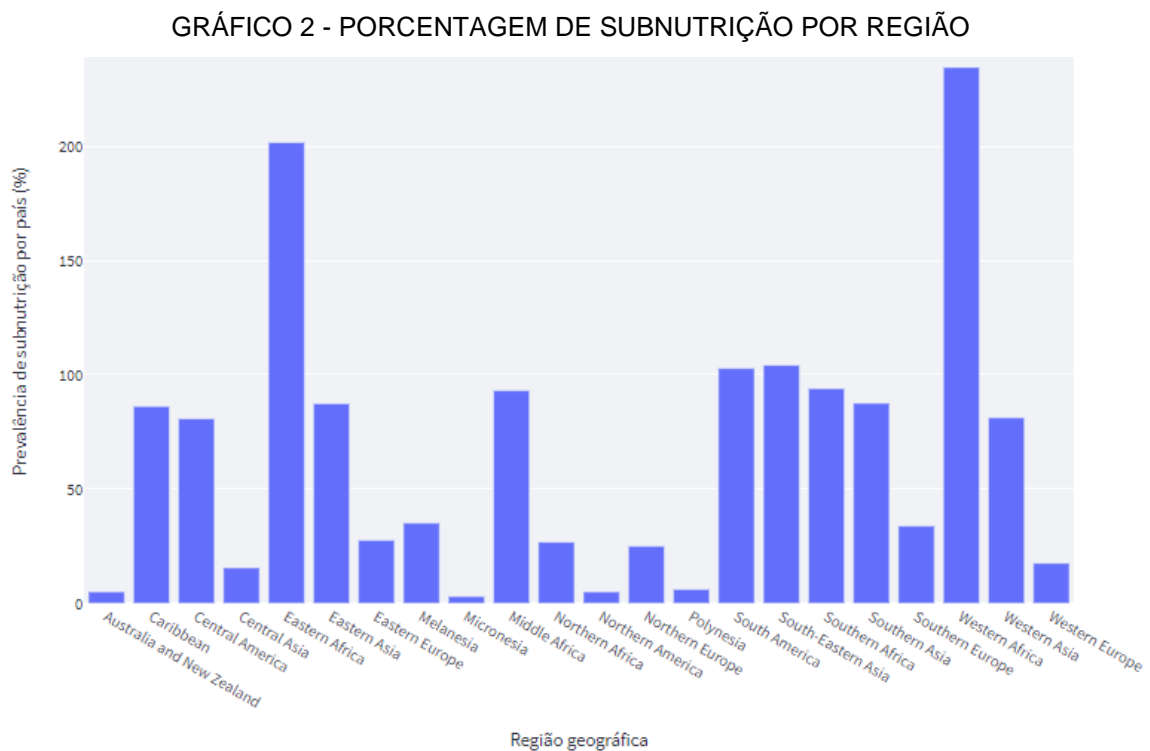
FONTE: A autora (2022).

Os países não representados no mapa, indicam que não havia informação disponível sobre eles a respeito da taxa de prevalência de subnutrição, resultado em países ausentes na representação.

De forma abrangente, é possível extrair informações dos dados, culminando em análises que auxiliam no entendimento e tomada de decisões para combater a fome no mundo.

O dado representado, apresenta informações para cada país do globo, dificultando a análise conjunta para combater a fome. Agrupar regiões com características geográficas e administrativas semelhantes permite analisar de forma macro a situação de cada região, facilitando a tomada de decisões e o acompanhamento da evolução de índices.

Dessa forma, foram gerados gráficos com informações estatísticas sobre a prevalência de subnutrição por região do globo, agrupadas segundo critérios estipulados pela ONU.



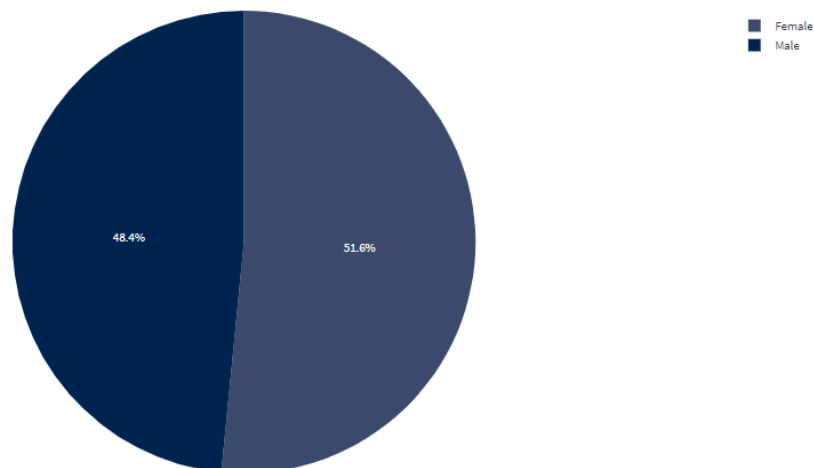
FONTE: A autora (2022).

Através do gráfico é possível visualizar as porções dos continentes que mais sofrem com a fome, escancarando a necessidade de agir efetivamente em algumas regiões mais do que em outras.

A fim de explorar outras formas de representação gráfica, também foram gerados gráficos de pizza para possibilitar ao usuário outra forma de compreensão.

Por fim, também foram analisados os índices de subnutrição por sexo, para pessoas com 15 anos completos ou mais, chegando à conclusão de que o número de mulheres nessas condições é maior do que de homens, em um panorama geral dos países, conforme apresentado no GRÁFICO 3.

GRÁFICO 3 - PREVALÊNCIA DE SUBNUTRIÇÃO POR SEXO



FONTE: A autora (2022).

4.2.4 ODS 3 - Saúde e bem-estar

A quarta página da aplicação se refere ao ODS número 3: Saúde e bem-estar. O cenário atual enfrentado pelo mundo nos últimos dois anos com a pandemia de COVID-19, corresponde à maior crise sanitária do século e não poderia deixar de ser lembrada ao se tratar do ODS que abrange a área da saúde, um dos pilares para o desenvolvimento sustentável das nações. Preocupar-se com a saúde da população passou a ser imprescindível para as autoridades, como forma de acompanhar e combater a propagação da doença.

A pandemia certamente deixou marcas irreparáveis na vida de todos que passaram por ela, mostrou como o mundo pode e deve se unir para minimizar os impactos causados por uma doença e, principalmente, como prover meios de evitar novos surtos e epidemias, enfatizando a necessidade de consumir dados atualizados e precisos.

Os dados geospaciais contribuem significativamente na representação de informações que permitem mapear a situação atual da propagação da doença. E para esse caso, o mapeamento das informações a nível global ou macro é pouco

útil, no qual o combate ao vírus precisa ser direcionado a cidades ou regiões específicas, enquanto estão passando por ela.

Dessa forma, o objetivo dessa página da aplicação consistiu em buscar fontes livres e constantemente atualizadas pelos órgãos públicos, para auxiliar autoridades municipais no monitoramento dos casos da doença.

O dado escolhido foi uma base de dados de casos de COVID-19 em Curitiba - PR, em formato CSV, disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Curitiba, e uma base de dados espacial dos bairros de Curitiba, disponibilizados pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC).

