



LUIZA HELENA MACHADO CUELHAS

**MAPA ARQUEOLÓGICO: SISTEMA DE MAPEAMENTO E REGISTRO
DE DESCOBERTAS**

CAMPINAS
2024

LUIZA HELENA MACHADO CUELHAS

**MAPA ARQUEOLÓGICO: SISTEMA DE MAPEAMENTO E REGISTRO DE
DESCOBERTAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como parte dos requisitos
para obtenção do diploma do Curso
Análise e Desenvolvimento de Sistemas
do Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia Campus Campinas.

Orientador: Prof. Fábio Feliciano de
Oliveira.

CAMPINAS

2024

Ficha Catalográfica

Instituto Federal de São Paulo – Campus Campinas
Biblioteca “Pedro Augusto Pinheiro Fantinatti”

Tatiane Salles - CRB8/8946

Cuelbas, Luiza Helena Machado
C965m Mapa Arqueológico: sistema de mapeamento e registro de descobertas / Luiza Helena Machado Cuelbas. – Campinas, SP: [s.n.], 2024.
58 f. : il.

Orientador: Dr. Fábio Feliciano de Oliveira
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo Campus Campinas. Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, 2024.

1. Arqueologia. 2. Mapas ilustrados. 3. Site da web - Desenvolvimento. 4. Javascript (Linguagem de programação de computador). 5. Descobertas científicas. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo Campus Campinas, Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas. II. Título.

ATA N.º 17/2024 - TADS-CMP/DAE-CMP/DRG/CMP/IFSP

Ata de Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação

Na presente data, realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **MAPA ARQUEOLÓGICO: SISTEMA DE MAPEAMENTO E REGISTRO DE DESCOBERTAS**, apresentado(a) pelo(a) estudante **LUIZA HELENA MACHADO CUELHAS (CP3018199)** do Curso **SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS** (Campus Campinas). Os trabalhos foram iniciados às 14:00HS pelo(a) Professor(a) presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

Membros	Instituição	Presença (Sim/Não)
Fábio Feliciano de Oliveira	IFSP	Sim
José Américo dos Santos Mendonça	IFSP	Sim
Ricardo Barz Sovat	IFSP	Sim

Observações:

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo da monografia, passou à arguição do(a) candidato(a). Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo(a) estudante, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

Aprovado(a)

Reprovado(a)

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu lavrei a presente ata que assino em nome dos demais membros da banca examinadora.

Campus Campinas, 4 de dezembro de 2024

Documento assinado eletronicamente por:

- **Fabio Feliciano de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 04/12/2024 09:20:13.
- **Ricardo Barz Sovat, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 04/12/2024 11:37:53.
- **Jose Americo dos Santos Mendonca, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 06/12/2024 09:01:55.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 02/12/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifsp.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 853434
Código de Autenticação: 50dfeabf20



ATA N.º 17/2024 - TADS-CMP/DAE-CMP/DRG/CMP/IFSP

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha família, que sempre me apoiou durante todas as fases da minha trajetória.

Agradeço também ao professor orientador, que me auxiliou em todas as etapas desse percurso.

Por fim, agradeço a todos os professores, servidores e colegas do Instituto, que, direta ou indiretamente, me ajudaram durante esta jornada acadêmica.

*“Um mapa não é o território que representa,
mas, se for correto,
tem uma estrutura similar à do território.”*

Alfred Korzybski

RESUMO

O acesso a informações científicas é facilitado pela internet, com diversos sistemas web que disponibilizam esse conteúdo. No entanto, o público em geral têm dificuldade em acessar artigos ou revistas científicas confiáveis. Essa questão também afeta a arqueologia, uma ciência interdisciplinar com grandes acervos de descobertas arqueológicas separadas em diversos sites, dificultando o acesso rápido a essas informações. Nesse contexto, o projeto desenvolvido se trata de um sistema web com um mapa interativo que exibe descobertas arqueológicas e suas informações. Por ser uma aplicação web, ele pode ser acessado por meio de navegadores, tornando o acesso mais fácil. A implementação do mapa interativo visa tornar o sistema mais fácil de se usar, melhorando a experiência do usuário. Além disso, o projeto é colaborativo, permitindo que os próprios usuários contribuam registrando novas descobertas. Com isso, espera-se que o sistema facilite o acesso aos dados arqueológicos de forma intuitiva e que traga uma colaboração dentro da comunidade arqueológica, pesquisadores e usuários que possuam interesse dentro da área.

Palavras-chave: arqueologia; mapa interativo; desenvolvimento web; react; javascript.

ABSTRACT

The access to scientific information is facilitated by the internet, with multiple web systems making this content available on it. However, the general public faces difficulties accessing reliable scientific articles or journals. This issue also affects archaeology, an interdisciplinary science with large collections of archaeological discoveries scattered across different websites, making it challenging to quickly access this information. In this context, the developed project is a web system featuring an interactive map that displays archaeological discoveries and their details. As a web application, it can be accessed via browsers, making access easier. The implementation of the interactive map aims to make the system more user-friendly, enhancing the user experience. Additionally, the project is collaborative, allowing users to contribute by registering new discoveries. With this, the system is expected to facilitate access to archaeological data in an intuitive way and foster collaboration within the archaeological community, including researchers and users interested in the field.

Keywords: archaeology; interactive map; web development; react; javascript.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de escavação subaquática.....	18
Figura 2 – Exemplo de fotografia aérea para buscar sítios arqueológicos.....	19
Figura 3 – Artefatos de ferramentas de pedra.....	20
Figura 4 – Exemplo de um projeto no QGIS.....	21
Figura 5 – Mapa de Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil.....	23
Figura 6 – Exemplo de um mapa interativo feito pelo IBGE que mostra a estrutura geológica do Brasil.....	24
Figura 7 – Especificações do dispositivo.....	26
Figura 8 – Interface da tela de cadastro na ferramenta Figma.....	27
Figura 9 – Organização das pastas.....	28
Figura 10 – Parte do código de frontend do sistema.....	29
Figura 11 – Coleção descoberta no MongoDB.....	32
Figura 12 – Plataforma MapTiler.....	34
Figura 13 – Modelo em espiral e as fases do processo.....	35
Figura 14 – Modelo em espiral do sistema.....	36
Figura 15 – Arquitetura do sistema.....	40
Figura 16 – Parte do código que utiliza Fetch API.....	41
Figura 17 – Parte do código que utiliza Rest API.....	41
Figura 18 – Parte do código que deleta uma descoberta.....	42
Figura 19 – Parte do código em que a conexão com o banco de dados é estabelecida.....	43
Figura 20 – Parte do código em que o modelo de ‘descobertas’ é aplicado.....	44
Figura 21 – Diagrama de casos de uso do projeto.....	46
Figura 22 – Tela inicial do sistema.....	47
Figura 23 – Tela inicial com uma descoberta selecionada do sistema.....	47
Figura 24 – Tela de cadastro do sistema.....	48
Figura 25 – Tela de login do sistema.....	49
Figura 26 – Mensagem de erro.....	49

Figura 27 – Tela da área do colaborador do sistema.....	50
Figura 28 – Área do colaborador do sistema sem descobertas cadastradas.....	51
Figura 29 –Tela de edição de descoberta do sistema.....	52
Figura 30 – Tela de confirmação para deletar uma descoberta do sistema.....	52
Figura 31 – Tela do cadastro de descoberta do sistema.....	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quadro comparativo entre Google Maps API e Leaflet.....	33
Quadro 2 – Testes de Aceitação do sistema.....	37

LISTA DE SIGLAS

HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
SciELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i> (Biblioteca Científica Eletrônica Online)
ICOM	<i>International Council of Museums</i> (Conselho Internacional de Museus)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
SIG	Sistema de Informação Geográfica
QGIS	<i>Quantum Geographic Information System</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i> (Linguagem de Consulta Estruturada)
NoSQL	<i>Not Only SQL</i> (Não Apenas SQL)
JSX	<i>JavaScript XML</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
API	<i>Application Programming Interface</i> (Interface de Programação de Aplicações)
HTTPS	<i>Hypertext Transfer Protocol Secure</i> (Protocolo de Transferência de Hipertexto Seguro)
UML	<i>Unified Modeling Language</i> (Linguagem de Modelagem Unificada)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 JUSTIFICATIVA.....	15
3 OBJETIVOS.....	17
3.1 Objetivo Geral.....	17
3.2 Objetivos Específicos.....	17
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
4.1 Arqueologia.....	18
4.2 Artefato.....	19
4.3 Sistema de Informação Geográfica (SIG).....	20
4.4 Mapa Interativo.....	22
4.5 Banco de Dados Não Relacional.....	24
5 METODOLOGIA.....	26
5.1 Ambiente de Desenvolvimento.....	26
5.2 Ferramentas Utilizadas.....	26
5.2.1 Figma.....	26
5.2.2 Visual Studio Code.....	27
5.2.3 JavaScript.....	29
5.2.4 React.....	30
5.2.5 MongoDB Cloud.....	30
5.2.6 APIs e bibliotecas de mapas interativos.....	32
5.2.7 MapTiler.....	33
5.3 Sistema Desenvolvido.....	34
5.3.1 Metodologia de Desenvolvimento.....	34
5.3.2 Arquitetura do Sistema.....	39
5.3.3 Diagrama de Casos de Uso.....	45
5.3.4 Telas do Sistema.....	46
6 CONCLUSÃO.....	54
REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

A palavra arqueologia, em grego, significa “conhecimento dos primórdios”. Por conta disso, tradicionalmente, os materiais de estudo da arqueologia seriam resquícios de objetos ou estruturas relacionados com o trabalho e contexto humano no passado. Porém, ao longo dos anos, a arqueologia ampliou seu campo de ação para o estudo da cultura material de qualquer época (Funari, 2003).

A importância da arqueologia pode variar, para o arqueólogo Thomas e o antropólogo Kelly (2012), “Não é o que você encontra, é o que você descobre”. Ou seja, as informações extraídas dos artefatos encontrados são mais valiosas para pesquisas e estudos sobre o passado do que os artefatos em si.

O principal canal de acesso às informações relativas às descobertas arqueológicas consiste em artigos científicos, revistas especializadas ou exposições museológicas. No entanto, diversas pessoas enfrentam dificuldades em acessar tais informações por razões variadas, incluindo a falta de familiaridade com os procedimentos para buscar artigos científicos ou a impossibilidade de ir até um museu presencialmente.

Sendo assim, o sistema produzido neste projeto foi feito com desenvolvimento web, utilizando *JavaScript*, *HTML* e *CSS* com a biblioteca *React* e facilita o acesso às informações para estudantes e usuários interessados no estudo da arqueologia, possibilitando que estes consigam visualizar as descobertas por meio de um mapa interativo em um navegador web.

Além disso, pesquisadores, arqueólogos ou colaboradores interessados podem adicionar pontos de descobertas de artefatos por meio de um formulário, fornecendo a localização da descoberta, análise e outras informações sobre o artefato, autores da descoberta, data e a foto da descoberta. Essas informações são armazenadas no banco de dados chamado *MongoDB*. Isso torna o sistema colaborativo, contribuindo para a difusão das informações na área da arqueologia.

Dessa forma, o sistema não apenas fornece informações arqueológicas de forma acessível, mas também incentiva a participação ativa da comunidade acadêmica e de pesquisadores. O mapa possibilita a visualização das descobertas em localidades específicas.

Esse trabalho está organizado em 5 tópicos principais, sendo eles a justificativa do desenvolvimento do sistema, objetivos do sistema, fundamentação

teórica como um contexto sobre conteúdos utilizados no projeto, a metodologia do sistema com as ferramentas utilizadas e a conclusão.

2 JUSTIFICATIVA

Com o desenvolvimento da Internet, a forma de comunicação científica mudou, porém, o acesso às informações científicas não se apresenta totalmente livre. Por conta disso, surgiram muitos movimentos em prol do acesso livre às publicações científicas. De acordo com o manifesto da Iniciativa de Acesso Aberto *Budapest Open Access Initiative* (2002 *apud* Bomfá *et al.*, 2008), o acesso livre refere-se à disponibilização gratuita de trabalhos científicos para leitura, impressões, cópias, livre de barreiras legais (Bomfá *et al.*, 2008).

Diante dessa perspectiva, surgiram uma série de iniciativas ao redor do mundo. No contexto brasileiro, por exemplo, existe a iniciativa da SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), uma biblioteca digital para a publicação de revistas científicas (Bomfá *et al.*, 2008).

Atualmente, muitos museus utilizam tecnologia touchscreen para melhorar a interação com o público, como é o caso de instituições modernas, como o Espaço do Conhecimento UFMG, o Museu da Língua Portuguesa e o Museu do Amanhã. Essas tecnologias interativas são empregadas para fornecer informações adicionais sobre os acervos e aprimorar a experiência dos visitantes.

Em relação aos mapas interativos, embora existam poucas opções disponíveis na internet, algumas iniciativas se destacam. Um exemplo é o mapa interativo dos museus, desenvolvido pelo ICOM (*International Council of Museums*) em 2016, que apresentou as atividades do Dia Internacional dos Museus ao redor do mundo, outro exemplo são os mapas disponíveis no site do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), com informações geográficas do Brasil. Recentemente, pesquisadores da USP lançaram, em 16 de maio de 2024, um mapa interativo de sítios arqueológicos indígenas no estado de São Paulo, com planos de expandir essa base de dados para outros estados do Brasil no futuro.

Com isso, esses mapas podem ser utilizados de diversas maneiras em várias áreas, trazendo vantagens como a análise de dados espaciais e a criação de uma experiência dinâmica e interativa para o usuário. Eles facilitam a compreensão dos dados ao permitir zoom, rolar e clicar em pontos específicos no mapa, tornando a interação mais dinâmica (Kraak, Ormeling, 2020).

No âmbito da arqueologia, uma ciência que estuda a evolução humana e contribui para o avanço de técnicas como datação por carbono-14 e análises de

DNA antigo, os mapas interativos são especialmente úteis para organizar e explorar os grandes acervos de informações e dados existentes, promovendo a identificação de mudanças culturais e sociais (Conolly, Lake, 2006).

