



Preservação e Inovação: Uma Oportunidade de Acesso Digital e Imersivo à Litotecas Científicas

Jamile Duarte Carvalho

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Orientadora: Emília Maria Moreira Carneiro Dias da Costa, PhD

Setembro de 2025

© Jamile Duarte Carvalho, 2025

Preservação e Inovação: Uma Oportunidade de Acesso Digital e Imersivo à Litotecas Científicas

Jamile Duarte Carvalho

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Resumo

A prática de digitalizar acervos científicos e culturais tem se difundido como uma estratégia para preservar, democratizar e expandir o conhecimento, alcançando públicos diversos. Instituições acadêmicas em todo o mundo têm investido em tecnologias que possibilitam a transformação de coleções físicas em repositórios digitais, facilitando o ensino e a pesquisa à distância. Nesse contexto, o presente estudo utiliza como exemplo ilustrativo uma litoteca científica, neste caso, a litoteca da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), analisando como esse tipo de acervo poderia ser digitalizado para ampliar o acesso ao seu conteúdo científico por meio do desenvolvimento de um protótipo digital interativo e intuitivo. O estudo parte da constatação das limitações de acesso físico à acervos em geral, que restringem sua utilização a utilizadores presentes na instituição, devido a barreiras como deslocamento, horários restritos e necessidade de agendamento. Inspirado em desafios comuns encontrados, como no caso da litoteca da FCUP, foi desenvolvido um protótipo digital que organiza as informações científicas e oferece recursos multimídia para enriquecer a experiência do utilizador. Mediante uma investigação empírica em formato de questionário, a plataforma foi avaliada por estudantes, professores e investigadores, que destacaram a facilidade de uso, a qualidade da visualização das amostras e a ampliação do acesso em relação ao modelo físico tradicional. Os resultados confirmam que a possibilidade da digitalização do acervo contribui para democratizar o acesso ao conhecimento científico, promovendo uma experiência mais inclusiva e interativa.

Palavras-chave: Acesso ao Conhecimento, Digitalização, Interatividade, Litoteca, Preservação Digital.

Abstract

The practice of digitizing scientific and cultural collections has become increasingly widespread as a strategy to preserve, democratize, and expand knowledge, reaching diverse audiences. Academic institutions around the world have invested in technologies that enable the transformation of physical collections into digital repositories, facilitating teaching and research at a distance. In this context, the present study uses as an illustrative example of a scientific lithotheque, in this case, the lithotheque of the Faculty of Sciences of the University of Porto (FCUP), analyzing how this type of collection could be digitized to expand access to its scientific content through the development of an interactive and intuitive digital prototype. The study begins with the recognition of the limitations of physical access to collections in general, which restrict their use to on-site users due to barriers such as travel, restricted hours, and the need for scheduling. Inspired by common challenges encountered in such contexts, as exemplified by the FCUP lithotheque, a digital prototype was developed to organize scientific information and provide multimedia resources that enrich the user experience. Through an empirical investigation in the form of a questionnaire, the platform was evaluated by students, professors, and researchers, who highlighted its ease of use, the quality of sample visualization, and the expanded accessibility compared to the traditional physical model. The results confirm that the digitization of collections can contribute to democratizing access to scientific knowledge, promoting a more inclusive and interactive experience.

Keywords: Knowledge Access, Digitization, Interactivity, Lithotheque, Digital Preservation.

Agradecimentos

No decorrer do curso, entendi que um mestrado não se faz sozinha. Tudo o que eu conquistei foi construído por muitas mãos. É uma caminhada feita no diálogo, com o ressoar de muitas vozes, algumas sussurradas, outras vibrantes, mas todas fundamentais para que eu chegasse até aqui. E sou grata a cada uma delas, por isso, peço licença para agradecer às minhas raízes que me sustentam e aos novos amores que encontrei no caminho. Deixei o Brasil, minha terra natal, cheia de coragem e o sonho antigo de estudar no exterior, cuidadosamente acalentado em meu coração que, com a graça de Deus, foi sendo tecido passo a passo, conduzido por Sua mão em cada etapa e, no decorrer dele até a escrita desta dissertação.