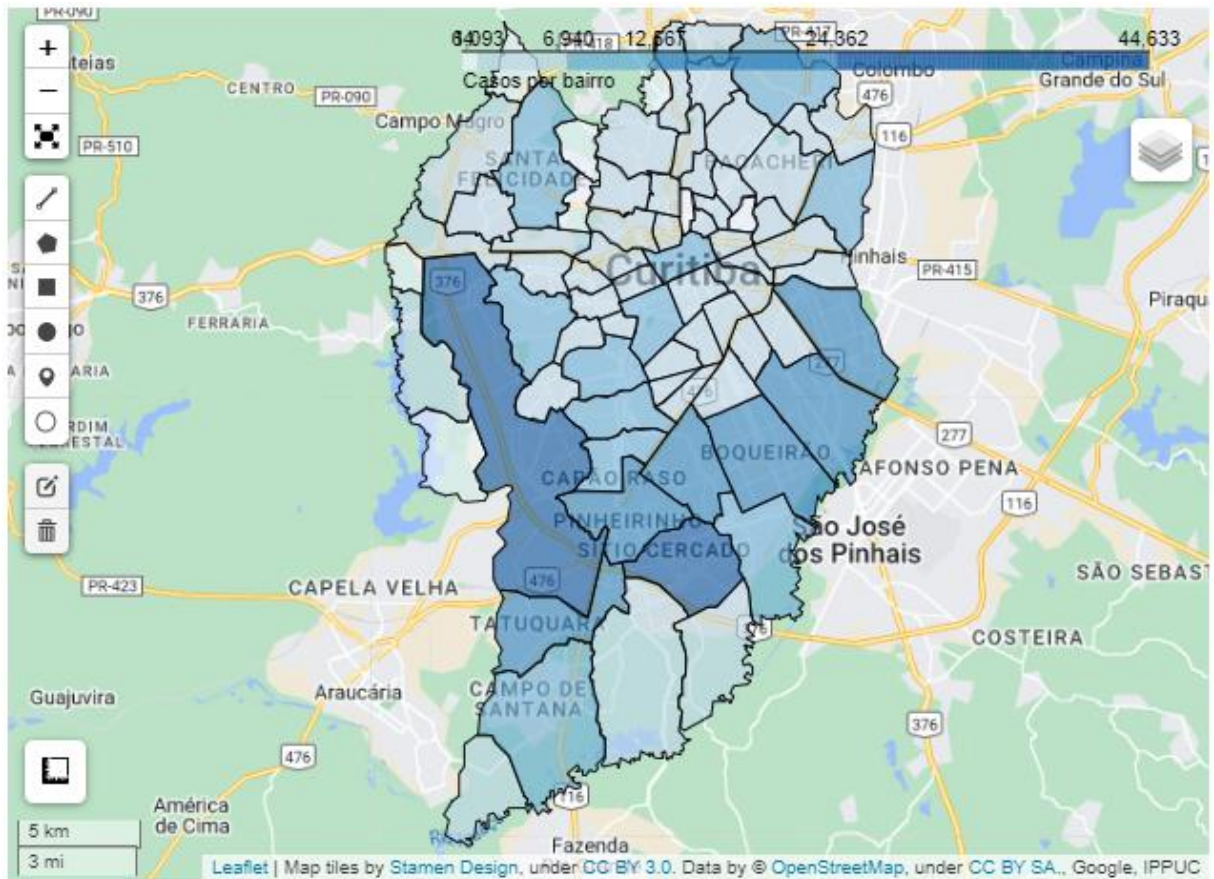
O IPPUC disponibiliza seus dados através de pastas compactadas, passíveis de *download*. Com o objetivo de extrair as informações diretamente do servidor do provedor dos dados, foi utilizada a biblioteca *requests* com o método HTTP do tipo GET, para fazer a leitura do dado através da URL disponibilizada pelo IPPUC e extrair a camada espacial, em formato SHAPEFILE, com a base de dados.

```
url =
'https://ippuc.org.br/geodownloads/SHAPES_SIRGAS/DIVISA_DE_BAIRROS_SIRGAS.zip'

filename = 'DIVISA_DE_BAIRROS.shp'
r = requests.get(url)
z = zipfile.ZipFile(io.BytesIO(r.content))
z.extractall()
df_bairros = gpd.read_file(filename, sep=',')
```

Já os dados da base de casos da doença, foram acessados através da URL disponibilizada pela prefeitura, com informações mais recentes do boletim da doença. O resultado foi adicionado a um mapa interativo, representando gradativamente os casos de COVID-19 por bairro no município.

FIGURA 14 - CASOS DE COVID-19 POR BAIRRO DE CURITIBA – PR



FONTE: A autora (2022).

Na sequência, o usuário pode escolher a quantidade de casos que deseja visualizar por vez na tabela com a situação dos últimos casos registrados da doença no município.

GRÁFICO 4 - INFORMAÇÕES SOBRE OS CASOS DE COVID-19

Escolha a quantidade de casos que você quer ver na tabela.



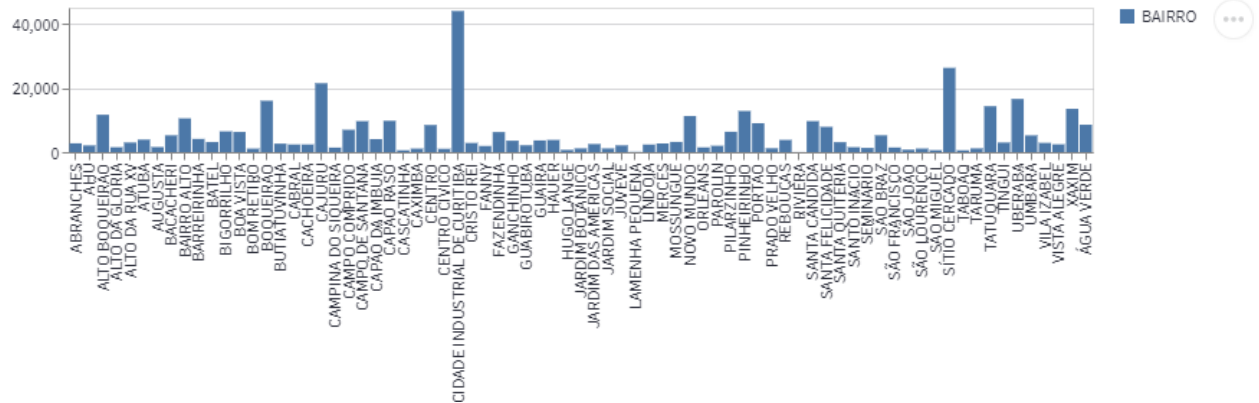
Resumo dos últimos 5 casos de COVID-19.

	DATA INCLUSÃO/ NOTIFICAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO FINAL	IDADE (anos)	SEXO	BAIRRO	DISTRITO RESIDÊNCIA	DATA ÓBITO	ENCERRAMENTO
418819	01/04/2022	CONFIRMADO	27	M	FAZENDINHA	DSPR	<NA>	ATIVO
418820	01/04/2022	CONFIRMADO	57	M	PAROLIN	DSPR	<NA>	ATIVO
418821	02/04/2022	CONFIRMADO	6	F	<NA>	<NA>	<NA>	ATIVO
418822	02/04/2022	CONFIRMADO	49	F	CRISTO REI	DSMZ	<NA>	ATIVO
418823	02/04/2022	CONFIRMADO	22	F	SÃO BRAZ	DSSF	<NA>	ATIVO

FONTE: A autora (2022).

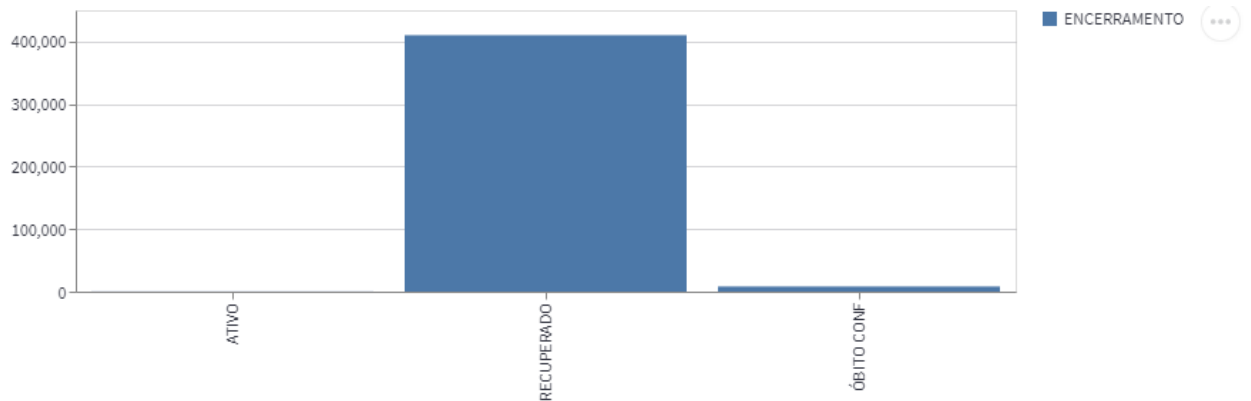
Adicionalmente, foram gerados gráficos de barras para mostrar a situação de cada bairro, e o status da situação do total de casos da cidade.