O sistema desenvolvido neste projeto contribui para o acesso às informações científicas. Utilizando um mapa arqueológico interativo, o sistema permite que qualquer pessoa interessada na área de arqueologia acesse informações sobre descobertas arqueológicas de diferentes localidades e de forma gratuita e intuitiva, eliminando barreiras que normalmente limitam o acesso a essas informações.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O objetivo do trabalho é desenvolver um sistema web para disponibilizar informações sobre descobertas arqueológicas por meio de um mapa interativo. Além disso, visa facilitar o registro de descobertas, viabilizando a colaboração entre arqueólogos, pesquisadores e instituições com o intuito de promover a disseminação de informações arqueológicas.

3.2 Objetivos Específicos

- a) Desenvolver uma interface de usuário.
- b) Integrar banco de dados para armazenamento das informações e localizações das descobertas arqueológicas.
- c) Avaliar bibliotecas e APIs disponíveis para a exibição e manipulação do mapa interativo e escolher a que melhor atende às necessidades.
- d) Criar formulários de registro de descobertas e cadastro de usuários.
- e) Disponibilizar no mapa uma marcação das localizações de descobertas arqueológicas.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

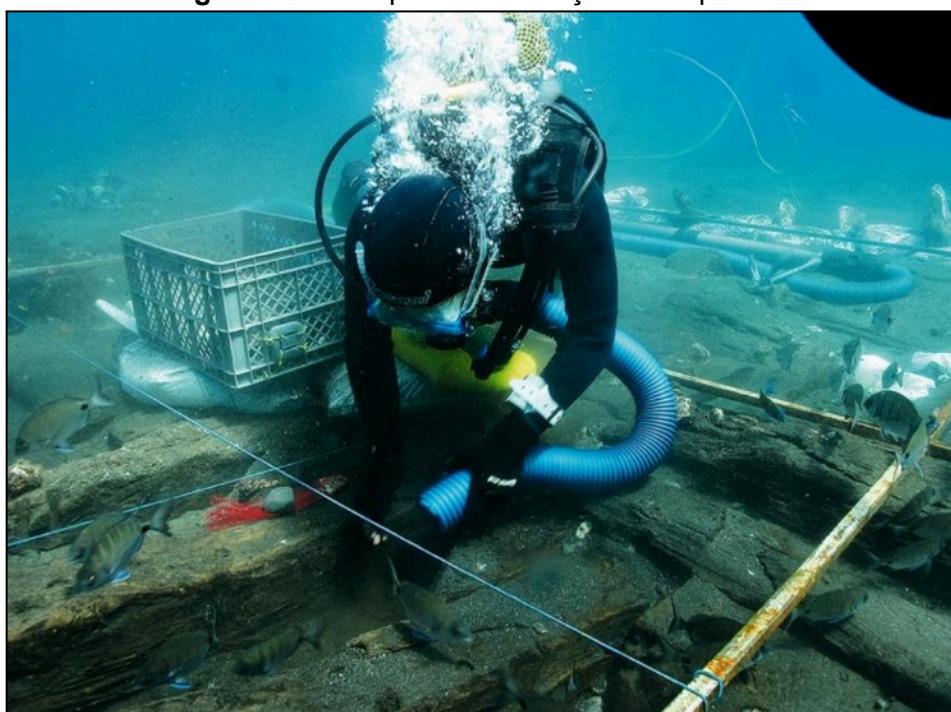
4.1 Arqueologia

A arqueologia representa uma ciência interdisciplinar, ou seja, engloba diversos campos do conhecimento como história, geografia, ciências, dedicando-se ao estudo dos vestígios materiais, artefatos e outras descobertas arqueológicas que possuam contexto com a sociedade humana, visando compreender suas culturas (Bahn, 2012).

A partir disso, essa ciência começou a se expandir, e diversos tipos de arqueólogos diferentes surgiram com distintas especializações, desde arqueólogos subaquáticos até aqueles focados em arqueologia aérea, dedicada à análise de fotografias de satélites para identificação e estudo de sítios arqueológicos (Bahn, 2012).

A arqueologia subaquática está principalmente aplicada em naufrágios e outros vestígios localizados em ambientes aquáticos. Muckleroy, em seu livro *Maritime Archaeology* apresenta uma metodologia analítica para estudos de sítios subaquáticos e destaca a importância da interpretação dos contextos em que os artefatos são encontrados, a figura 1 apresenta uma escavação subaquática para exemplificar esse conceito (Muckelroy, 1978).

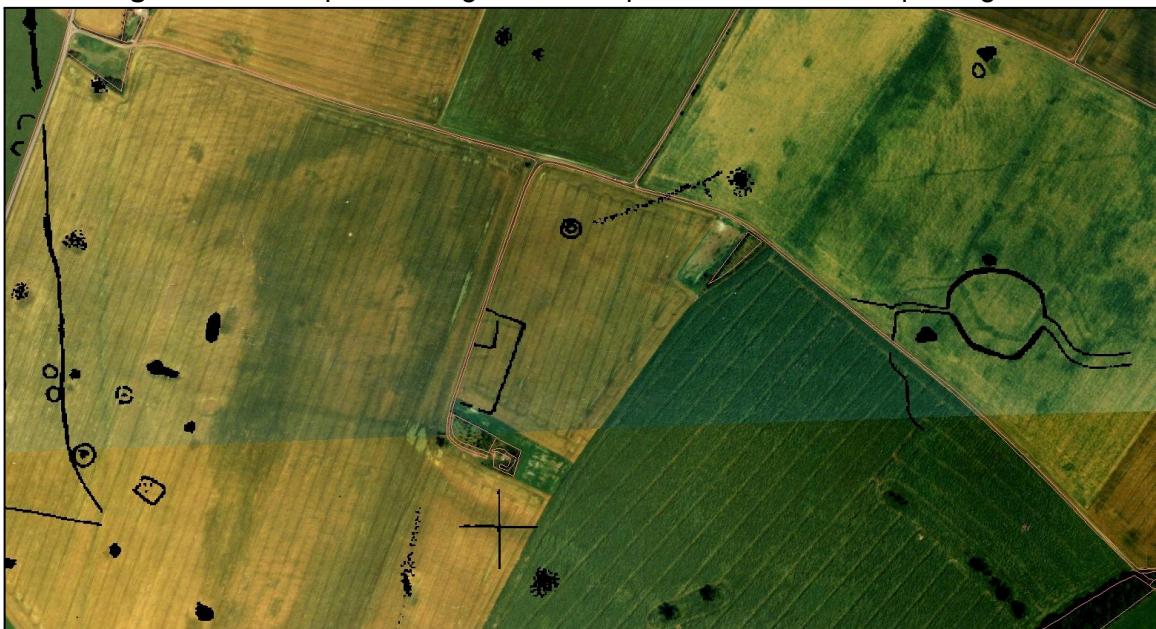
Figura 1 – Exemplo de escavação subaquática.



Fonte: Santos (2024).

Por outro lado, a arqueologia aérea consiste em tirar e analisar fotos aéreas a fim de encontrar evidências de possíveis sítios arqueológicos para escavação. Para isso é necessário um treinamento científico e histórico para entender como existem variações de cor e solo que podem indicar um possível vestígio do passado. Na figura 2 pode ser visto um exemplo de fotografia aérea usada dentro do contexto de arqueologia aérea (França, 2024).

Figura 2 – Exemplo de fotografia aérea para buscar sítios arqueológicos.



Fonte: University of Cambridge (2024).

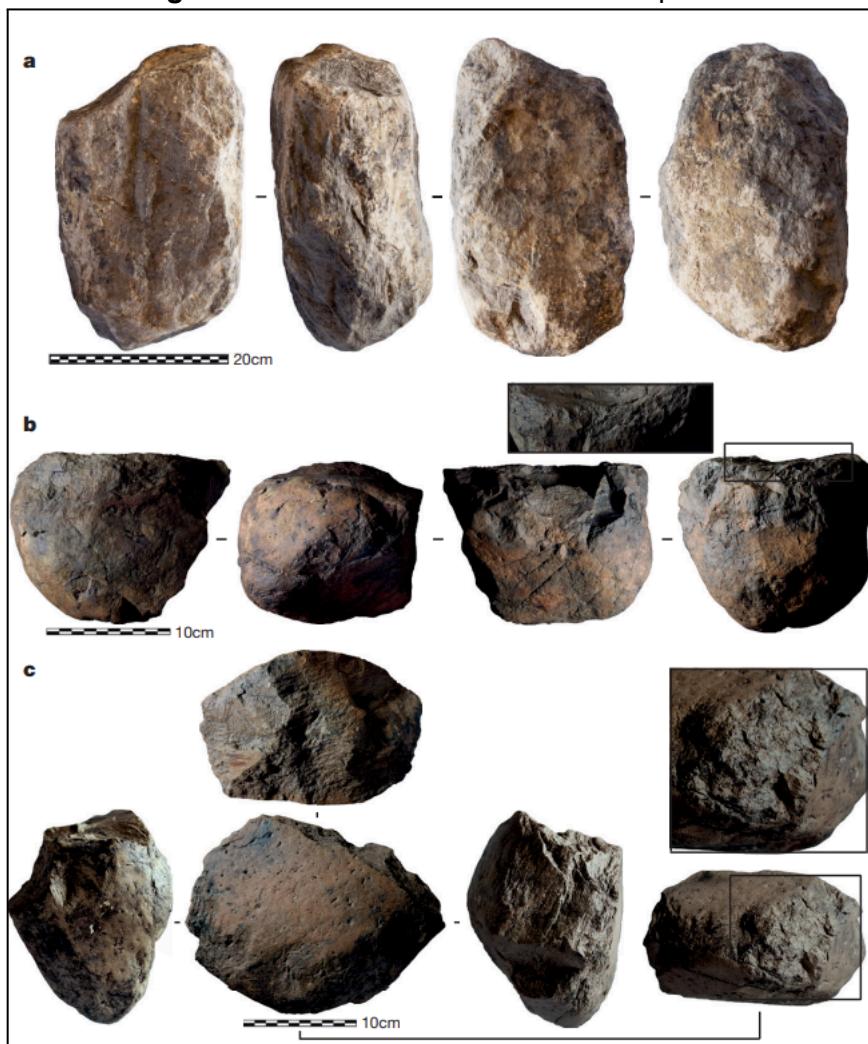
Portanto, para o professor, historiador e arqueólogo Pedro Paulo Funari (2003), a arqueologia é uma ciência capaz de conectar o presente ao passado por meio da análise material e tem implicações sociais profundas, não apenas no campo acadêmico, mas também na construção da consciência histórica e cultural.

4.2 Artefato

Uma palavra muito utilizada no meio da arqueologia é artefato. A palavra artefato, em si, significa um objeto criado pelo ser humano com um propósito específico. Em arqueologia, os artefatos mantêm esse significado e podem incluir ferramentas, cerâmicas, armas, jóias e outros itens. Vale ressaltar que um artefato não representa todas as descobertas arqueológicas, uma descoberta arqueológica pode ser também uma estrutura, fósseis ou padrões de assentamentos (Alvarenga, 2023).

Atualmente, os artefatos mais antigos conhecidos até hoje foram encontrados na região de Lomekwi, no Quênia, e são datados de mais de 3.3 milhões de anos, sendo eles ferramentas de pedra, como podem ser observados na imagem 3 abaixo (Harmand *et al.*, 2015).

Figura 3 – Artefatos de ferramentas de pedra.



Fonte: Harmand *et al.* (2015).

4.3 Sistema de Informação Geográfica (SIG)

SIG, ou Sistema de Informação Geográfica consiste em um conjunto de ferramentas computacionais para Geoprocessamento. Com isso, o sistema pode coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados georreferenciados (Barros, 2023).

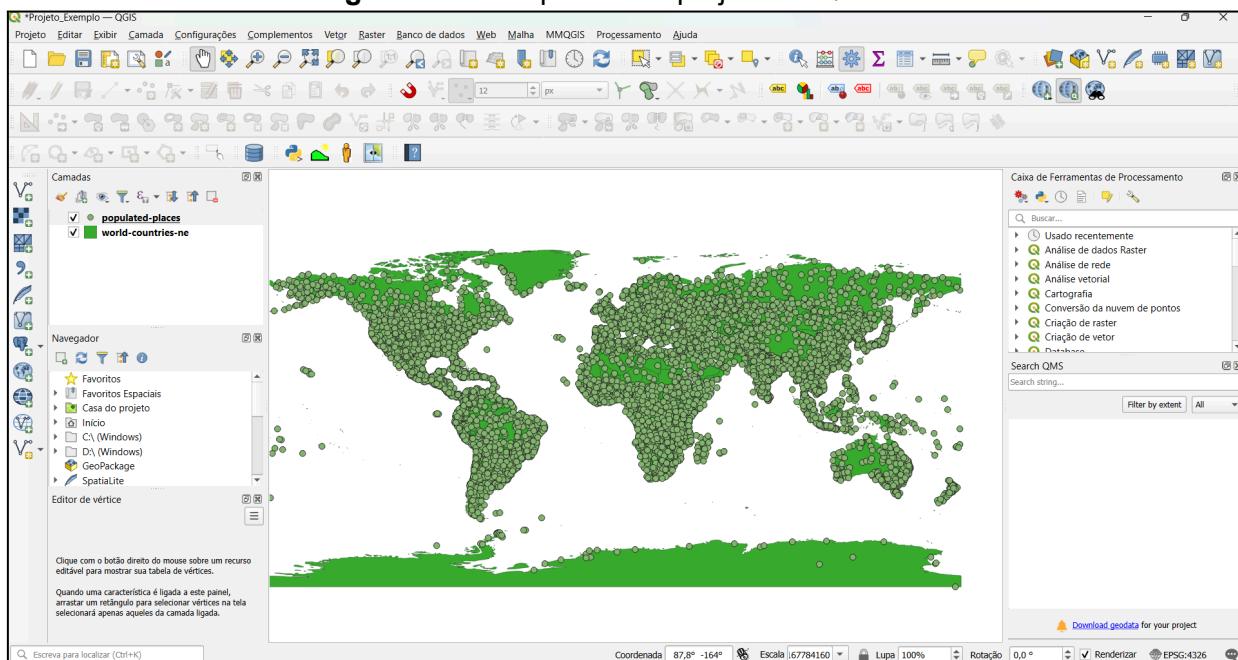
Um exemplo de um software SIG é o QGIS ou *Quantum GIS*, esse sistema possui suporte a plugins que podem complementar suas funções, como a aquisição, processamento, armazenamento e análise de dados. Além disso, utiliza algumas

linguagens de programação, principalmente o *SQL* (Structured Query Language), que pode ser utilizada para manipular parâmetros dentro de seu banco de dados (Marques, 2023).