Aos meus pais, Jaqueline e Vilmar, que concerne tudo o que sou, meu mais profundo agradecimento. O amadurecer é desafiador em qualquer época da vida, e mais ainda quando nossos sonhos nos levam para fora de casa. Mas o apoio e incentivo de vocês tornaram essa distância menos árdua. Obrigada por nunca me deixarem esquecer do quanto sou amada. Só consigo voar porque sei que sempre terei um lugar seguro para pousar.

Aos meus irmãos, Caio, meu braço direito e esquerdo, que nunca permite que eu esqueça dos meus sonhos e os vive comigo, na certeza de que nunca estarei só; Daniel, meu porto seguro, que com tanto amor, afeto e cuidado nunca deixou de zelar para que eu me sentisse protegida do outro lado do oceano; e Lívia, por ser meu alicerce e companhia fiel que também sempre me lembrava, com doçura e ternura, quando já era hora de descansar.

À Mattia, que traz leveza à minha vida com um amor fácil e genuíno, sustentado por uma conexão tão forte. Como Guimarães Rosa sabiamente disse, “aos outros conheci por ocioso acaso; a ti, vim encontrar porque era preciso.”

À minha avó do coração, Fátima, e a Antônio e Joana, que tornaram Portugal um lar, meu carinho infinito. O Porto tornou-se a minha cidade do coração, pois o meu repousa em paz quando estou com vocês.

Agradeço pelas amizades que aqui nasceram e floresceram. Geórgia, Laura, Ana e Fabienne, obrigada pela companhia entre as ruas antigas em terras lusitanas e pelas histórias que vivemos juntas.

Aos amigos de toda a vida, Marcelle, Luma, Ana Flávia, Letícia, Andressa, Marcela, Beatriz, Alexya, Júlia, Íris, Thaine, Breno, Lucas e Quirino; agradeço por serem tecidos de memórias que acompanham meu presente. Amizades como as de vocês são presentes da vida que permanecem, mesmo quando os caminhos nos separam fisicamente.

À minha madrastra Pollyanna e aos meus tios Murilo, Gilmacia, Jeane e Messias, que com suas orações fortaleceram minha fé e minha esperança.

À minha orientadora Professora Emília Dias da Costa e ao Daniel Pereira, que, com sabedoria, fizeram parte deste percurso acadêmico e à toda comunidade da Universidade do Porto, em nome do professor Jorge, que abriu portas para o meu conhecimento e crescimento, pessoal e profissional.

À Universidade de Turim, especialmente em nome do professor Davide, que me acolheu durante meu Erasmus na Itália.

Agradeço e dedico esse momento especialmente à minha avó Maria, que assistiu em vida o meu embarque para Portugal, mas partiu cedo demais para testemunhar o fim dessa fase. Obrigada por me ensinar que sua presença vive no amor que fica. Como escreveu Milton Nascimento na canção que carrega seu nome, é preciso ter força, ter raça, ter sonhos sempre e ter a estranha mania de ter fé na vida.

A caminhada foi árdua, mas repleta de amor, fé e generosidade. Aos que não foram citados nominalmente, mas que igualmente contribuíram para que eu chegasse até aqui, meu mais sincero e eterno obrigado. Esta dissertação é a prova viva de que sonhos, quando sustentados pela coragem e pelo afeto, encontram caminhos para florescer. Que este trabalho seja semente e também fruto para os que vierem depois de mim.