GRÁFICO 5 - TOTAL DE CASOS POR BAIRRO



FONTE: A autora (2022).

GRÁFICO 6 - TOTAL DE CASOS PARA CURITIBA - PR



FONTE: A autora (2022).

4.2.5 ODS 4 - Educação de qualidade

A quinta página da aplicação é destinada ao ODS número 4, que corresponde à Educação de qualidade. Um dado importante sobre educação é o percentual de pessoas alfabetizadas. No Brasil, segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) de 2019, a taxa de analfabetismo das pessoas de 15 anos ou mais de idade foi estimada em 6,6%, aproximadamente 11 milhões de analfabetos.

A fim de mostrar dados obtidos de fontes livres, foi utilizado uma base de dados com informações sobre a taxa de analfabetos no país, disponibilizada através do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). A base de dados, no formato

CSV, se encontrava disponível apenas para *download*, e com o intuito de não utilizar dados baixados localmente, dificultando o acesso, ele foi transferido para o servidor do Laboratório Geoespacial Livre da UFPR, de forma a ser acessado remotamente.

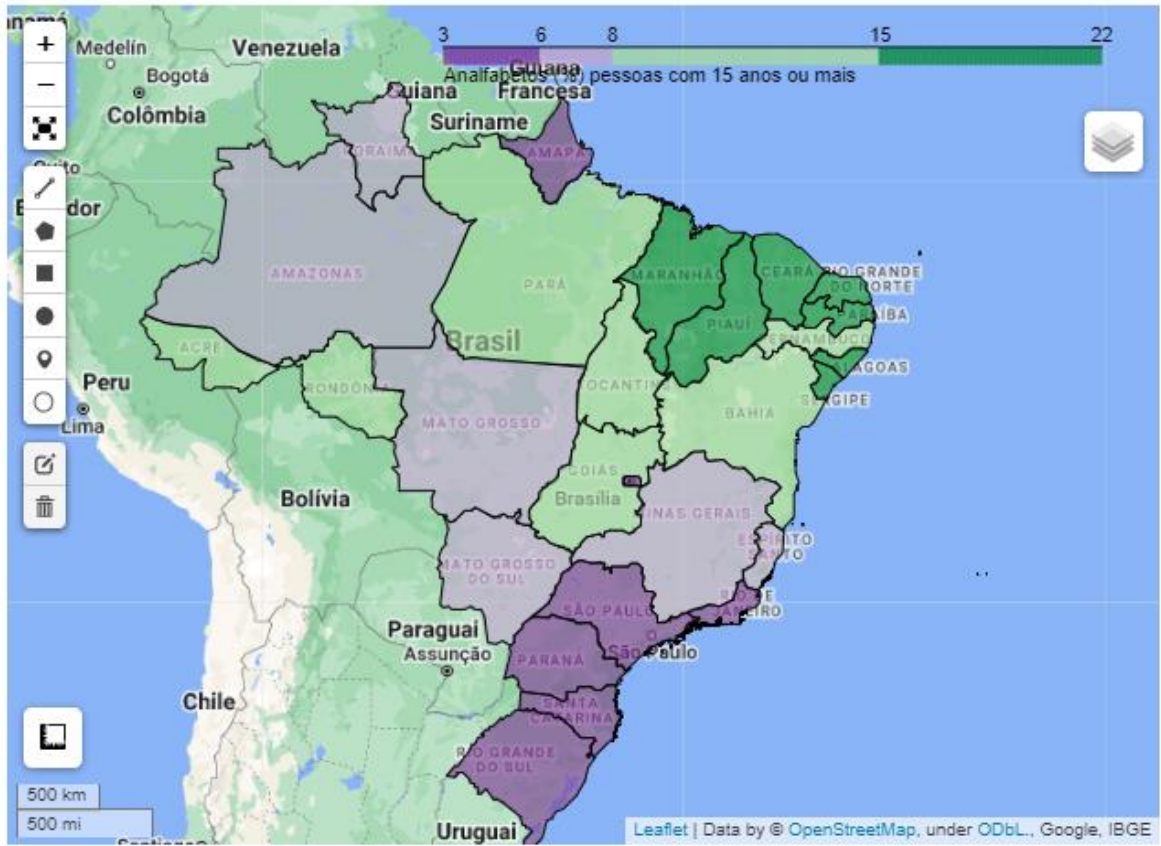
Esses dados contêm informações sobre a taxa de analfabetos no país para diferentes anos, sendo o mais recente o ano de 2014, após o último censo realizado no país, em 2010. A faixa etária da população em questão é 15 anos completos ou mais.

A base de dados espacial, referente aos limites administrativos do país por Unidade da Federação (UF), foi acessada através do FTP do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), utilizando a biblioteca *requests* com o método HTTP do tipo GET, para fazer a leitura do dado através da URL do FTP e extrair a camada espacial, em formato SHAPEFILE, com a base de dados.

```
url =
'https://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/m
alhas_municipais/municipio_2021/Brasil/BR/BR_UF_2021.zip'
filename = 'BR_UF_2021.shp'
r = requests.get(url)
z = zipfile.ZipFile(io.BytesIO(r.content))
z.extractall()
df_BR = gpd.read_file(filename, sep=',')
```

O resultado é apresentado no mapa coroplético, por meio da FIGURA 15 graduado de acordo com as Unidades Federativas do país.

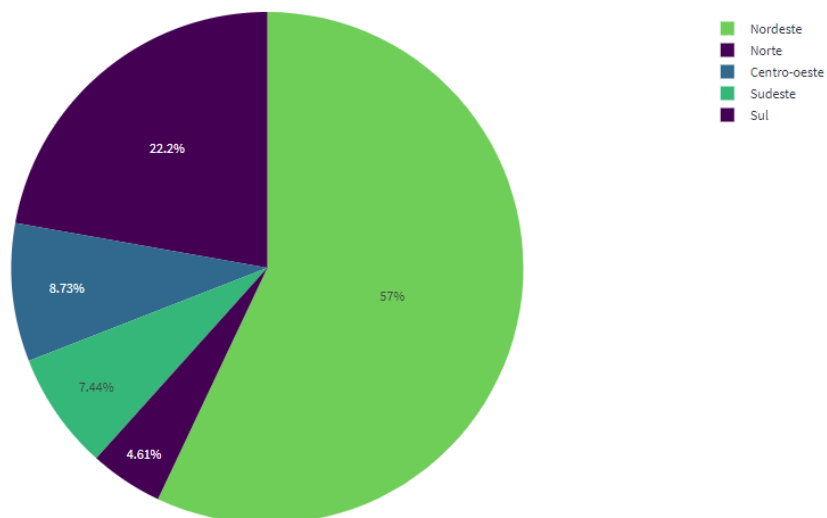
FIGURA 15 - TAXA DE ANLAFABETISMO POR UF DO BRASIL



FONTE: A autora (2022).

A fim de analisar a proporção de analfabetismo por região do país, foi gerado um gráfico de pizza, representado pelo GRÁFICO 7 resultado do agrupamento dos estados.

GRÁFICO 7 - TAXA DE ANLAFABETISMO POR REGIÃO DO BRASIL



FONTE: A autora (2022).