Para que um sistema de informação seja considerado geográfico, seus dados devem ser georreferenciados, ou seja, associados a coordenadas geográficas. Em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), os dados podem ser classificados como vetoriais, que utilizam pontos, linhas e polígonos em conjunto com coordenadas, ou dados rasters, que são armazenados em matrizes, como imagens de satélite ou fotografias aéreas. A figura 4 abaixo apresenta um SIG simples que utiliza dados vetoriais, desenvolvido no software QGIS (Trindade, 2020).

No projeto, foram utilizados dados vetoriais representados por pontos para indicar as localizações de descobertas arqueológicas registradas. Cada descoberta está associada a um par de coordenadas: latitude e longitude, seguindo o padrão DD (Graus Decimais).

Figura 4 – Exemplo de um projeto no QGIS.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A utilização de SIG na arqueologia tem se mostrado uma ferramenta essencial para o mapeamento e análise espacial de sítios arqueológicos. Conforme apontado por Conolly e Lake (2006), o SIG permite não apenas a visualização de descobertas em mapas, mas também a análise de padrões de distribuição e relações espaciais entre diferentes elementos arqueológicos. Essa capacidade de integrar e analisar múltiplas camadas de dados georreferenciados é crucial para a

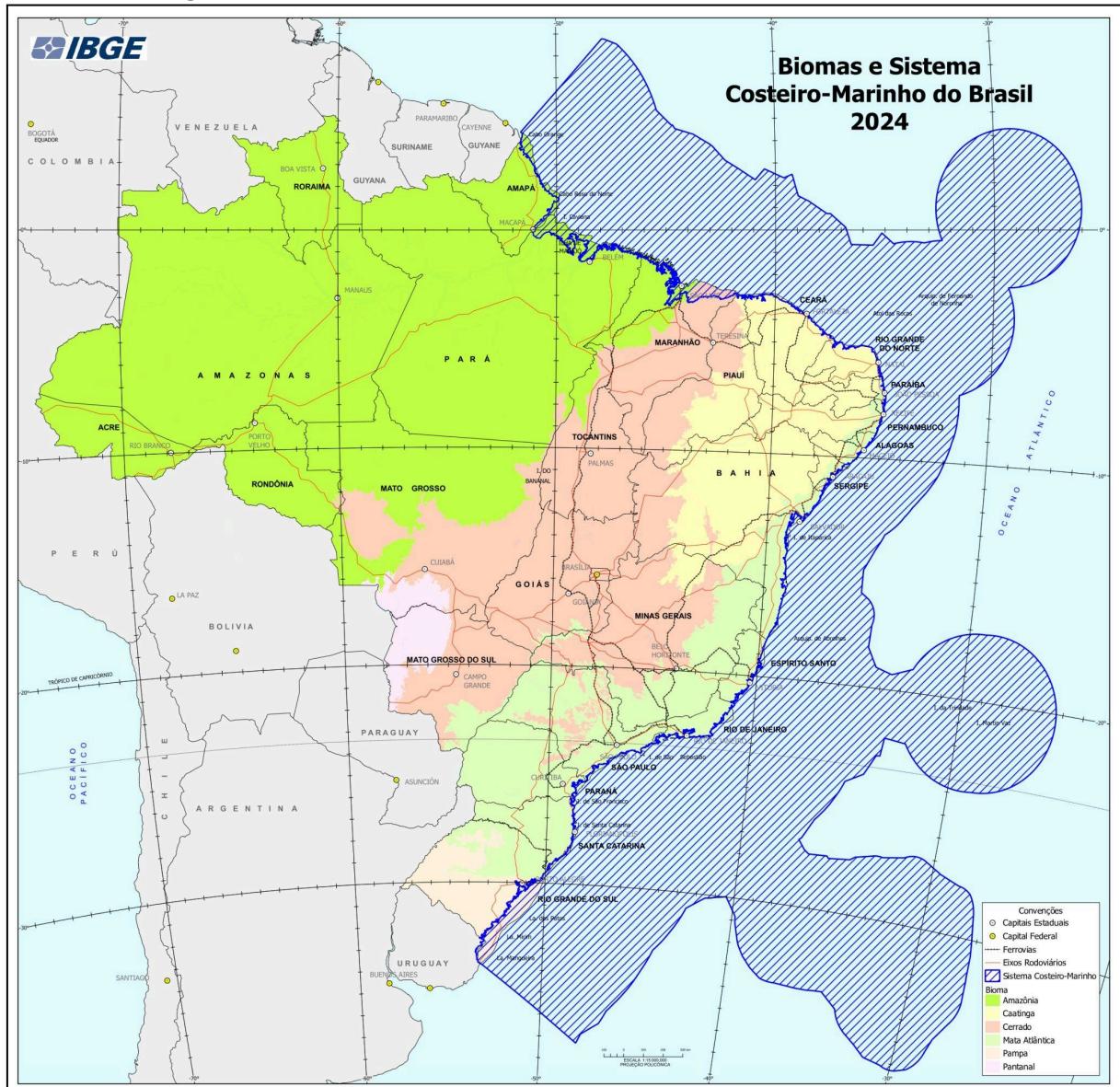
interpretação dos contextos arqueológicos e para a tomada de decisões durante as escavações e pesquisas.

4.4 Mapa Interativo

Primeiramente, um mapa faz parte de um conjunto de documentos estudados na cartografia, ciência que se dedica ao estudo do espaço geográfico. De acordo com o professor e historiador Paulo Miceli, os mapas foram uma forma da humanidade de se localizar no espaço (Univesp, 2015).

Ademais, um mapa é uma representação gráfica bidimensional de uma área geográfica, utilizando símbolos e escalas para ilustrar a disposição espacial de elementos. Ele pode comunicar diversas informações e características, incluindo aspectos físicos, políticos, culturais e econômicos de uma determinada região. A figura 5 apresenta um exemplo de um mapa de biomas e zona costeiro-marinha do Brasil.

Figura 5 – Mapa de Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil.



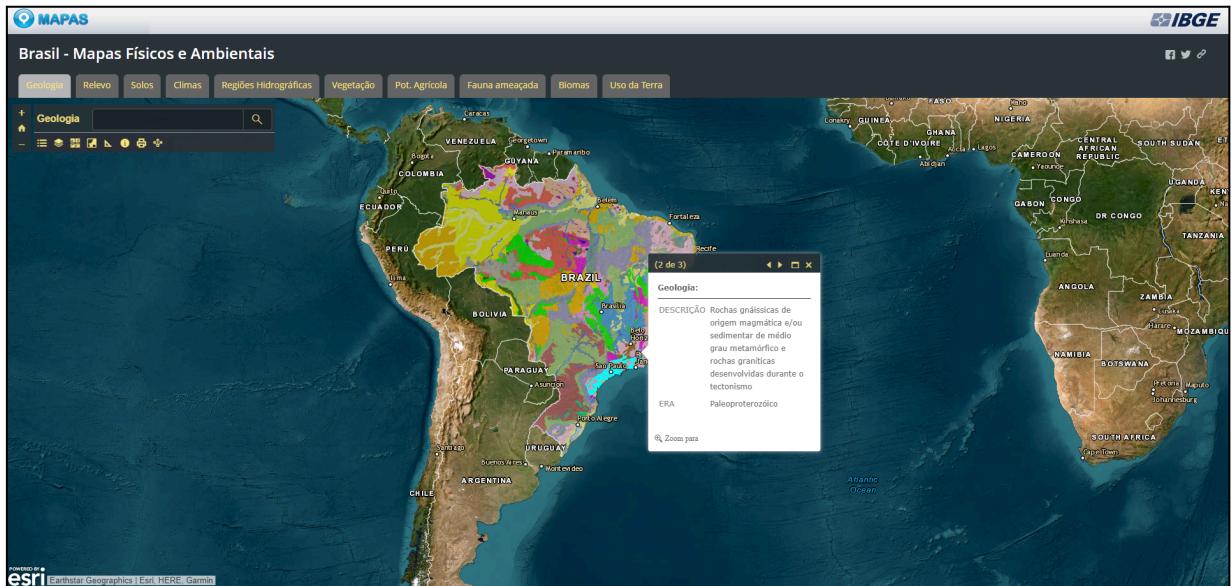
Fonte: IBGE (2024).

Como mostrado na figura acima, um mapa tradicional apresenta várias características, incluindo um título, nesse exemplo é "Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil 2024", a simbologia com diferentes cores e padrões que representam informações distintas, a legenda no canto inferior direito que explica o significado dos símbolos e cores utilizados, e a escala de 1:15.000.000 na parte inferior da imagem.

Por outro lado, de acordo com a empresa ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), um mapa interativo é um mapa virtual em que os usuários podem manipular o estilo ou formato, zoom, busca, filtros ou visualizar pop-ups. Em outras palavras, esse tipo de mapa possui funcionalidades que permitem ao usuário

interagir tanto com os dados exibidos quanto com o próprio mapa, como pode ser visto na figura 6 (ESRI,[s.d.]).

Figura 6 – Exemplo de um mapa interativo feito pelo IBGE que mostra a estrutura geológica do Brasil.



Fonte: IBGE (2024).

Neste projeto, o sistema utiliza um mapa interativo para disponibilizar dados sobre descobertas arqueológicas. Isso possibilita que os usuários interajam com esses dados, permitindo-lhes ler mais informações sobre os artefatos, visualizar fotos, descobrir o ano da descoberta e acessar outras informações relevantes.

4.5 Banco de Dados Não Relacional

Em primeiro plano, um banco de dados é uma coleção para armazenar informações com o objetivo de facilitar a consulta e manipulação desses dados conforme necessário. Ele serve para manter os dados organizados e acessíveis de maneira segura em um projeto. Um banco de dados pode armazenar desde números até imagens (Oracle, 2020)

Atualmente, existem 2 tipos de banco de dados amplamente utilizados: relacionais e não relacionais. Os bancos de dados relacionais são tradicionais e estruturados por meio de tabela de linhas e colunas, utilizando a linguagem de programação *SQL (Structured Query Language)* para gerenciar os dados (Microsoft, 2024).

Em contraste, os bancos de dados não relacionais são mais flexíveis, não estruturados ou semiestruturados e usam outras linguagens de programação além

de SQL para consultar os dados. Esses tipos de banco de dados permitem que conjuntos maiores de dados sejam acessados, atualizados e analisados rapidamente (Microsoft, 2024).

No projeto desenvolvido, utiliza-se um banco de dados não relacional orientado a documentos. O NoSQL (*Not Only SQL*) escolhido é o *MongoDB Cloud*, que será detalhado na seção 5.2, “Ferramentas Utilizadas”.

5 METODOLOGIA

5.1 Ambiente de Desenvolvimento

Para o desenvolvimento da aplicação proposta, foi utilizado um dispositivo *notebook* com o Sistema operacional Windows 11 Home Single Language 2021 com um processador Intel e 8GB de RAM. Ademais, mais especificações do dispositivo estão presentes na figura 7 abaixo.

Figura 7 – Especificações do dispositivo.

Especificações do dispositivo	
Nome do dispositivo	LAPTOP-5DCI95RB
Processador	Intel(R) Core(TM) i7-8565U CPU @ 1.80GHz 1.99 GHz
RAM instalada	8.00 GB (utilizável: 7.88 GB)
ID do dispositivo	0FA7529F-0614-4E72-8F47-DBA9FD1FF08F
ID do Produto	00342-41430-39517-AAOEM
Tipo de sistema	Sistema operacional de 64 bits, processador baseado em x64
Caneta e toque	Suporte para caneta

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Além disso, o computador possui um SSD com 475 GigaBytes de armazenamento disponível e placa de vídeo NVIDIA GeForce MX110 com 2GB dedicados, que foram essenciais para o desempenho da aplicação no dispositivo especificado.

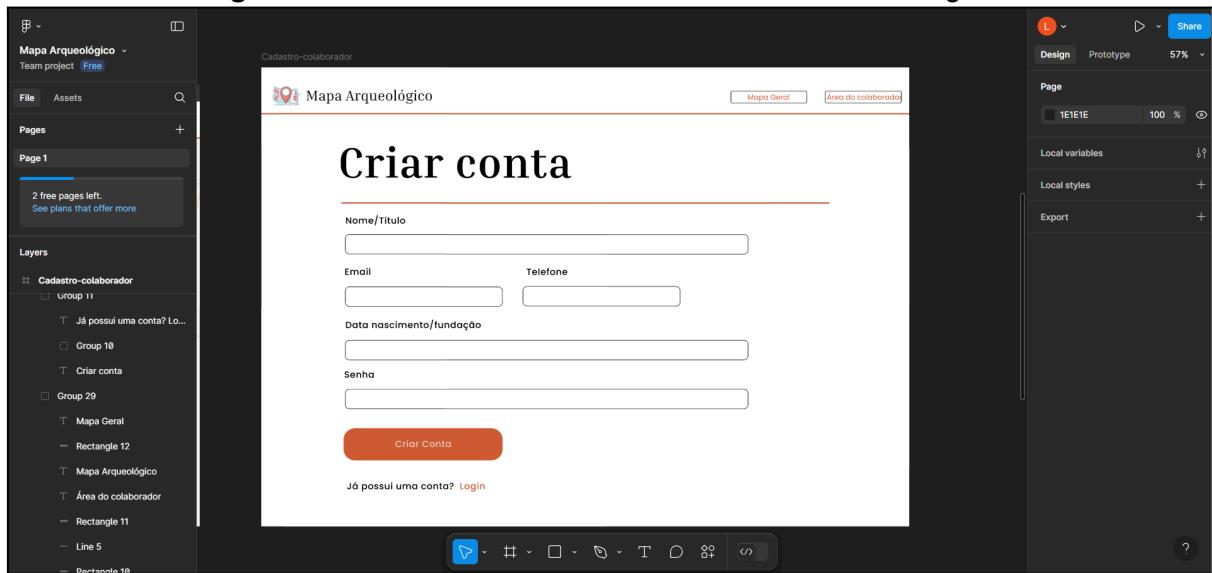
5.2 Ferramentas Utilizadas

5.2.1 Figma

Figma é uma ferramenta de design lançada em 2016 como uma ferramenta de interface colaborativa. Isso significa que é voltada para o desenvolvimento de interfaces de um sistema ou projeto de software. Para atingir esse objetivo, o designer de interface de usuário estuda as interações do usuário com o produto e realiza testes de maneira fácil, eficiente e agradável (Figma, 2024).