Índice

1. Introdução.....	18
1.1 Contexto/Enquadramento/Motivação.....	19
1.2 Projeto.....	20
1.3 Problema, Hipótese e Objetivos de Investigação.....	20
1.4 Metodologia de Investigação.....	21
1.5 Estrutura da Dissertação.....	22
2. Revisão Bibliográfica.....	24
2.1 Compreensão acerca de Litotecas.....	24
2.2 Tecnologias para Digitalização.....	25
2.3 Design de Interação e Experiência do Utilizador (UX/UI).....	28
2.4 Referências e trabalhos relacionados.....	29
2.4.1 Acessibilidade e Usabilidade.....	29
2.4.2 Variedade de Conteúdo.....	30
2.4.3 Tecnologia e Interatividade.....	30
2.4.4 Envolvimento do Utilizador.....	30
2.4.5 Arquitetura da Informação.....	30
2.5 Análise de Referências de Litotecas.....	30
2.5.1 Smithsonian Institution Collections Search Center.....	31
2.5.2 British Geological Survey (BGS) National Geological Repository.....	33
2.5.3 Digital Geology Collections - University of Arizona.....	36
2.5.4 Geological Digital Collection - University of Oxford.....	38
2.5.5 Smithsonian National Museum of Natural History - Department of Mineral Sciences.....	40
2.6 Análise de Referências Plataformas com Experiências Imersivas e/ou Interativas.....	42
2.6.1 The British Museum - Collection Online.....	42
2.6.2 The National Galleries.....	45
2.6.3 Zara.....	48
2.7 Análise comparativa das Plataformas: Litotecas e Experiências Imersivas/Interativas.....	50
2.8 Impacto Educacional e Científico.....	53
3. Contexto: A Litoteca da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.....	54
3.1 Organização e armazenamento.....	54
3.2 Importância do acervo para ensino e pesquisa.....	56
3.3 Limitações atuais de acesso.....	57
4. Metodologia.....	58
4.1 Percurso metodológico.....	58

4.2 Instrumentos de recolha de dados.....	58
4.2.1 Bloco 1 - Perfil académico e profissional.....	59
4.2.2 Bloco 2 - Experiência com o acesso físico à litoteca.....	59
4.2.3 Bloco 3 - Interação com o protótipo digital.....	59
4.3 Amostra (participantes: estudantes, professores, investigadores).....	60
4.4 Métodos de análise de dados (estatística descritiva e comparativa).....	60
4.5 Limitações metodológicas.....	61
5. Desenvolvimento do Protótipo.....	62
5.1 Conceção inicial.....	62
5.1.1 Workflow.....	63
5.1.2 Wireframes.....	64
5.2 Identidade visual.....	68
5.3 Interface e usabilidade.....	69
5.3.1 Protótipo.....	70
5.3.2 Integração de elementos multimédia.....	82
5.3.3 Fotografias.....	82
6. Resultados da Investigação Empírica.....	84
6.1 Resultados do questionário.....	84
6.1.1 Análise do perfil académico e profissional da amostra da pesquisa.....	85
6.1.2 Análise das percepções sobre o acesso físico à litoteca.....	88
6.1.3 Avaliação da experiência com o protótipo digital.....	91
6.2 Interpretação dos resultados em relação às hipóteses.....	94
6.3 Sugestões e feedback dos utilizadores para melhorias.....	95
7. Conclusões e Trabalhos Futuros.....	97
7.1 Implicações académicas, científicas e sociais.....	98
7.2 Sugestões de continuidade e expansão do projeto.....	99
8. Referências.....	101
Apêndice A: Questionários Aplicados.....	103
Apêndice B: Workflows.....	108
Apêndice C: Wireframes.....	109
Apêndice D: Design do Protótipo.....	119
Apêndice E: Exemplos de Fotografias das Amostras.....	130

Lista de Figuras

Figura 1: Categorias

Figura 2: Categorias

Figura 3: Objetos

Figura 4: Informações técnicas

Figura 5: Categorias

Figura 6: Categorias

Figura 7: Objetos e informações técnicas

Figura 8: Categorias

Figura 9: Objetos e informações técnicas

Figura 10: Catálogo

Figura 11: Catálogo

Figura 12: Objetos

Figura 13: Informações técnicas

Figura 14: Catálogo

Figura 15: Objetos e informações técnicas

Figura 16: Categorias

Figura 17: Categorias

Figura 18: Categorias

Figura 19: Objetos

Figura 20: Informações técnicas

Figura 21: Catálogo

Figura 22: Objetos

Figura 23: Informações técnicas

Figura 24: Catálogo

Figura 25: Objeto e Informações técnicas

Figura 26: Litoteca física da FCUP

Figura 27: Gaveta da litoteca física da FCUP

Figura 28: Workflow no MindMeister

Figura 29: Wireframes no Figma

Figura 30: Wireframes da Página Inicial

Figura 31: Wireframe da tela da apresentação da litoteca com intuito de ter uma perspectiva tridimensional