4.2.6 ODS 5 - Igualdade de gênero

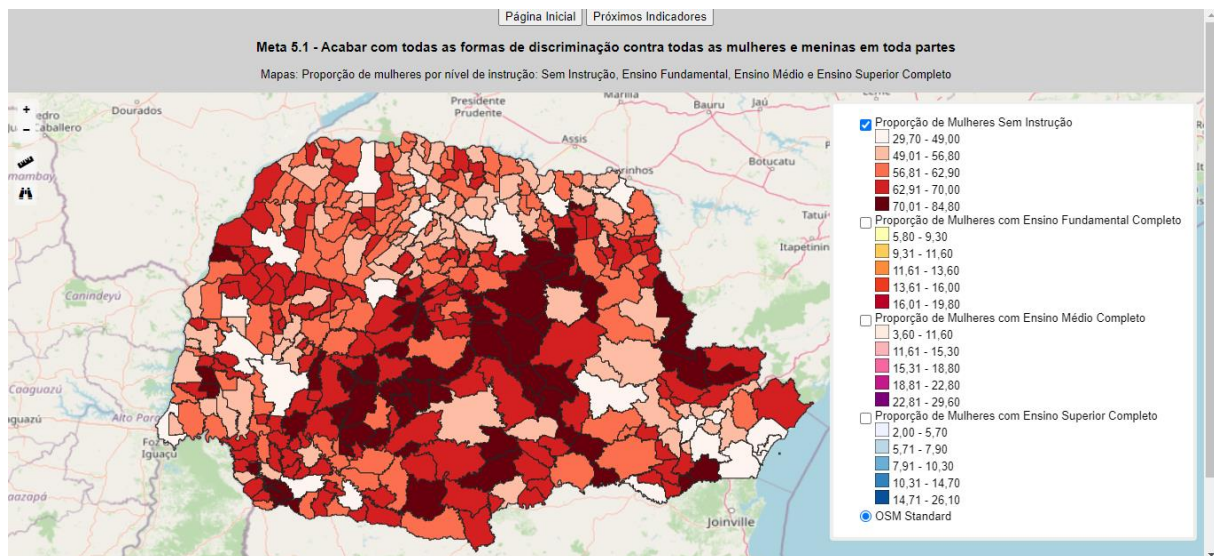
Segundo a ONU, a igualdade de gênero sempre foi ponto fundamental para o desenvolvimento, afirmando no artigo 20 da Agenda 2030, que “alcançar a igualdade de gênero e o empoderamento das mulheres e meninas representará uma contribuição essencial para o progresso em todos os objetivos e metas”.

A fonte de dados utilizada para representar o ODS número 5 foi o Atlas ODS 5 - Igualdade de Gênero, desenvolvido pela Engenheira Cartógrafa e Agrimensora Janiny Zanda, com o objetivo de apresentar uma plataforma de visualização de dados espaciais relacionados aos indicadores do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável Igualdade de Gênero para o estado do Paraná.

O Atlas apresenta 30 camadas de dados obtidos em plataformas governamentais, distribuídos em sete das nove metas propostas. Utilizar esses dados como fonte de representação de um ODS para este trabalho foi uma forma de integrar resultados de outro trabalho realizado no âmbito do Laboratório Geoespacial Livre, uma vez que ambos os trabalhos fizeram uso do servidor.

O indicador da meta 5.1 será representado pela proporção de mulheres nos níveis de educação, tendo em vista, que uma das formas de acabar com a desigualdade de gênero é por meio da Educação (SILVA, 2021, p. 52).

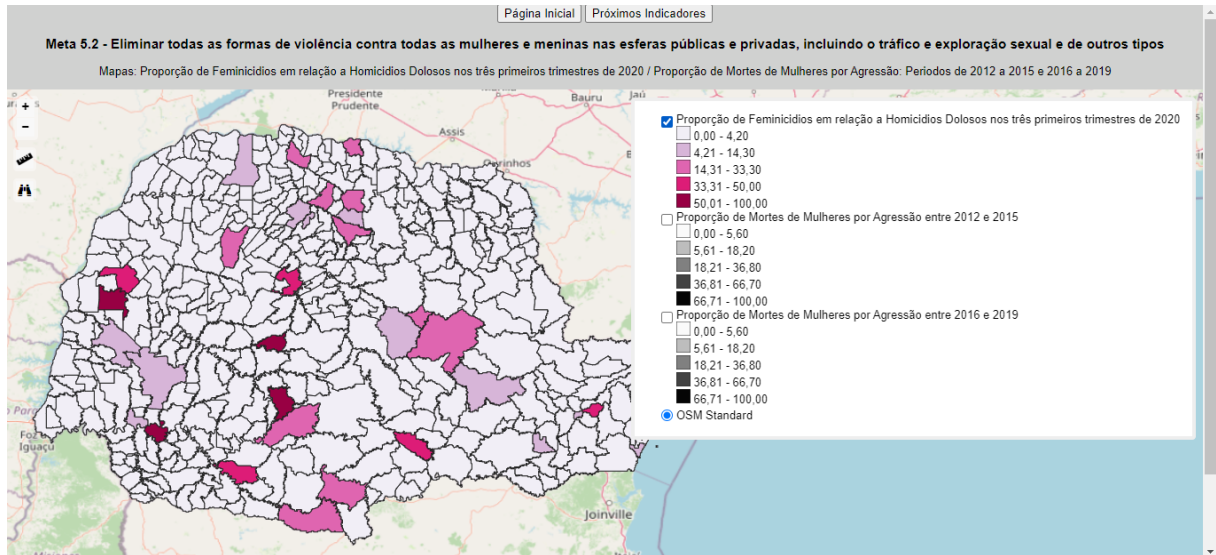
Figura 16 - PROPORÇÃO DE MULHERES SEM INSTRUÇÃO



FONTE: Silva (2021).

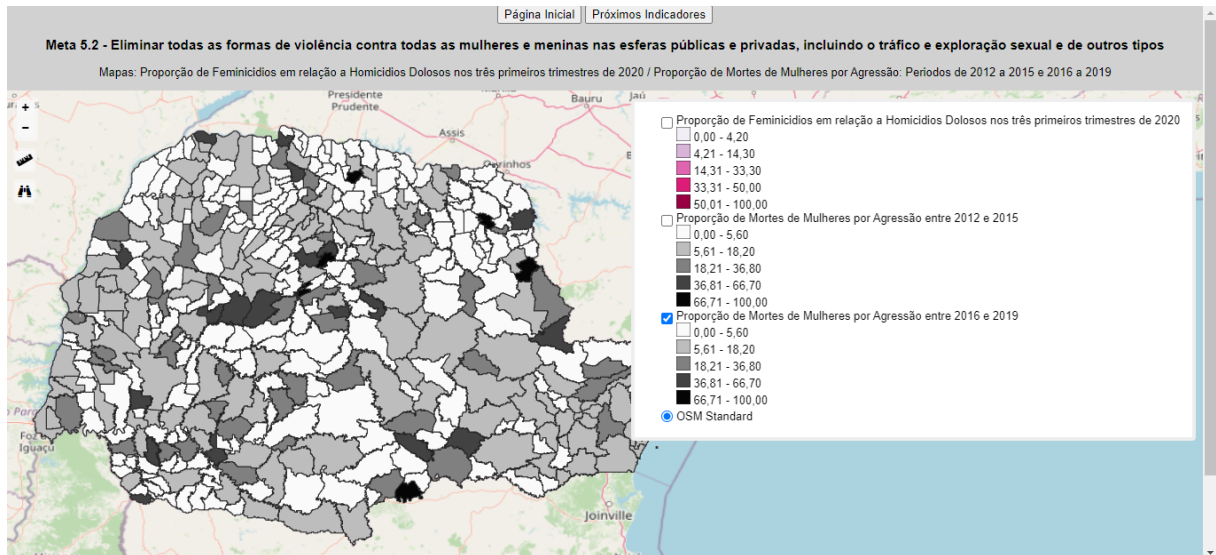
Para a meta 5.2, foram produzidos mapas para representar a proporção de feminicídio em relação a homicídios dolosos nos três primeiros trimestres de 2020, e outro mapa para representar a proporção de mortes de mulheres por agressão.

FIGURA 17 - PROPORÇÃO DE FEMINICÍDIOS EM RELAÇÃO A HOMICÍDIOS DOLOSOS



FONTE: Silva (2021).