O protótipo das telas do sistema de mapa arqueológico foi desenvolvido utilizando essa ferramenta de design, como pode ser visto na figura 8. Uma das vantagens do Figma é que ele pode ser utilizado em qualquer navegador web, permitindo salvar projetos na nuvem e acessá-los em qualquer computador (Figma, 2024).

Figura 8 – Interface da tela de cadastro na ferramenta Figma.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Além disso, o Figma oferece estilos de cor e efeitos que podem ser aplicados em todo o projeto, componentes reutilizáveis que permitem a criação e reutilização de elementos em diferentes telas, plugins para inserção de ícones, e protótipos interativos com animações, transições e navegação entre as telas criadas, entre outras funcionalidades (Figma, 2024).

No projeto do mapa arqueológico, foi utilizado um plugin chamado *Iconify*, disponível na própria ferramenta Figma, para a seleção dos ícones do mapa. Além disso, foram empregados alguns componentes reutilizáveis, como o cabeçalho, que aparece em todas as telas do sistema.

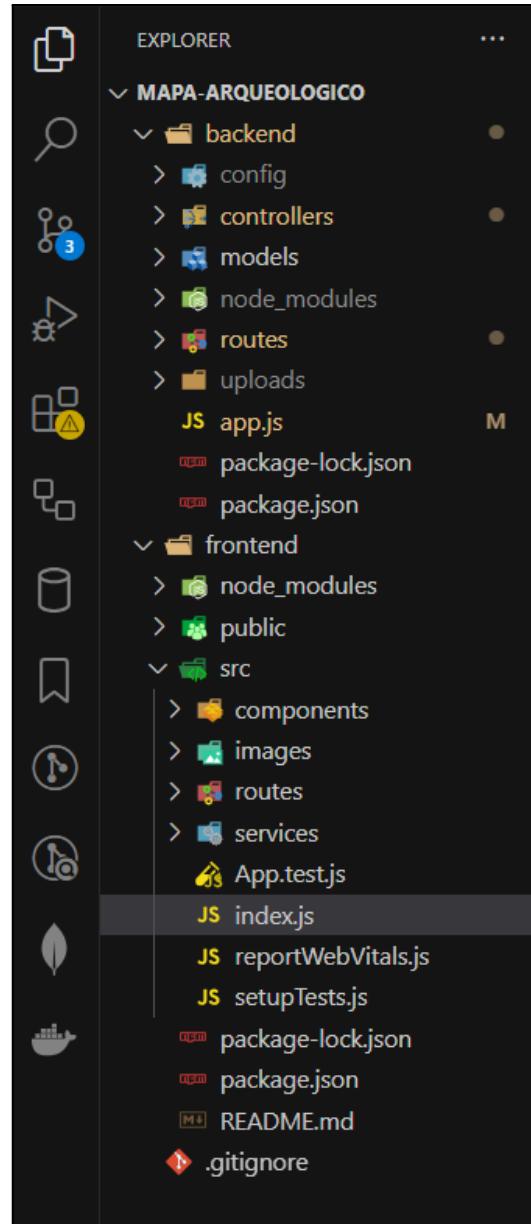
5.2.2 Visual Studio Code

Visual Studio Code é um editor de código-fonte gratuito e de código aberto desenvolvido pela Microsoft e lançado em 2015. Trata-se de uma ferramenta leve e multiplataforma, disponível para Windows, Mac e Linux. O VS Code foi anunciado como código aberto, com seu código disponibilizado no GitHub, permitindo que a comunidade contribuisse com seu desenvolvimento com a criação de extensões e novas funcionalidades (Devmedia, 2016).

Como mencionado anteriormente, o VS Code possui um catálogo de extensões criadas pela comunidade que adicionam novas funcionalidades ao editor, como alteração da aparência ou inclusão de ferramentas para suporte do código,

tornando esse editor extremamente flexível. Na figura 9, está uma imagem de como as pastas do sistema foram organizadas dentro do editor.

Figura 9 – Organização das pastas.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Para exemplificar melhor o uso do Visual Studio Code, a figura 10 mostra uma parte do código de frontend do sistema.

Figura 10 – Parte do código de frontend do sistema.

```

JS index.js
frontend > src > JS index.js > ...
  1 > import React from 'react';
  14
  15
  16 > const GlobalStyle = createGlobalStyle` ...
  17   `;
  18
  19
  20 const App = () => {
  21   const location = useLocation();
  22   const showHeader = !location.pathname.includes('/atualizar-descoberta') && !location.pathname.includes('/deletar-descoberta');
  23
  24   return (
  25     <>
  26       <GlobalStyle />
  27       {showHeader && <Header />}
  28     </>
  29     <Routes>
  30       <Route path="/login" element={<Login />} />
  31       <Route path="/" element={<Home />} />
  32       <Route path="/cadastro" element={<Cadastro />} />
  33       <Route path="/area-colaborador" element={<Colaborador />} />
  34       <Route path="/formulario-colaborador" element={<ColaboradorFormulario />} />
  35       <Route path="/atualizar-descoberta/:id" element={<EdicaoDescoberta />} />
  36       <Route path="/deletar-descoberta/:id" element={<DeletarDescoberta />} />
  37     </Routes>
  38   );
  39 }
  40
  41 const root = ReactDOM.createRoot(document.getElementById('root'));
  42 root.render(
  43   <React.StrictMode>
  44     <BrowserRouter>
  45       <App />
  46     </BrowserRouter>
  47   </React.StrictMode>
  48 );
  49
  50 reportWebVitals();
  51
  52
  53
  54
  55
  56
  57
  58
  59
  60
  61
  62
  63
  64
  65
  66
  67
  68
  69
  70
  71

```

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

5.2.3 JavaScript

O *JavaScript* é uma linguagem de programação desenvolvida em 1995 por Brendan Eich, inicialmente com o objetivo principal de validar formulários *HTML*. No entanto, ao longo do tempo, a linguagem passou por diversas evoluções e adaptações, expandindo seu uso para outras finalidades no desenvolvimento web.

Essa linguagem permite a implementação de itens complexos em páginas web, como mapas interativos e gráficos 2D/3D animados. Em adição, é utilizada em aplicações fora do navegador, como Adobe Acrobat. É uma linguagem leve, interpretada e baseada em objetos (MDN, 2024).

Além disso, está associada a outras duas tecnologias padrões web: *HTML* e *CSS*. Enquanto o *HTML* é a linguagem de marcação utilizada para estruturar o conteúdo web, definindo parágrafos, cabeçalhos e tabelas, o *CSS* é a linguagem de regras de estilo usada para aplicar cores de fundo, tipos de fontes, posição do conteúdo, entre outros (MDN, 2024).

Dentro do projeto, a linguagem foi utilizada tanto no *backend* quanto no *frontend*. Em relação ao *frontend*, ela foi empregada em conjunto com a biblioteca *React*, conforme explicado na seção 5.2.4. No *backend*, foi utilizada com o framework *Express*.

O *Express* é um *framework* de servidor web que facilita o gerenciamento de requisições, rotas, respostas e middleware no *Node.js*. O *Node.js* é um ambiente de execução utilizado para construção de servidores web, baseado no motor V8 do Google Chrome, que permite que o *JavaScript* seja executado diretamente no servidor, fora do navegador. Dessa maneira, a linguagem *JavaScript* pode ser utilizada tanto no *frontend* quanto no *backend* (NODE.JS, 2024).

5.2.4 React

React é uma biblioteca de código aberto *JavaScript* lançada pelo Facebook em 2013 e utilizada para criar interfaces de usuários em aplicações web. A motivação por trás da criação dessa biblioteca foi o desejo de simplificar a construção de interfaces de usuários para as aplicações web no Facebook (REACT, 2024).

As principais vantagens dessa biblioteca são suas funcionalidades, como por exemplo os componentes, que possibilitam que os desenvolvedores tenham pedaços de códigos reutilizáveis. Os componentes podem variar de botões até elementos que ocupam uma página inteira, com a utilização desses componentes, o código fica menos repetitivo e mais limpo (React, 2024).

Além dos componentes, a biblioteca apresenta outras características, como a sintaxe JSX, que permite a combinação de *HTML* e *CSS* com *JavaScript*, e os *hooks*. Entre os principais *hooks* do *React* estão o **useState**, que adiciona e gerencia o estado de variáveis em componentes, o **useEffect**, que lida com efeitos colaterais e permite que o código seja executado após renderizações, e o **useContext**, que facilita o compartilhamento de dados entre componentes.

No projeto foram utilizados os componentes, juntamente com a sintaxe JSX para melhorar a organização do código e simplificar a construção das interfaces do sistema. Além disso, alguns *hooks* também foram utilizados para auxiliar nas funcionalidades do projeto.

5.2.5 MongoDB Cloud

MongoDB foi fundado em 2007 pelos desenvolvedores Dwight Merriman, Eliot Horowitz e Kevin Ryan que trabalhavam para a empresa *DoubleClick*, uma agência de marketing que foi comprada pela Google no mesmo ano. Em torno de problemas

de escalabilidade e agilidade, a equipe decidiu criar um banco de dados NoSQL(*Not Only SQL*) que abordasse esses desafios, surgindo o MongoDB (Mongodb, 2024).

Diferentemente de banco de dados relacionais tradicionais, o MongoDB segue um modelo de dados baseado em documentos, ou seja, é utilizado para armazenar e consultar dados como documentos em *JavaScript Object Notation* (JSON), um formato de dados que pode ser lido tanto por humanos quanto por máquinas.

Para o seu funcionamento, essa versão nuvem do banco de dados possui a utilização de *clusters*, que são um conjunto de servidores interconectados que trabalham juntos para fornecer maior disponibilidade e escalabilidade. Dessa maneira, conforme a necessidade do sistema, é possível adicionar mais servidores ou aumentar o poder de processamento de um único servidor utilizado na aplicação para melhorar o desempenho e aumentar o armazenamento de dados, resultando em uma escalabilidade linear (Mongodb, 2024).

No mapa arqueológico, o MongoDB foi o banco de dados escolhido para armazenar as informações dos usuários e das descobertas arqueológicas. No caso dos usuários, todos os campos do formulário de cadastro foram armazenados, sendo que as senhas foram criptografadas. Em relação às descobertas, todas as informações do formulário de cadastro de descobertas também foram registradas, conforme ilustrado na figura 11.

A figura abaixo mostra as duas coleções do sistema: "usuarios" e "descobertas". À direita, estão algumas das informações armazenadas na coleção de descobertas, onde cada descoberta é representada por um documento. A imagem apresenta os dados da descoberta intitulada "As espadas do Mar Morto".

Figura 11 – Coleção descoberta no MongoDB.

The screenshot shows the MongoDB Compass interface. On the left, there's a sidebar with a '+ Create Database' button and a search bar for namespaces. Below that, under 'mapa_arqueologico', the 'descobertas' collection is selected. At the top right, there are tabs for 'Find', 'Indexes', 'Schema Anti-Patterns', 'Aggregation', and 'Search Indexes'. A button for 'INSERT DOCUMENT' is also visible. In the center, there's a search bar with the placeholder 'Type a query: { field: 'value' }' and buttons for 'Reset', 'Apply', and 'Options'. Below this, it says 'QUERY RESULTS: 1-4 OF 4' and lists one document:

```

_id: ObjectId("66ad718e1830aec97e5ef4f")
titulo: "As espadas do Mar Morto"
dataDescoberta: "2023-06-01"
latitude: 31.597391
longitude: 35.495815
autores: "Arqueólogos"
horarioDescoberta: ""
foto: "uploads\1722642830213-espadamarmorto.webp"
descricao: "Em junho de 2023, os arqueólogos encontraram quatro espadas extraordinárias no fundo do mar morto."
__v: 0

```

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Outra funcionalidade que pode ser utilizada em relação ao MongoDB Atlas, plataforma gerenciada na nuvem do MongoDB que faz parte do MongoDB Cloud, é a possibilidade e suporte para a utilização de dados geoespaciais. Com a utilização de GeoJSON (JSON geoespacial) pode-se representar informações geográficas e dados espaciais como linhas e polígonos, além de operadores de consulta específicos como verificar dados por proximidade. Essa versão é adequada para tratar dados espaciais básicos (Mongodb, 2024).

5.2.6 APIs e bibliotecas de mapas interativos

Uma API, Interface de Programação de Aplicação, é uma interface de programação de aplicativos que permite a interação e compartilhamento de dados de diferentes aplicativos por meio de solicitações. Uma API basicamente tem a função de obter, enviar, alterar e excluir uma informação, e ela serve para acelerar e simplificar o desenvolvimento de sistemas (EBAC, 2023).

Por outro lado, uma biblioteca é um conjunto de códigos ou funções pré-escritos que podem ser reutilizados por desenvolvedores em seus sistemas. As bibliotecas oferecem funcionalidades prontas como manipulação de dados ou gráficos, que também simplificam o processo de desenvolvimento (Flanagan, 2006).

Nesse contexto, foram avaliados duas possibilidades de integração do mapa interativo no sistema: a API Google Maps e a biblioteca Leaflet. O quadro 1 abaixo mostra as principais diferenças dessas duas ferramentas.

Quadro 1 – Quadro comparativo entre Google Maps API e Leaflet.

Características	Google Maps API	Leaflet
Custo	Pago, com plano gratuito limitado	Open-source, gratuito
Usabilidade	Interface simples com grande documentação	Simples, mas requer configurações manuais
Customização	Menos flexível, mas com muitas funções prontas	Altamente customizável
Mapas e camadas	Oferece mapas com diversas camadas e dados	Depende de provedores externos (ex: OpenStreetMap)
Desempenho	Otimizado para grandes volumes de dados	Leve e eficiente para mapas simples

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Por meio do quadro, conclui-se que o Google Maps é ideal para projetos que exigem funcionalidades mais avançadas e comerciais, o Leaflet é melhor para projetos menores que precisam de mais customização e controle sobre o mapa. Por conta disso, a ferramenta escolhida para o sistema foi o Leaflet, visto que permite mais personalização do mapa e é totalmente gratuito.

Criado originalmente por Volodymyr Agafonkin mas atualmente desenvolvido por uma grande comunidade de colaboradores, Leaflet é uma biblioteca *JavaScript* de código aberto para mapas interativos e possui recursos de mapeamento que a maioria dos desenvolvedores precisa, como marcadores e pop-ups, recursos de interação, personalização e controles do mapa (Leaflet, 2024).

Dentro do projeto, algumas de suas funcionalidades e características foram utilizadas. Por ser facilmente customizável, foi utilizada uma plataforma chamada MapTiler para personalizar o mapa do Leaflet. Ademais, também foram utilizados marcadores e manipuladores de eventos no mapa para exibir os dados de maneira interativa quando o usuário clicar em um marcador.

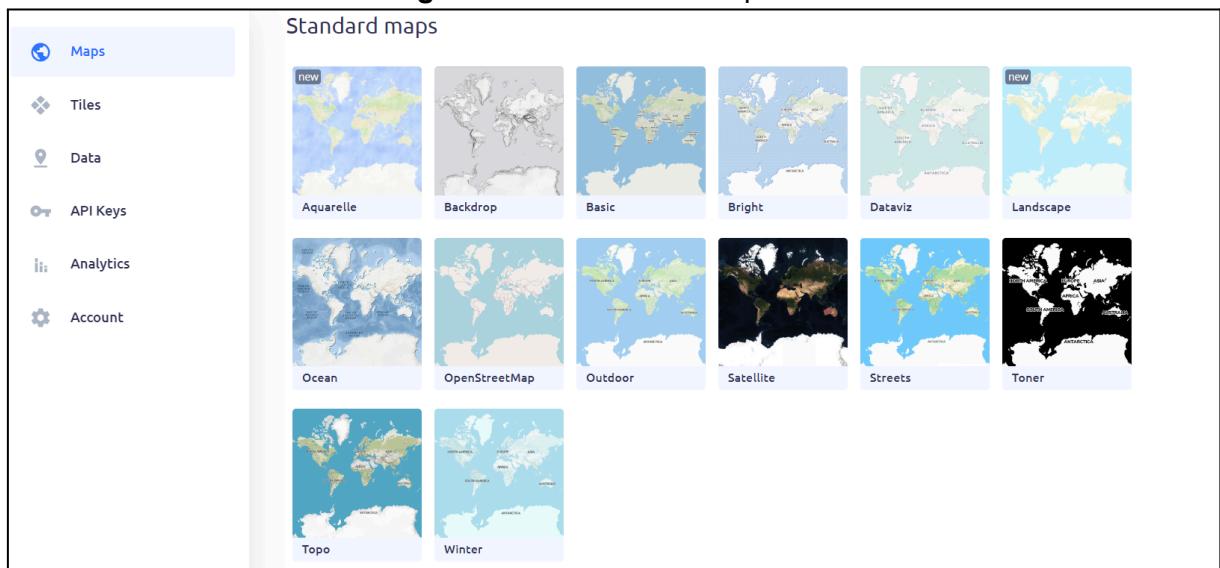
5.2.7 MapTiler

MapTiler é uma plataforma que fornece ferramentas para a criação e personalização de mapas, além de oferecer outras funcionalidades que permitem

aos desenvolvedores adaptar mapas para suas necessidades específicas. Suas funcionalidades incluem o suporte a diferentes projeções cartográficas, integração com dados geoespaciais e a capacidade de personalizar estilos de mapa para atender a requisitos específicos de design e funcionalidade (Maptiler, 2024).

Para o projeto, foi utilizado o design de mapa chamado Topo, oferecido pela plataforma MapTiler. Esse mapa de terreno é ideal para sobreposições e visualizações de dados, destacando-se por suas linhas topográficas, que permitem a visualização e análise das elevações do terreno. Na figura 12, está uma imagem de alguns dos mapas personalizados disponíveis na plataforma.

Figura 12 – Plataforma MapTiler.



Fonte: Maptiler (2024).

5.3 Sistema Desenvolvido

5.3.1 Metodologia de Desenvolvimento

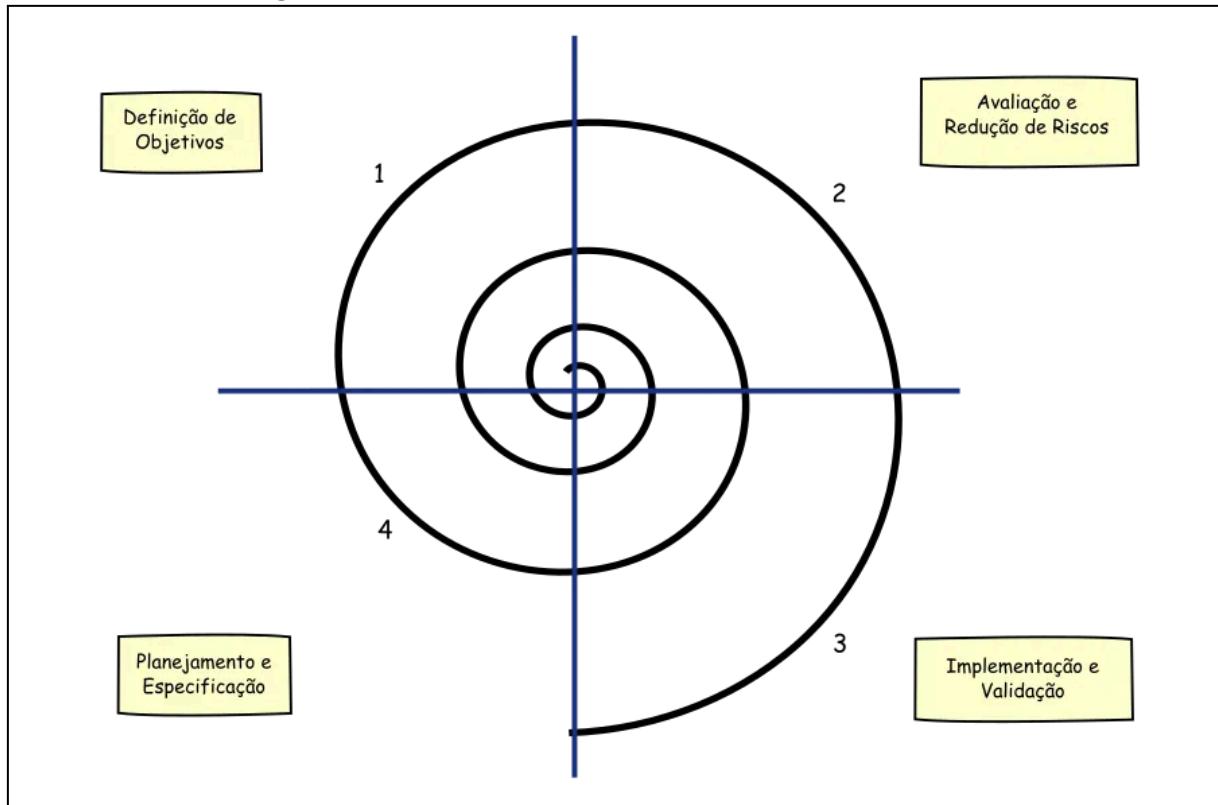
Uma metodologia de desenvolvimento é um conjunto de técnicas e métodos de organização para desenvolver um programa da melhor forma possível. Atualmente, existem diversas metodologias diferentes, que comumente se dividem em dois grandes grupos: metodologias tradicionais, que são menos flexíveis e os requisitos são definidos no início no projeto, e as metodologias ágeis, que são mais flexíveis e permitem a adição de novas funcionalidades ao longo dos ciclos conforme surgem necessidades.

A partir disso, a metodologia de desenvolvimento escolhida para ser aplicada no sistema foi o modelo em espiral. Esse modelo não se enquadra no grupo de

metodologias ágeis nem tradicionais, mas, é considerado um precursor das práticas ágeis, visto que possui ciclos de adaptação e análises constantes. Este modelo foi criado em 1988 por Barry Boehm. De acordo com Dias (2019), é considerado versátil para testar e lidar com mudanças além de reduzir o tempo de implementação.

É possível visualizar o modelo em espiral por meio da figura 13.

Figura 13 – Modelo em espiral e as fases do processo.



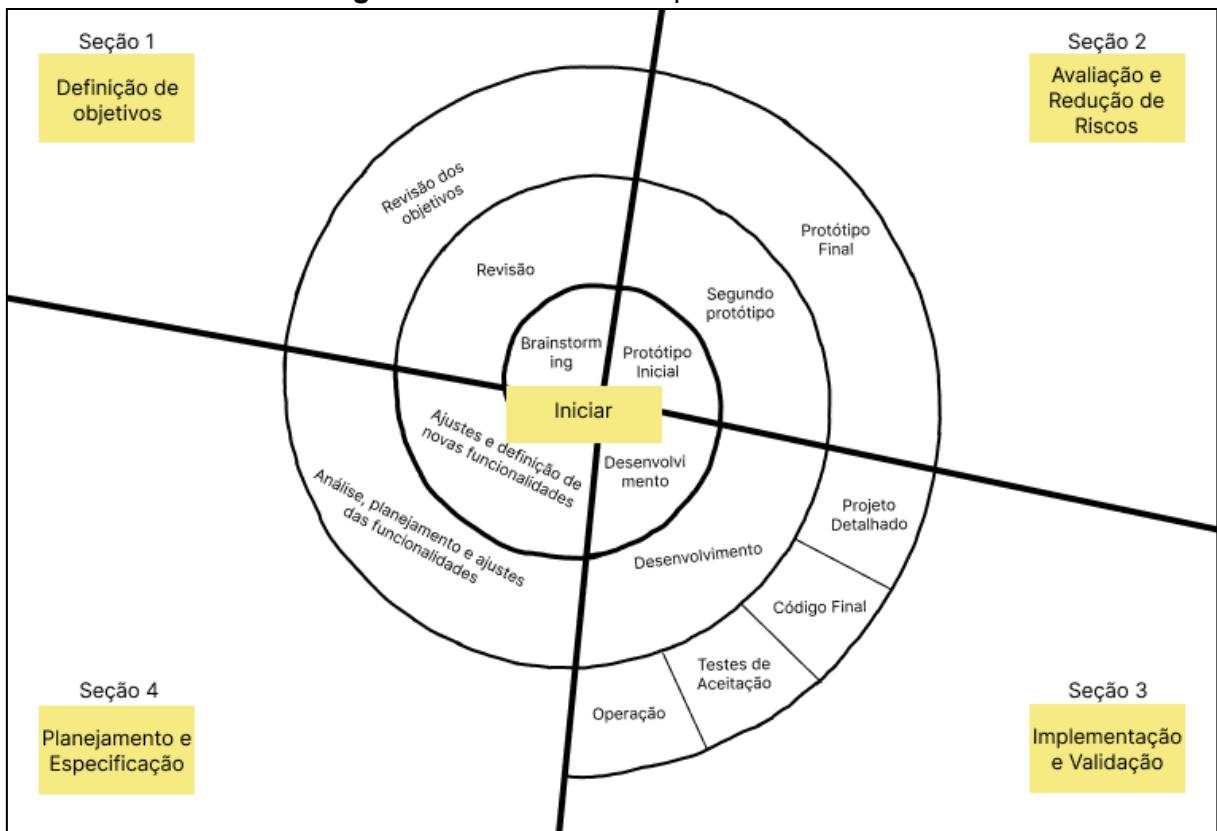
Fonte: Dias (2019).

De acordo com Sommerville (2011), o modelo em espiral “combina prevenção e tolerância a mudanças, assume que mudanças são um resultado de riscos de projeto e inclui atividades explícitas de gerenciamento de riscos para sua redução”.

Em relação ao funcionamento dessa metodologia no sistema, na fase 1 (definição de objetivos), foi feito um pequeno *brainstorming* para definir o que o sistema abordaria e qual problema iria solucionar. Na fase 2, foi criado o protótipo inicial do projeto no Figma. A fase 3 se baseou no início do desenvolvimento e testes do código. A fase 4 se resumiu em analisar o que foi feito, planejar ajustes e definir novos objetivos para o próximo ciclo.

O parágrafo anterior explicou o primeiro ciclo do projeto, na imagem 14, é apresentado a metodologia aplicada no sistema.

Figura 14 – Modelo em espiral do sistema.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Como exibido na Figura 14, ao final do último ciclo foram realizados testes de aceitação do usuário, que são os testes finais das funcionalidades e do sistema em geral para verificar se o projeto atende às expectativas dos objetivos (IBM Corp., 1987, 2006). Para isso, foi elaborado um quadro que pode ser visto no Quadro 2, abaixo.

Quadro 2 – Testes de Aceitação do sistema.