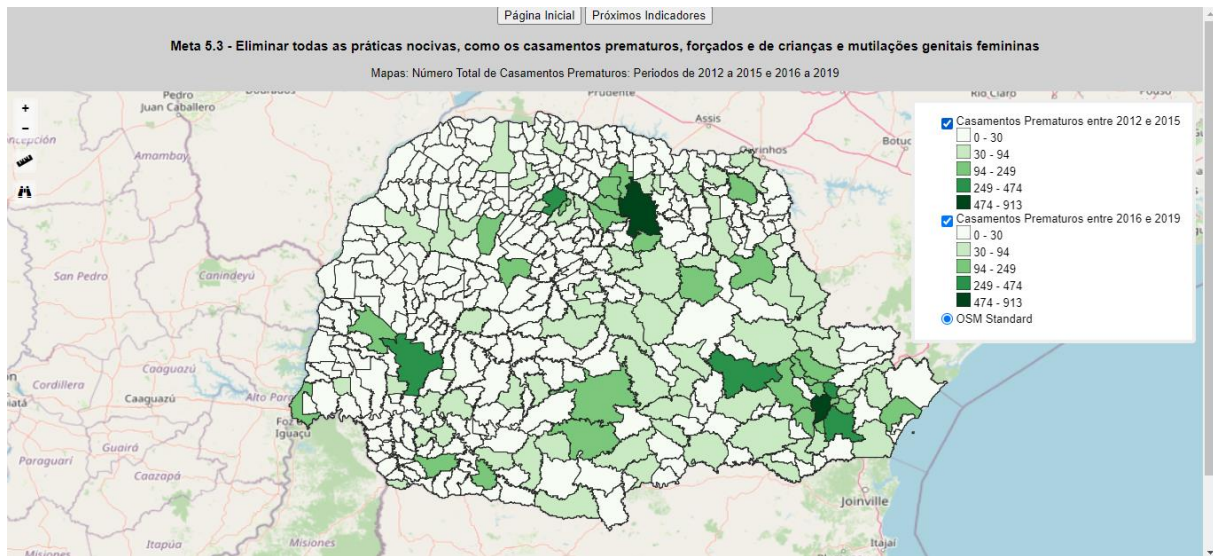
FIGURA 18 - PROPORÇÃO DE MORTES DE MULHERES POR AGRESSÃO (2016 - 2019)



FONTE: Silva (2021).

O mapa produzido para a Meta 5.3 apresenta o número total de casamentos prematuros de adolescentes, registro de casamento civil de adolescentes com 16 e 17 anos (SILVA, 2021, p. 52).

FIGURA 19 - CASAMENTOS PREMATUREOS

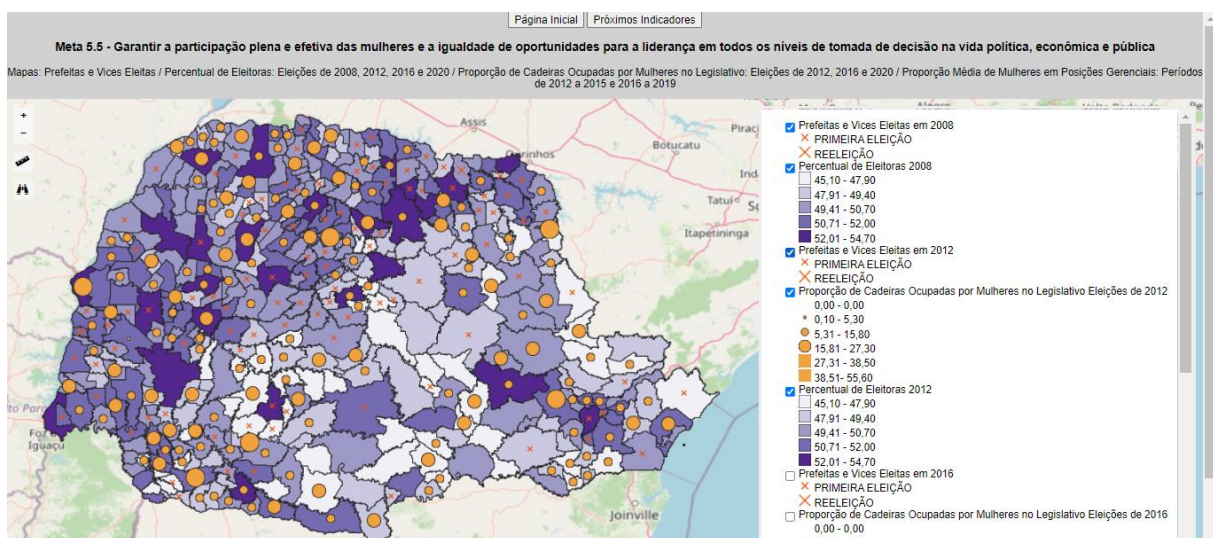


FONTE: Silva (2021).

Para a meta 5.5 foram produzidos cinco mapas distintos que demonstram a importância de um meio digital para a visualização cartográfica, podendo desligar e ligar camadas e alterar a escala visto que os exemplos a seguir apresentam dificuldade na identificação das informações devido a sobreposição de indicadores (SILVA, 2021, p. 52).

Os mapas apresentados para representar essa meta apresenta os resultados da participação de mulheres nas eleições municipais para o Estado.

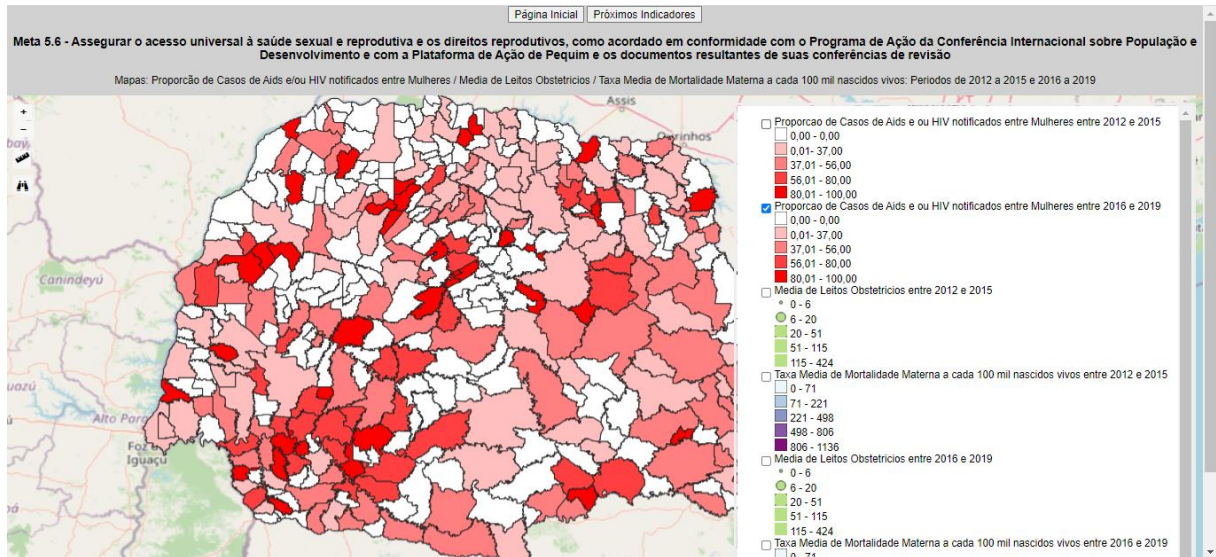
FIGURA 20 - ELEIÇÕES MUNICIPAIS DE 2012 COM PERCENTUAL DE PREFEITAS ELEITAS



FONTE: Silva (2021).

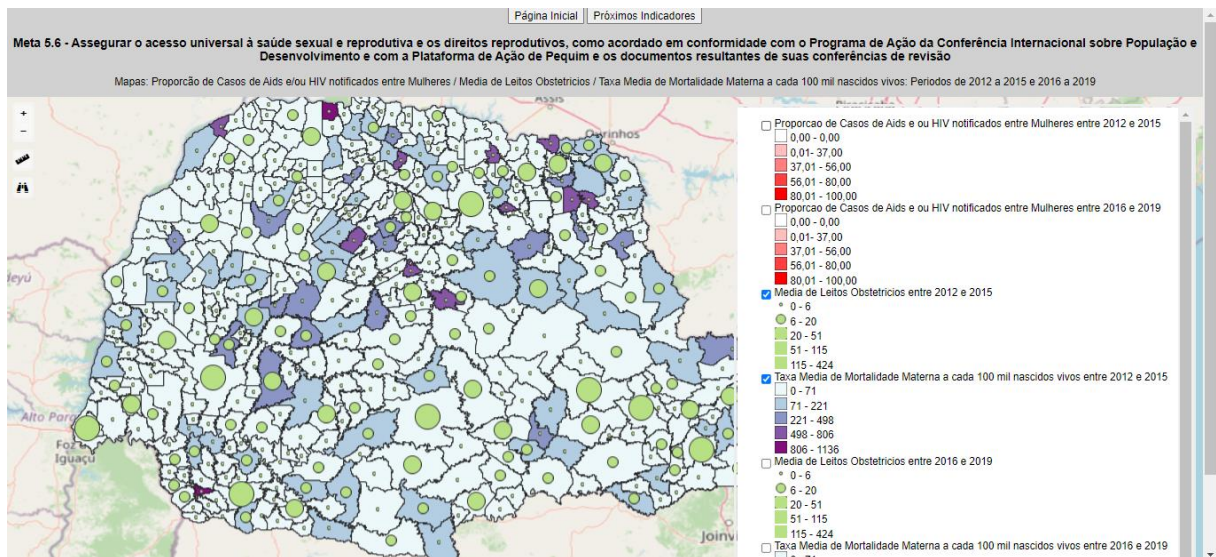
Para a meta 5.6 foi produzido um mapa com a proporção de casos de AIDS/HIV entre mulheres e um mapa com a taxa de mortalidade materna e o número médio de leitos obstétricos.

FIGURA 21 - PROPORÇÃO DE CASOS DE AIDS E/OU HIV ENTRE MULHERES (2015 - 2019)



FONTE: Silva (2021).

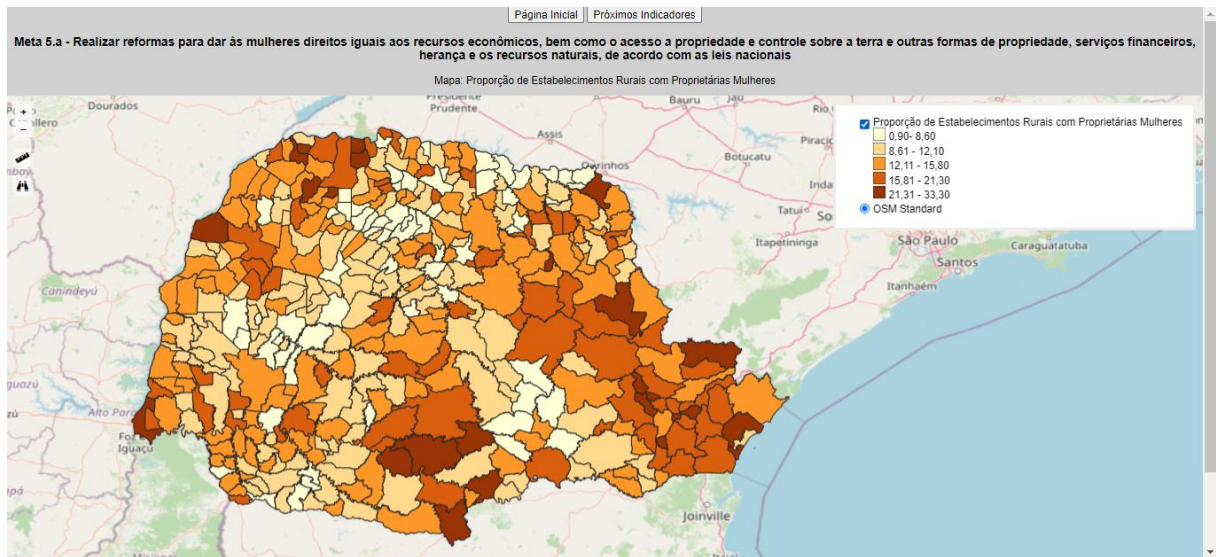
FIGURA 22 - TAXA MÉDIA DE MORTALIDADE MATERNA



FONTE: Silva (2021).

Para a meta 5.a foi produzido o mapa com a proporção de estabelecimento rurais com proprietárias mulheres.

FIGURA 23 - PROPORÇÃO DE ESTABELECIMENTOS RURAIS COM PROPRIETÁRIAS MULHERES



FONTE: Silva (2021).

A meta 5.c promove a igualdade de gênero por meio do fortalecimento de políticas sólidas, a qual foi representada pelo indicador que se refere à proporção de países com sistemas para monitorar e fazer alocações públicas para a igualdade de gênero e o empoderamento das mulheres a nível municipal. Com destaque para as locações públicas que podem promover a igualdade de gênero, como as delegacias com atendimento especializados e o centro de referências da mulher.

FIGURA 24 - REDE DE APOIO À MULHER



FONTE: Silva (2021).

4.2.7 ODS 6 - Água potável e saneamento

A última página da aplicação corresponde ao ODS número 6, sobre água potável e saneamento.

Segundo a PNUD Brasil (2022), é estimado que mais de 40% da população global sofre com a escassez de água. Levantar onde estão e quais são os mananciais de água disponíveis, auxilia na preservação dos recursos naturais e promove o incentivo às políticas públicas que venham a investir em infraestrutura adequada e acesso ao saneamento, preservando o uso consciente desse insumo.

Por isso, para esse ODS, buscou-se explorar diversos recortes geográficos para representar o insumo da água e como visualizar dados para esse tema.

O primeiro recorte apresentado refere-se a Represa do Iraí, que abastece Curitiba e região metropolitana. Foi criado um *timelapse* apresenta na FIGURA 25 para representar a variação do nível de água da represa ao longo do tempo. Percebeu-se que a represa não existia em 1995, pois foi construída em 1996 para armazenamento de água. A represa ocupa uma área aproximada de 15 km² e representa o recorte geográfico de maior escala apresentado neste projeto.

FIGURA 25 - REPRESA DO IRAÍ



FONTE: A autora (2022).

Esse dado, por representar as drenagens ao longo de toda a extensão do território brasileiro, constitui uma camada extremamente pesada para renderizar em uma aplicação *web*, que se atualiza em tempo real, apresentada na FIGURA 27.

FIGURA 27 - DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL DO BRASIL



FONTE: A autora (2022).

Os atributos da camada de drenagem, incluem o cálculo da estimativa da disponibilidade hídrica de águas superficiais no Brasil, através da vazão de restrição dos reservatórios, acrescida do incremento da vazão de estiagem, que representa a vazão com permanência de 95%, ou Q95, para os trechos regularizados. Quando não se dispunha da informação de vazão de restrição utilizou-se a vazão regularizada pelo sistema de reservatórios com 100% de garantia. Em rios sem regularização, a disponibilidade foi considerada como apenas a vazão de estiagem com permanência de 95% (ANA, 2022).