ID	Cenário de Teste	Pré-condição	Passos	Resultado Esperado	Status	Observações
1	Visualizar Mapa e Descobertas	Nenhum	1. Acessar a página inicial 2. Clicar em uma marcação no mapa	O mapa interativo, as descobertas e suas informações são exibidos.	Passou	O usuário também pode acessar o mapa clicando em "Mapa Geral" no Header.
2	Fazer Cadastro	Nenhum	1. Clicar em "Colaborador" no Header 2. Preencher o formulário 3. Clicar em "Criar Conta"	As informações do usuário são armazenadas no banco de dados.	Passou	Em caso de erro, o sistema exibe: "Por favor, corrija os erros no formulário antes de prosseguir."
3	Fazer Login	Usuário deve possuir cadastro no sistema	1. Clicar em "Colaborador" no Header 2. Selecionar "Login" 3. Preencher o formulário 4. Clicar na seta	O usuário autentica-se e é redirecionado para a área do colaborador.	Passou	Se houver erro de login, o sistema exibe: "Usuário/Senha incorreto."

(continua)

ID	Cenário de Teste	Pré-condição	Passos	Resultado Esperado	Status	Observações
4	Cadastrar Descobertas	Usuário deve estar logado no sistema	1. Autenticar no sistema 2. Clicar em "Adicionar Descoberta" 3. Preencher o formulário 4. Clicar em "Registrar Descoberta"	A descoberta é cadastrada no sistema e exibe: "Descoberta cadastrada com sucesso!"	Passou	Em caso de erro, o sistema exibe: "Por favor, corrija os erros no formulário antes de prosseguir." Se duplicada: "Descoberta já registrada."
5	Editar Descoberta	Usuário deve possuir descoberta cadastrada	1. Autenticar 2. Escolher descoberta na tabela 3. Clicar no lápis em Ações 4. Editar informações 5. Clicar em "Atualizar Descoberta"	As informações da descoberta são atualizadas e exibe: "Descoberta atualizada com sucesso!"	Passou	Em caso de campos vazios, o sistema alerta e impede a atualização.

(conclusão)

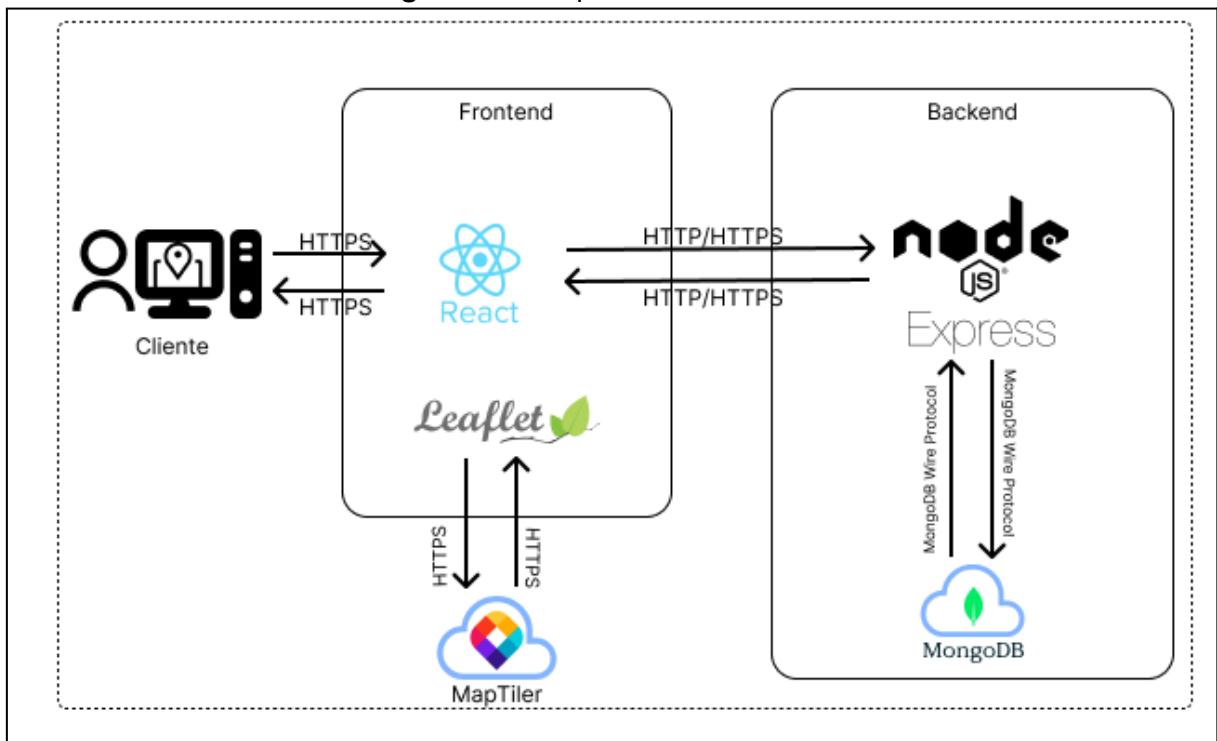
ID	Cenário de Teste	Pré-condição	Passos	Resultado Esperado	Status	Observações
6	Deletar Descoberta	Usuário deve possuir descoberta cadastrada	1. Autenticar 2. Escolher descoberta na tabela 3. Clicar na lixeira em Ações 4. Confirmar com "Deletar"	A descoberta é removida do sistema, e exibe: "Descoberta deletada com sucesso!"	Passou	Se clicar em "Não Deletar", a janela fecha e a descoberta permanece no sistema.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

5.3.2 Arquitetura do Sistema

A figura 15 mostra um diagrama da arquitetura do sistema com suas principais ferramentas utilizadas e como ocorre a interação entre elas.

Figura 15 – Arquitetura do sistema.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A arquitetura do mapa arqueológico se baseia em requisições e respostas via *HTTP*, um protocolo de transferência de hipertexto usado para estabelecer uma conexão entre o navegador e o servidor e *HTTPS*, que seria a versão segura do *HTTP*. Dentro dessas requisições vale explicar como o sistema funciona internamente.

No frontend, empregou-se a biblioteca *React*, conforme detalhado na seção 5.2.4, juntamente com a biblioteca *Leaflet*, abordada na seção 5.2.6. A personalização do mapa interativo foi realizada através da comunicação entre a biblioteca *Leaflet* e o *MapTiler*, utilizando *HTTPS*.

A comunicação entre o frontend e o backend foi realizada por meio da *Fetch* API, uma interface *JavaScript* que possibilita requisições *HTTP/HTTPS* assíncronas entre aplicações. No contexto do mapa arqueológico, foram realizadas requisições *GET*, *POST*, *DELETE* e *PUT*. Por exemplo, a figura 16 ilustra um trecho de código que utiliza uma requisição *Fetch* com o *backend* para implementar a funcionalidade de deletar uma descoberta.

Figura 16 – Parte do código que utiliza Fetch API.

```
export const deletarDescoberta = async (id) => {
  try {
    const response = await fetch(`http://localhost:5000/api/descoberta/deletar-descoberta/${id}`, {
      method: "DELETE",
    });

    if (!response.ok) {
      const errorText = await response.text();
      console.error("Erro na resposta da API:", errorText);
      throw new Error("Erro ao deletar descoberta.");
    }

    const data = await response.json();
    return data;
  } catch (error) {
    console.error("Erro ao deletar descoberta:", error);
    throw error;
  }
};
```

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Quando o FETCH API faz uma requisição, o *backend* recebe a requisição e, se for válida, retorna a ação para o frontend. Para isso, é utilizado a REST API (*Representational State Transfer Application Programming Interface*), dentro do framework *Express* para node.js. As figuras 17 e 18 abaixo mostram o processo do uso da REST API para a requisição de *DELETE*.

Figura 17 – Parte do código que utiliza Rest API.

```
router.delete('/deletar-descoberta/:id', deletarDescoberta);
```

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 18 – Parte do código que deleta uma descoberta.

```
const deletarDescoberta = async (req, res) => {
    const { id } = req.params;

    try {

        const descoberta = await Descoberta.findById(id);

        if (!descoberta) {
            return res.status(404).json({ error: 'Descoberta não encontrada.' });
        }

        await Descoberta.deleteOne({ _id: id });

        res.status(200).json({ message: 'Descoberta deletada com sucesso!' });
    } catch (error) {
        console.error('Erro ao deletar a descoberta:', error);
        res.status(500).json({ error: 'Erro ao deletar a descoberta.' });
    }
};
```

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Para a descoberta ser deletada, é feita uma comunicação com o banco de dados MongoDB, essa comunicação é feita por meio de uma biblioteca chamada Mongoose que utiliza um protocolo próprio chamado *MongoDB Wire Protocol* que se junta com os protocolos: TCP/IP para a transmissão dos dados e TLS/SSL para encriptação da conexão, fornecendo maior segurança (Mongodb, 2024).

A figura 19 mostra como a conexão com o banco de dados é estabelecida.

Figura 19 – Parte do código em que a conexão com o banco de dados é estabelecida.

```
const connectDB = async () => {
    try {
        await mongoose.connect(mongoDBConnectionString, {
            useNewUrlParser: true,
            useUnifiedTopology: true,
        });
        console.log('Conectado');
    } catch (err) {
        console.error(err);
    }
};

module.exports = connectDB;
```

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Para finalizar a trajetória da funcionalidade de deletar descobertas, a figura 20 mostra o esquema da estrutura de uma descoberta no banco de dados e o modelo 'Descoberta'. Por meio disso, um modelo no contexto de Mongoose é uma classe que fornece uma interface para interagir com os documentos da coleção do banco de dados. O modelo 'Descoberta', que é exportado ao final do código, serve para gerenciar as interações relacionadas às descobertas arqueológicas, permitindo as operações de criar, ler, atualizar e deletar no banco de dados.

Figura 20 – Parte do código em que o modelo de 'descobertas' é aplicado.

```
const mongoose = require("mongoose");

const DetalhesDescoberta = new mongoose.Schema({
    titulo: { type: String, required: true },
    dataDescoberta: { type: String, required: true },
    latitude: { type: Number, required: true },
    longitude: { type: Number, required: true },
    autores: { type: String, required: true },
    horarioDescoberta: { type: String },
    foto: { type: String },
    descricao: { type: String, required: true },
    colaborador: { type: String, required: true },
},
{
    timestamps : true
},
{
    collection: "descobertas"
});

module.exports = mongoose.model("Descoberta", DetalhesDescoberta);
```

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

As outras funcionalidades do sistema seguem o mesmo padrão de funcionamento, e serão apresentadas no diagrama de Casos de Uso na seção 5.3.3. e na seção de telas de interface em 5.3.4.

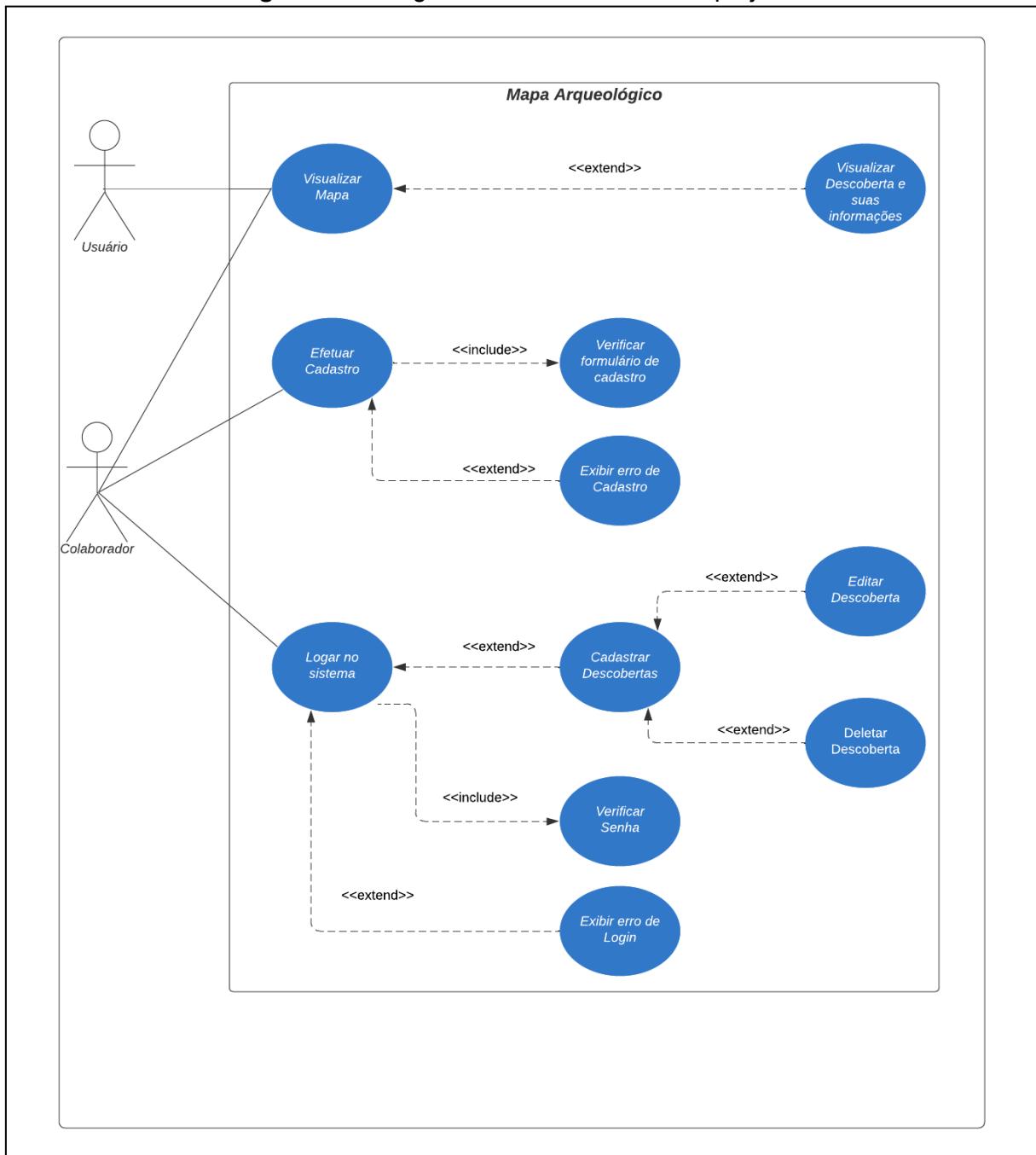
5.3.3 Diagrama de Casos de Uso

Um diagrama de casos de uso faz parte da linguagem UML (*Unified Modeling Language*), que ajuda a modelar e documentar sistemas orientados a objetos. Esse diagrama documenta o que o sistema faz pelo ponto de vista dos atores do sistema, ou seja, ele descreve as principais funcionalidades do sistema e as suas relações com os usuários do sistema. De acordo com Booch, Rumbaugh e Jacobson (2005), esse tipo de diagrama é importante para organizar e modelar os comportamentos de um sistema.