Com isso, é possível analisar a variação da vazão de permanência de 95%, ou Q95, que representa a vazão do rio em 95% do tempo, ou seja, a vazão que o rio possui, em metros cúbicos por segundo (m^3/s), na maior parte do tempo, ao longo

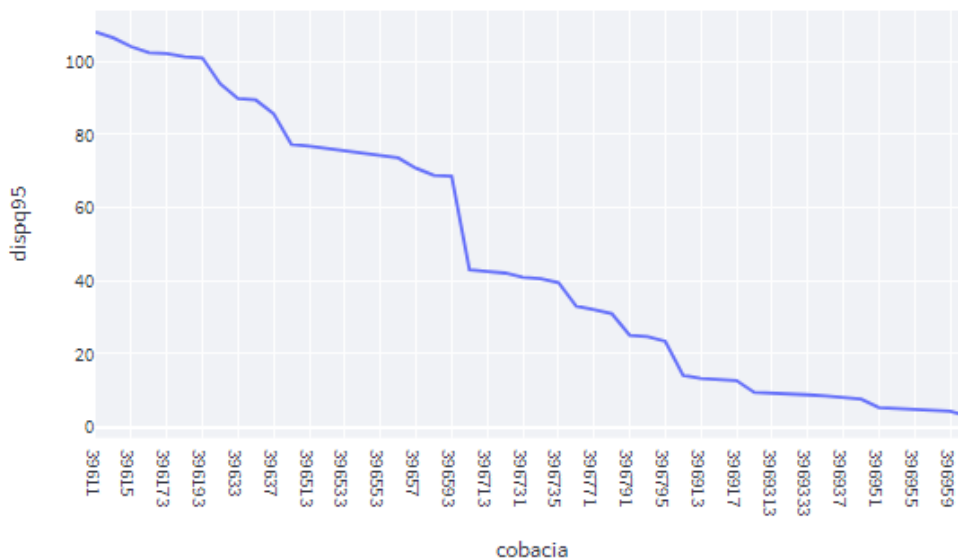
do rio, por toda sua extensão na Bacia Hidrográfica. Para possibilitar essa análise, foi gerado um gráfico que representa essa variação, no qual, o usuário pode escolher qual rio deseja visualizar por vez, uma vez que o dado escolhido apresenta todas as drenagens do território brasileiro, e então, o GRÁFICO 8 se atualiza para apresentar os resultados.

GRÁFICO 8 - VAZÃO DE PERMANÊNCIA 95% POR RIO AO LONGO DA BACIA HIDROGRÁFICA

Selecione um rio:

Rio Oiapoque

Você está visualizando a Q95 do rio selecionado: Rio Oiapoque



FONTE: A autora (2022).

4.3 ANÁLISE DE PERFORMANCE

Após a aplicação ser publicada na web, foi possível realizar análises quanto à performance de exibir os dados ao usuário. Por tratar-se de uma aplicação que apresenta representações espaciais como mapas, e que muitos deles estão sendo trazidos através do uso de API, o tempo de renderização de cada mapa pode variar, especialmente para aqueles que recobrem uma grande extensão de área.

TABELA 4 - ANÁLISE DE PERFORMANCE

Objetivo	Dado	Tipo	Nível geográfico	Tempo para renderizar	Fonte
1	Proporção da população que vive abaixo da linha da pobreza	GEOJSON	Global	0.2 segundos	UN-SDG Stats
1	Países do mundo	SHAPEFILE	Global	10 segundos	Natural Earth
2	Proporção da população subnutrida	GEOJSON	Global	0.2 segundos	UN-SDG Stats
3	Bairros de Curitiba - PR	SHAPEFILE	Municipal	14 segundos	IPPUC
4	Unidades da Federação - Brasil	SHAPEFILE	Nacional	1 minuto 25 segundos	IBGE
5	Atlas sobre a Igualdade de Gênero no Paraná	GIF	Estadual	0.2 segundos	Janiny Zanda
6	Série temporal da Represa do Iraí	GIF	Local	0.2 segundos	Geospatial App
6	Rede de drenagem do estado de Alagoas	GEOJSON	Estadual	45 segundos	GEOINFO
6	Disponibilidade Hídrica Superficial do Brasil	SHAPEFILE	Nacional	2 minutos 10 segundos	ANA

FONTE: A autora (2022).

Analisando esses resultados, foi possível perceber que o tempo de renderização foi maior para os mapas do tipo SHAPEFILE, com destaque para o último mapa, referente a disponibilidade hídrica do país, que contém a maior quantidade de informações, em comparação aos outros mapas, por representar todas as drenagens superficiais do país, com primitiva gráfica igual a linhas, seguido do mapa de drenagem para uma menor região, e em terceiro lugar, o mapa das Unidades da Federação, com primitiva gráfica igual a polígonos.

Como o tipo formato dos dados foi relevante para a performance da aplicação, foi possível constatar a importância dos produtores dos dados em disponibilizar as informações em formatos mais novos e otimizados para a *web*, que facilitam a renderização e possibilitam aplicações com melhores performances, como o formato GEOJSON e GEOPACKAGE, que também foram utilizados neste trabalho e apresentaram melhores performances.

Com isso, foi possível constatar que apesar do recorte geográfico interferir no tempo de renderização, a quantidade de atributos de acordo com a primitiva gráfica do mapa, interfere mais, pois, os mapas com representação global, com informações pontuais para todos os países do mundo, têm tempo de renderização significativamente menor do que os mapas de recorte com maior escala, porém que representam quantidade abundante de feições a serem renderizadas, do tipo linha. Isso caracteriza também uma consequência da arquitetura das aplicações, que representa a leitura e interpretação dos dados.

Foi feito um vídeo demonstrando o funcionamento da aplicação, e pode ser acessado através do link: <https://youtu.be/tvckpM9h88s>.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta deste trabalho foi desenvolver uma aplicação *web* que apresentasse dados de fontes livres e visualizações espaciais dos indicadores ligados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, a fim de apresentar a comunidade um modelo de aplicação reprodutível, que mostrasse a integração de dados públicos e diferentes recortes geográficos, para atingir um propósito social: cumprir com a Agenda 2030, da Organização das Nações Unidas, em prol do desenvolvimento sustentável. Esta finalidade foi alcançada e a aplicação pode ser acessada através do seguinte endereço: <https://share.streamlit.io/rayssafig/projeto2tcc/app.py>.

Os códigos de desenvolvimento da aplicação estão disponíveis no GitHub: <https://github.com/rayssafig/Projeto2TCC>, a fim de tornar a aplicação pública e reprodutível por pessoas que tenham interesse, em por exemplo, adicionar mais páginas à aplicação, representando outros ODS, ou usar como modelo para representar um ODS específico com um nível maior de detalhamento.

O desenvolvimento do trabalho foi feito inteiramente em ambiente computacional, de código aberto com a utilização de recursos disponíveis de forma livre, seguindo as documentações e políticas das bibliotecas *python*. O *framework* Streamlit usado também compartilha da política *Open Source*, que suporta a publicação da aplicação na *web*.

Foi percebido durante a execução do trabalho, algumas dificuldades relacionadas ao uso de API, uma vez que, cada uma tem sua própria documentação e a disponibilização de dados geoespaciais através de API ainda está em crescimento no país, sem políticas fortemente consolidadas. Isso levantou uma série de fatores que poderiam melhorar ou mitigar problema, sendo o primeiro deles listado como o aumento no número de API disponíveis para dados geoespaciais, pois a maioria ainda, se encontra disponível somente para *download*, que inviabiliza a utilização de dados diretamente de seus provedores, tornando-os passível de edição e modificação. Outro fator que muito tem a contribuir com a utilização correta das API é a disponibilização de documentação e metadados com linguagem mais acessível e de fácil compreensão, uma padronização nos modelos de documentação tornaria o uso mais adequado e simples.

Foi percebida também a dificuldade de encontrar dados atualizados e padronizados, que por vezes, não têm previsão de atualização ou manutenção. A utilização de dados através de API por meio de URL também permitiu perceber que, por vezes, o *link* de acesso da URL se quebra, ou muda de endereço, sem aviso prévio por parte das fontes provedoras. Isso fez com que alguns dados escolhidos durante a execução do projeto tivessem que ser mudados, devido a inesperada impossibilidade de acessá-los.

Quanto à performance da aplicação, foi percebido que o *framework* utilizado é capaz de suportar grande quantidade de dados e seus variados tipos, como dados geoespaciais. Entretanto, a performance de renderizar dados geoespaciais é reduzida, principalmente quando se trata de camadas mais pesadas, que trazem dados de uma grande extensão de área territorial, aumentando o tempo que a aplicação demora para apresentar o resultado na tela para o usuário.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são um grande desafio para a sociedade que se comprometeu a cumpri-los. A aplicação *web*, como resultado da sistematização de indicadores sociais, mostrou a importância de existirem ferramentas para monitorar os ODS, e representá-los cartograficamente. Assim, foi possível construir e apresentar uma ferramenta para orientar e auxiliar políticas públicas no alcance das metas.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A aplicação desenvolvida atende ao propósito para o qual foi projetada, entretanto pode ser complementada com ajustes e recomendações, como melhorar a performance da aplicação para aparelhos *mobile*, ou seja, que possam ser acessados de forma satisfatória pelo celular; acrescentar mais dados referentes aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, de modo a enriquecer a aplicação e o monitoramento dos ODS; buscar por dados mais atualizados, a fim de manter a aplicação atualizada; implementar funções previstas e não realizadas, como a função permite ao usuário escolher o recorte geográfico que deseja visualizar do dado apresentado.