A figura 21 representa o diagrama de caso de uso do projeto de mapa arqueológico, em que os principais atores são os Usuários e Colaboradores. Os casos de uso, que correspondem às funcionalidades do sistema, estão representados por círculos azuis, enquanto as comunicações entre os atores e as funcionalidades são ilustradas por linhas e setas.

Os usuários podem visualizar o mapa, as descobertas e suas informações. Já os colaboradores, além de visualizar esses dados, também podem realizar o cadastro e login no sistema, cadastrar novas descobertas, editá-las e deletá-las quando necessário.

Figura 21 – Diagrama de casos de uso do projeto.

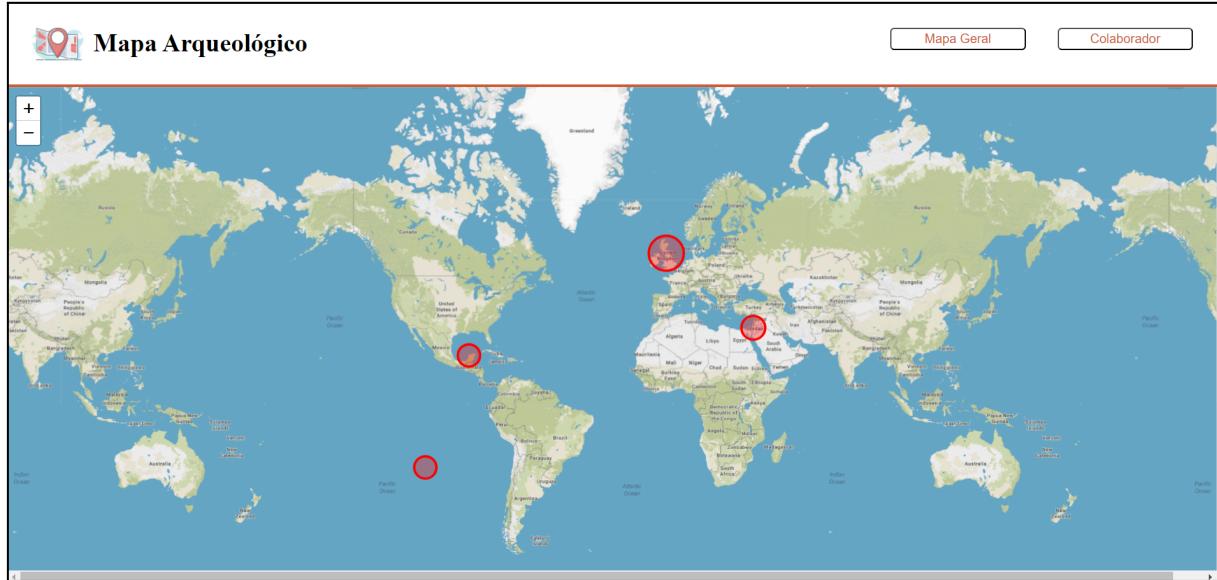


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

5.3.4 Telas do Sistema

A seguir, são apresentadas as interfaces do sistema, explicando as funcionalidades descritas no diagrama de casos de uso na seção 5.3.3. acima. Começando pela funcionalidade de **Visualizar Mapa**, o usuário pode acessar a tela inicial assim que entra no site. Nela, encontra-se o mapa integrado com a biblioteca Leaflet e personalizado pela ferramenta MapTiler, conforme ilustrado na figura 22.

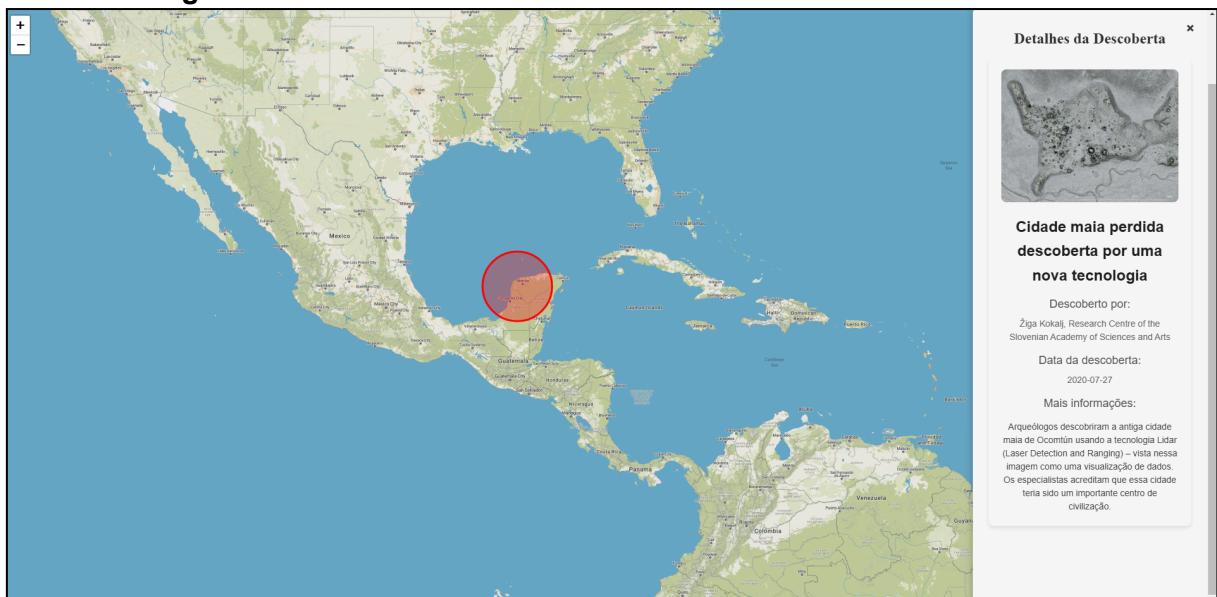
Figura 22 – Tela inicial do sistema.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Os círculos vermelhos no mapa indicam as descobertas arqueológicas armazenadas no banco de dados. Essas marcações são interativas; ao clicar nelas, as informações da descoberta correspondente são exibidas no lado direito da tela. Essa funcionalidade, denominada **Visualizar Descoberta**, permite que os usuários acessem detalhes relevantes sobre cada descoberta, conforme ilustrado na figura 23.

Figura 23 – Tela inicial com uma descoberta selecionada do sistema.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Na parte superior da página está o *header*, que contém duas opções: **Mapa Geral**, que redireciona para a tela inicial com o mapa interativo, e **Colaborador**, que possui dois comportamentos. Se o usuário estiver logado, ele é redirecionado para a área do colaborador (figura 26), caso contrário, será direcionado para a tela de cadastro para a funcionalidade de **Efetuar Cadastro** (figura 24).

Figura 24 – Tela de cadastro do sistema.

The screenshot shows a web-based registration form titled "Criar conta". At the top left is a logo labeled "Mapa Arqueológico". At the top right are two buttons: "Mapa Geral" and "Colaborador". The main form area has the following fields:

- "Nome/Instituição" (Name/Institution) with a text input field.
- "Email" and "Telefone" (Phone) with separate text input fields.
- "Data nascimento/fundaçāo" (Birth date/Birth date) with a date input field.
- "Senha (Mínimo 8 caracteres):" (Password (Minimum 8 characters)) with a password input field.

At the bottom of the form is an orange "Criar Conta" (Create Account) button. Below the button, there is a link "Já possui uma conta? Login" (Already have an account? Login).

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O formulário de cadastro possui os campos Nome/Instituição, email, telefone, data de nascimento e senha, todos com validação. Após preencher o formulário, o usuário deve clicar no botão **Criar conta**, e suas informações serão **verificadas** e caso não seja **exibido uma mensagem de erro**, os dados serão salvos no banco de dados. Caso o usuário prefira fazer o login, é possível clicar na opção **Login** para a funcionalidade de **Logar no sistema**, abaixo do botão de cadastro. A figura 25 mostra o formulário de login.

Figura 25 – Tela de login do sistema.

A captura de tela mostra a interface de usuário de login. No topo, há uma barra com o logo 'Mapa Arqueológico' e links para 'Mapa Geral' e 'Colaborador'. O formulário de login é intitulado 'Login' em negrito. Ele contém campos para 'Email' e 'Senha', ambos com placeholder brancos. Abaixo dos campos, há um botão com uma seta apontando para a direita. À base do formulário, uma mensagem informa: 'Não possui uma conta? [Cadastrar](#)'.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

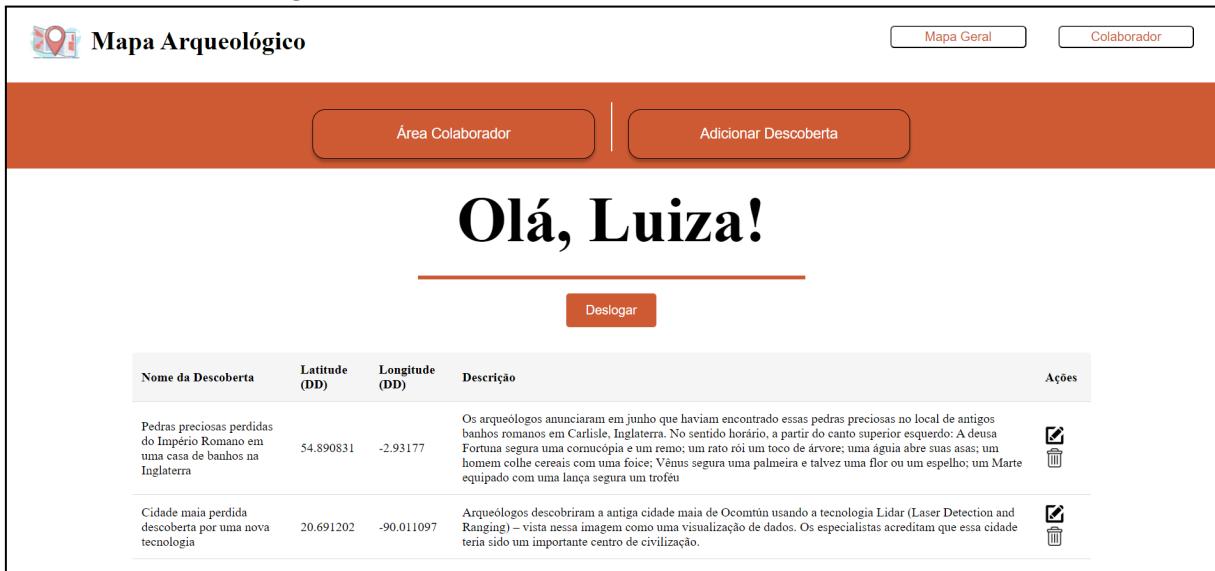
Dentro do formulário de login existem os campos email e senha. Ao clicar no botão com a seta, o sistema valida os dados inseridos e **verifica a senha**. Se houver algum erro ou se o usuário não estiver cadastrado, o sistema **exibe erro de Login no canto superior direito da tela**, conforme a figura 26 mostra. Caso contrário, o usuário será redirecionado para a área do colaborador demonstrada na figura 27.

Figura 26 – Mensagem de erro.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

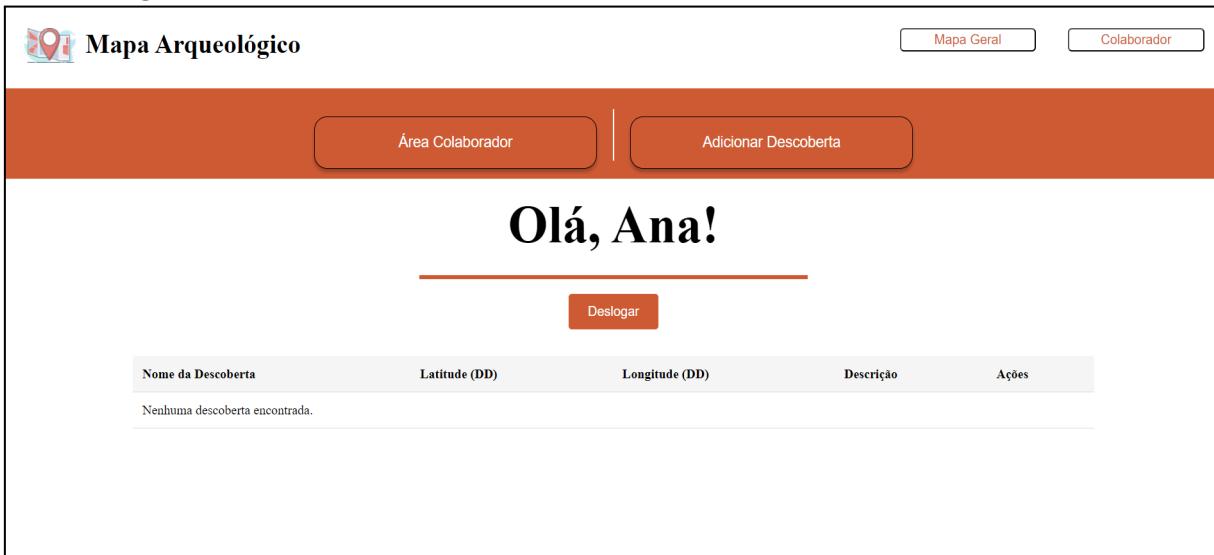
Figura 27 – Tela da área do colaborador do sistema.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Na área do colaborador o usuário tem a opção de **Deslogar** do sistema e visualizar uma tabela contendo todas as descobertas cadastradas por aquele usuário em específico. A tabela possui o nome da descoberta, latitude, longitude, descrição além de duas opções de funcionalidades: **Editar descoberta** e **Deletar descoberta**, representadas por ícones universais de lápis e lata de lixo, respectivamente. Note que para acessar essas funcionalidades, é necessário ter cadastrado pelo menos uma descoberta anteriormente, essa relação de extensão está representada no diagrama de casos de uso. A figura 28 mostra uma interface de um colaborador que não cadastrou nenhuma descoberta.

Figura 28 – Área do colaborador do sistema sem descobertas cadastradas.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A figura 29 mostra a tela de edição da descoberta. Quando o usuário clica no ícone de **Editar**, uma nova janela se abre com os campos preenchidos com as informações previamente cadastradas, permitindo que o autor faça alterações e clique em **Atualizar Descoberta** para confirmar.

Figura 29 –Tela de edição de descoberta do sistema.

Título:
Cidade maia perdida descoberta por uma nova tecnologia

Latitude:
20.691202

Longitude:
-90.011097

Autores:
Žiga Kokalj, Research Centre of the Slovenian Academy of Sciences and Arts

Data Descoberta:
27/07/2020

Foto:
 Nenhum arquivo escolhido

Descrição:
Arqueólogos descobriram a antiga cidade maia de Ocomtún usando a tecnologia Lidar (Laser Detection and Ranging) – vista nessa imagem como uma visualização de dados. Os especialistas acreditam que essa cidade teria sido um importante centro de civilização.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Ademais, ao clicar no ícone de **Deletar**, uma nova janela de confirmação é exibida, visto que esta é uma ação destrutiva no banco de dados. Essa janela está ilustrada na figura 30.

Figura 30 – Tela de confirmação para deletar uma descoberta do sistema.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Por fim, o colaborador pode clicar na opção **Adicionar Descoberta**, que redireciona para a interface com o formulário para a funcionalidade de **Cadastrar Descobertas**. Esse formulário possui campos obrigatórios como título, data da descoberta, latitude, longitude e descrição, além de dois campos não obrigatórios: foto e horário da descoberta mostrados na figura 31.

Figura 31 – Tela do cadastro de descoberta do sistema.

The screenshot shows a web-based application interface for recording discoveries. At the top left is a logo with a magnifying glass and the text 'Mapa Arqueológico'. To the right are two buttons: 'Mapa Geral' and 'Colaborador'. Below this is a navigation bar with 'Área Colaborador' and 'Adicionar Descoberta' buttons. The main section is titled 'Formulário de Descoberta'. It contains several input fields: 'Título da Descoberta' (text input), 'Data da Descoberta' (date input with placeholder 'dd/mm/aaaa'), 'Latitude do ponto (DD)' (text input), 'Longitude do ponto (DD)' (text input), 'Autor(es) da Descoberta' (text input), 'Horário da Descoberta (opcional)' (text input with placeholder '---:---'), 'Foto da Descoberta (opcional)' (button 'Escolher arquivo' with placeholder 'Nenhum arquivo escolhido'), and a large 'Descrição e Análise' text area. At the bottom is an orange 'Registrar Descoberta' button.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

6 CONCLUSÃO

O projeto trouxe o funcionamento de um mapa interativo, com a possibilidade de visualizar e registrar descobertas. O sistema contribui significativamente para a expansão das informações arqueológicas, facilitando o acesso e o compartilhamento de dados entre usuários interessados e colaboradores. Por ser um sistema web, o acesso é facilitado via navegadores.

Em relação às funcionalidades do sistema, a interface inicial do mapa está disponível para todos os usuários, mesmo sem login, exibindo informações e localizações das descobertas. Para registrar uma nova descoberta, o ator colaborador, mencionado anteriormente no diagrama de casos de uso, precisa se cadastrar e fazer login, garantindo que sua contribuição seja exibida no mapa. O sistema também permite que o colaborador edite ou exclua as descobertas que ele próprio registrou.

Durante o desenvolvimento, houve uma dificuldade no envio e armazenamento de imagens no banco de dados. Optou-se por salvar as imagens em um diretório local no backend, armazenando apenas o caminho para a imagem no campo ‘foto’ da coleção de descobertas.

O projeto possui grande potencial para futuras expansões que o deixariam mais completo, como a integração com bancos de dados espaciais. Esse tipo de banco facilitaria o uso de dados georreferenciados, possibilitando o registro de descobertas como polígonos ao invés de apenas pontos no mapa, além de permitir a demarcação de sítios arqueológicos e facilitar cálculos de distâncias.

Ademais, a criação de gráficos para relacionar os tipos de descobertas por áreas e países seria uma funcionalidade benéfica, que facilitaria a visualização e as correlações entre os tipos de artefatos e regiões.

Em relação à melhorias, a fim de garantir que os usuários colaboradores registrem informações verídicas e como um método de evitar o registro de localizações repetidas, é benéfico a criação de um intermédio entre o processo de cadastro de uma descoberta arqueológica e o registro dessas informações no banco de dados. Dessa maneira, uma curadoria poderia aceitar o registro de tal informação ou rejeitar ela, obtendo-se maior controle sobre a veracidade das informações e evitando repetições de dados.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Cristiano. O que é Artefato?. **Funmuseu**, 13 jul. 2023. Disponível em: <https://funmuseu.com.br/glossario/o-que-e-artefato/>. Acesso em: 5 out. 2024.

AQUA. Museus: como usar tecnologia para não ser uma coisa do passado. **AQUA Blog**, 2016. Disponível em: <https://www.aqua.com.br/blog/museu-touchscreen-futuro#toc-uma-breve-hist-ria-dos-museus>. Acesso em: 22 ago. 2024.

BAHN, Paul. **Archaeology**: a very short introduction. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 2012.

BARROS, Jocilene. O que são os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e quais suas aplicações. **Geoaplicada**, mar. 2023. Disponível em: <https://www.geoaplicada.com/sig-e-suas-aplicacoes/>. Acesso em: 21 mar. 2024.

BOMFÁ, C. R. Z. et al. Acesso livre à informação científica digital: dificuldades e tendências. **Transinformação**, Campinas, v. 20, n. 3, p. 309-318, dez. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tinf/a/zkfcLWSHd3gB9pt3FgCd44z/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 mar. 2024.

BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. **The unified modeling language user guide**. 2. ed. Boston: Addison-Wesley, 2005.

CONOLLY, James; LAKE, Mark. **Geographical Information Systems in Archaeology**. 1. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

DEMERS, Michael N. **Fundamentals of Geographic Information Systems**. 4 ed. Michigan: Wiley, 2008.

DEVMEDIA. **Introdução ao Visual Studio Code**. 2016. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/introducao-ao-visual-studio-code/34418>. Acesso em: 20 maio 2024.

DIAS, Ricardo. O Modelo em Espiral de Boehm. **Medium**, 23 ago. 2019. Disponível em: <https://medium.com/contexto-delimitado/o-modelo-em-espiral-de-boehm-ed1d85b7df>. Acesso em: 06 mai. 2024.

EBAC. O que é uma API: significado, para que serve, como funciona, tipos e exemplos. **EBAC Blog**, 14 set. 2023. Disponível em: <https://ebaconline.com.br/blog/o-que-e-uma-api-seo>. Acesso em: 21 out. 2024.

EXPRESS. **Express**. 2024. Disponível em: <https://expressjs.com/>. Acesso em: 21 out. 2024.

FIGMA. **Figma**. 2024. Disponível em : <https://www.figma.com/>. Acesso em: 23 de mar. de 2024.

FLANAGAN, David. **JavaScript: The Definitive Guide**. 6. ed. Canada: O'Reilly Media, 2006.

FRANÇA. Archéologie Aérienne. Ministère de La Culture. **Aerial Archaeology: history**. 2024. Disponível em: <https://archeologie.culture.gouv.fr/archeologie-aerienne/en/history>. Acesso em: 07 out. 2024.

FUNARI, Pedro Paulo. **Arqueologia**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2003.

GISGEOGRAPHY. **What is GIS? Geographic Information Systems**. 14 set. 2015. Disponível em: <https://gisgeography.com/what-is-gis/>. Acesso em: 21 mar. 2024.

HARMAND, S. et al. 3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya. **Nature**, London, v. 521, n. 7552, p. 310-315, mai. 2015. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature14464>. Acesso em: 9 nov. 2024.

IBGE. **Brasil - Mapas Físicos e Ambientais**. 2024. Disponível em: <https://gisgeography.com/what-is-gis/>. Acesso em: 09 out. 2024.

IBGE. **IBGE adequa limite leste do sistema costeiro-marinho do Brasil à Amazônia Azul**. 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41085-ibge-adequa-limite-leste-do-sistema-costeiro-marinho-do-brasil-a-amazonia-azul>. Acesso em: 9 nov. 2024.

IBM CORP. **Conceito: Teste de Aceitação**. 2006. Disponível em: https://www.cin.ufpe.br/~gta/rup-vc/core.base_rup/guidances/concepts/acceptance_testing_12A0F152.html. Acesso em: 7 nov. 2024.

ICOM (Brasil). **ICOM cria mapa interativo para o Dia Internacional de Museus**. 18 mai. 2016. Disponível em: <https://www.icom.org.br/?p=1208>. Acesso em: 22 ago. 2024.

Interactive Map. In: **Gis Dictionary**. California: ESRI, [s.d.]. Disponível em: <https://support.esri.com/en-us/gis-dictionary/interactive-map>. Acesso em: 17 mai. 2024.

KRAAK, M.; ORMELING, F. **Cartography: Visualization of Geospatial Data**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2020.

LEAFLET. **Leaflet**. 2024. Disponível em: <https://leafletjs.com/index.html>. Acesso em: 25 ago. 2024.

MAPTILER. **MapTiler**. 2024. Disponível em: <https://www.maptiler.com/>. Acesso em: 25 ago. 2024.

MARQUES, Alexandre. 12 softwares SIGs totalmente gratuitos. **Geoaplicada**, nov. 2023. Disponível em: <https://www.geoaplicada.com/softwares-sig-gratuitos/>. Acesso em: 09 out. 2024.

MDN WEB DOCS. **JavaScript**. 2024. Disponível em: <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/JavaScript>. Acesso em: 27 maio 2024.

MDN WEB DOCS. **O que é JavaScript?**. 2024. Disponível em: https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Learn/JavaScript/First_steps/What_is_JavaScript. Acesso em: 27 maio 2024.

MICROSOFT. **O que são bancos de dados?**. 2024. Disponível em: <https://azure.microsoft.com/pt-br/resources/cloud-computing-dictionary/what-are-data-bases>. Acesso em: 26 set. 2024.

MICROSOFT. **Visual Studio Code**. 2024. Disponível em: <https://code.visualstudio.com/>. Acesso em: 19 mai. 2024.

MONGODB. **MongoDB Clusters**. 2024. Disponível em: <https://www.mongodb.com/resources/products/fundamentals/clusters>. Acesso em: 04 dez. 2024.

MONGODB. **Protocolo de comunicação MongoDB Wire Protocol**. 2024. Disponível em: <https://www.mongodb.com/pt-br/docs/manual/reference/mongodb-wire-protocol/>. Acesso em: 16 nov. 2024.

MONGODB. **What Is MongoDB?**. 2024. Disponível em: <https://www.mongodb.com/company/what-is-mongodb>. Acesso em: 20 jul. 2024.

MUCKELROY, Keith. **Maritime Archaeology**. 1. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1978.

NODE.JS. **Getting started: Introduction to Node.js**. 2024. Disponível em: <https://nodejs.org/pt/learn/getting-started/introduction-to-nodejs>. Acesso em: 21 out. 2024.

ORACLE. **O que é um banco de dados?**. 24 nov. 2020. Disponível em: <https://www.oracle.com/br/database/what-is-database/>. Acesso em: 26 set. 2024.

REACT. **React**. 2024. Disponível em: <https://react.dev/>. Acesso em: 23 de mar. de 2024.

RIBEIRO, Guilherme; FACUNDINI, Diego. Pesquisadores da USP criam mapa interativo de sítios arqueológicos indígenas de São Paulo. **Jornal da Usp**. São Paulo, 16 maio 2024. Disponível em: <https://jornal.usp.br/diversidade/pesquisadores-da-usp-criam-mapa-interativo-de-sitios-arqueologicos-indigenas-de-sao-paulo/>. Acesso em: 22 ago. 2024.

SANTANDER. **Metodologias de desenvolvimento de software:** o que são?. 12 abr. 2023. Disponível em:
https://www.santanderopenacademy.com/pt_br/blog/metodologias-de-desenvolvimento-de-software.html. Acesso em: 06 mai. 2024.

SANTOS, Luis Felipe. Arqueologia de ambientes aquáticos (subaquática/marítima/naútica). **Arqueologia e Pré-História**, [s.d.]. Disponível em: <https://arqueologiaeprehistoria.com/subareas-da-arqueologia/arqueologia-de-ambientes-aquaticos-subaumaticamaritimanautica/>. Acesso em: 9 nov. 2024.

SOCIETY FOR AMERICAN ARCHAEOLOGY. **About Archaeology**. Washington: SAA, [s.d.] .Disponível em: <https://www.saa.org/about-archaeology>. Acesso em: 18 mar. 2024.

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

THOMAS, David Hurst; KELLY, L. Robert. **Archaeology**. 6. ed. Wadsworth: Cengage Learning, 2012.

TRINDADE, Edgard. O que é um Sistema de Informação Geográfica (SIG)?. **Geo sense**, 17 jun. 2020. Disponível em:
<https://geosense.com.br/2020/06/17/o-que-e-um-sistema-de-informacao-geografica-sig/>. Acesso em: 21 out. 2024.

UNIVERSITY OF CAMBRIDGE. Department Of Archaeology. **Kent Aerial Photography**. 2024. Disponível em:
<https://www.arch.cam.ac.uk/research/projects/current-projects/canterbury-hinterland-project/kent-aerial-photography>. Acesso em: 09 nov. 2024.

UNIVESP. A história da cartografia e a importância dos mapas. **Notícias Univesp**. São Paulo, 19 jan.2015. Disponível em:
<https://univesp.br/noticias/a-historia-da-cartografia-e-a-importancia-dos-mapas>. Acesso em: 09 out. 2024.