Ademais, foi percebido que o formato dos dados também interfere na performance de uma aplicação *web*, então pode-se recomendar trabalhar com *vector tiles*, que são dados vetoriais, divididos em tamanhos menores, transferidos

pela *web* na forma de dados geográficos, garantindo uma melhor experiência do usuário, com *zoom* suave e renderização mais rápida.

Por fim, a integração das APIs e arquiteturas REST na INDE é uma promissora contribuição para que no futuro, seja permitida a criação de serviços para IDEs, em um padrão baseado em REST, que possibilita a criação de *web* API documentadas de forma padronizada, visto que a INDE já adota os padrões do OGC para especificação de seus Geoserviços.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Portal de Geoserviços. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br> Acesso em: 02 mar. 2022.

ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE CARTOGRAFIA (ICA). Mission. 2011. Disponível em: <https://icaci.org/mission/> Acesso em: 05 mar. 2022.

ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE CARTOGRAFIA (ICA). **O mundo dos mapas**. Editores: F. Ormeling e B. Rystedt. Grupo de Trabalho do Ano Internacional do Mapa. 2016. 150p.

BADARD, T.; DUBÉ, E. Enabling Geospatial Business Intelligence. **Technology Innovation Management Review**, [S. l.], 2009.

BORBA, R. L. R.; STRAUCH, J. C. M.; SOUZA, J. M. de; COLEMAN, D. J. UMA PROPOSTA PARA A NOVA GERAÇÃO DE INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], v. 67, n. 6, 2015. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44634>. Acesso em: 24 abr. 2022.

DELAZARI, L. S.; FIRKOWSKI, H.; SLUTER, C. R.; VIEIRA, A. J. B. **Cartografia**. Curitiba – 2004. Universidade Federal do Paraná.

DELAZARI, L. S.; SLUTER, C. R.; KAUCHAKJE, S. **Visualização Cartográfica Aplicada À Análise De Redes Sociais**. II Simpósio Brasileiro de Geomática. V Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas. Presidente Prudente - SP, 24-27 de julho de 2007. ISSN 1981-6251, p. 538-542.

FONSECA, ELTON. O que é HTTP, Request, GET, POST, Response, 200, 404? 2022. Disponível em: <https://www.treinaweb.com.br/blog/o-que-e-http-request-get-post-response-200-404> Acesso em: 02 mar. 2022.

GAPMINDER. RESOURCES. 2022. Disponível em: <https://www.gapminder.org/> Acesso em: 02 abr. 2022.

INFRAESTRUTURA DE DADOS GEOESPACIAIS DA EMBRAPA. GEOINFO. Disponível em: <http://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode%3Ahidrografia> Acesso em: 02 mar. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Malhas territoriais. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais.html> Acesso em: 02 mar. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). PLANO DE DADOS ABERTOS julho/2020 – julho/2022. 1ª Revisão. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/np_download/novoportal/documentos_institucionais/Plano_d_e_Dados_Abertos_IBGE_2020_2022_1arevisao.pdf Acesso em 10 mai. 2022

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA (IPPUC). Informações – Mapas. Disponível em: <https://www.ippuc.org.br/> Acesso em: 02 fev. 2022.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA) IPEADATA. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx> Acesso em: 02 mar. 2022.
KRAAK MJ, RE ROTH, B RICKER, A KAGAWA, AND G LE SOURD. 2020. **Mapping for a Sustainable World**. United Nations: New York, NY (USA).

MARCIAL, G. Streamlit: Construindo relatórios e dashboard para Data Science em Python. Disponível em: <https://datamarte.com/streamlit-construindo-relatorios-e-dashboard-para-data-science-em-python/> Acesso em: 07 mar. 2022.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/2> Acesso em: 02 mar. 2022.

NATURAL EARTH. Downloads. Disponível em: <https://www.naturearthdata.com/downloads/> Acesso em: 02 mar. 2022.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM. OGC APIs: Building Blocks for Location. Disponível em: <https://ogcapi.ogc.org/> Acesso em: 02 mar. 2022.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM. **OGC SensorThings API Part 1: Sensing**. 2016. Version: 1.0. Disponível em: <http://www.opengis.net/doc/is/sensorthings/1.0> Acesso em: 24 mar. 2022.

OPEN KNOWLEDGE FOUNDATION. *What is Open?* 2022. Disponível em: <https://okfn.org/opendata/> Acesso em 13 de jan. 2022.

PANDEY, PARUL. Extracting information from XML files into a Pandas dataframe: Parse XML files with the Python's ElementTree package. 2021. Disponível em: <https://towardsdatascience.com/extracting-information-from-xml-files-into-a-pandas-dataframe-11f32883ce45> Acesso em: 02 mar. 2022.

PATEL, M.; MEHTA, A.; CHAUHAN, N. C. **Design of Smart Dashboard based on IoT & Fog Computing for Smart Cities**, 5p, 2021. Acesso em: 24 abr. 2022.

PNUD BRASIL. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2022. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals/goal-2-zero-hunger.html> Acesso em: 12 abr. 2022.

PORTAL BRASILEIRO DE DADOS ABERTOS. O que são dados abertos? 2022. Disponível em: <https://dados.gov.br/pagina/dados-abertos> Acesso em: 24 fev. 2022.

PORTAL BRASILEIRO DE DADOS ABERTOS. O que são dados abertos? Disponível em: <https://dados.gov.br/pagina/dados-abertos> Acesso em 13 de jan. 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. DADOS ABERTOS - Consulta de bases. 2022 Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/dadosabertos> Acesso em: 02 fev. 2022.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA SECRETARIA-GERAL. DECRETO Nº 8.777, DE 11 DE MAIO DE 2016. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/D8777.htm Acesso em: 24 fev. 2022.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA SECRETARIA-GERAL. DECRETO Nº 8.777, DE 11 DE MAIO DE 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/d8777.htm Acesso em 13 de jan. 2022.

SILVA, J. Z. S. Atlas ODS 5 - Igualdade de Gênero. Disponível em: <http://www.labgeolivres.ufpr.br/AtlasODSGenero/index.html> Acesso em 29 de jan. 2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. Anais / IV Workshop sobre Software Livre – WSL2003. Editores Denise Bandeira da Silva e Lisandro Zambenedetti Granville, Porto Alegre, 05 a 06 de junho de 2003. Porto Alegre, 2003. 162p.

STREAMLIT. A faster way to build and share data apps. 2022. Disponível em: <https://streamlit.io/> Acesso em: 02 fev. 2022.

UM-GGIM. Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division. **The Global Fundamental Geospatial Data Themes**. New York, 2019.

UNITED NATIONS COMMITTEE OF EXPERTS ON GLOBAL GEOSPATIAL INFORMATION MANAGEMENT. **Integrated Geospatial Information Framework: A Strategic Guide To Develop And Strengthen National Geospatial Information Management Part 1: Overarching Strategic Framework**. Disponível em: <https://gqim.un.org/meetings/GGIM-committee/8th-Session/documents/Part%201-IGIF-Overarching-Strategic-Framework-24July2018.pdf> Acesso em: 24 mar. 2022.

UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs. SDG Country Profile. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/dataportal/countryprofiles> Acesso em: 02 mar. 2022.

UNITED NATIONS. Communications materials. 2022. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/news/communications-material/> Acesso em: 02 fev. 2022.

UNITED NATIONS. **Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development**. 2021. 22p.

UNITED NATIONS. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. 2022. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda> Acesso em: 24 fev. 2022.

WU, QIUSHENG. Streamlit for Geospatial Applications. Disponível em: <https://streamlit.geemap.org/> Acesso em: 06 mar. 2022.

APÊNDICE 1 – DIAGRAMA DE CASOS DE USO