Figura 32: Wireframe da página de detalhes da amostra

Figura 33: Wireframe da estrutura de categorização das amostras

Figura 34: Logomarca da Litoteca Digital

Figura 35: Página inicial do protótipo

Figura 36: Página de seleção do idioma

Figura 37: Página principal do acervo

Figura 38: Página com o pop-up de “como funciona”

Figura 39: Página de Sobre Nós

Figura 40: Página de Interatividade

Figura 41: Página de Interatividade com simulação 3D

Figura 42: Página de interatividade com quizzes interativos

Figura 43: Página de Visite-nos

Figura 44: Página de interação com o acervo

Figura 45: Página de interação com as gavetas do acervo

Figura 46: Página de interação com as amostras do acervo

Figura 47: Página principal da amostra do Chlorite Schist

Figura 48: Página dedicada às contribuições de alunos e pesquisadores

Figura 49: Página para seleção de comparação visual e científica

Figura 50: Página de comparação visual e científica

Figura 51: Página principal da amostra do Basalto

Figura 52: Página para explorar demais rochas

Figura 53: Página das rochas magmáticas

Lista de Tabelas

Tabela 1: Análise de Referências de Litotecas

Tabela 2: Análise de Referências de Plataformas com Experiências Imersivas e/ou Interativas

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Questão sobre situação acadêmica ou profissional dos participantes

Gráfico 2: Questão sobre área de estudo ou atuação dos participantes

Gráfico 3: Questão sobre país de residência atual dos participantes

Gráfico 4: Primeira questão do Bloco 2

Gráfico 5: Segunda questão do Bloco 2

Gráfico 6: Terceira questão do Bloco 2

Gráfico 7: Quarta questão do Bloco 2

Gráfico 8: Primeira questão do Bloco 3

Gráfico 9: Segunda questão do Bloco 3

Gráfico 10: Terceira questão do Bloco 3

Gráfico 11: Quarta questão do Bloco 3

Abreviaturas e Símbolos

FCUP	Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
UI	Interface do Utilizador
UX	Experiência do Utilizador

1. Introdução

Nos últimos anos, a digitalização de acervos científicos e culturais tem se fortalecido como uma prática fundamental para a preservação e democratização do conhecimento. As coleções físicas, presentes em universidades, museus e instituições científicas, armazenam um vasto patrimônio que serve de base para o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas, ensino e disseminação cultural. No entanto, o acesso a esses acervos muitas vezes está restrito a quem pode estar fisicamente presente na instituição, o que limita o alcance e a utilização desses recursos.

Brody e Harnad (2004, apud COSTA, 2006, p. 171) destacam que o acesso livre aos resultados de pesquisa acelera o impacto dessas pesquisas, ao mesmo tempo em que amplia seu alcance. Eles apontam que esse maior impacto impulsiona a produtividade dos pesquisadores, fortalece suas carreiras e promove o avanço científico. Dessa forma, torna-se evidente que a divulgação aberta e a democratização do acesso à informação agregam valor científico e econômico, ao patrimônio armazenado em arquivos e demais repositórios de conhecimento.

Durante uma visita pessoal à litoteca da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) em Novembro de 2024, foi possível observar de perto a importância do acervo, além das dificuldades em potencial como o seu limitado acesso mediante o espaço físico, horários restritos e a necessidade de manipulação presencial, o que pode representar um entrave para o pleno aproveitamento dessas informações, especialmente para utilizadores que não residem em Portugal ou têm dificuldades de deslocamento. Assim, foi identificada uma oportunidade de utilizá-la como exemplo de litoteca científica para o projeto ilustrativo de acesso digital e imersivo ao acervo deste trabalho. Embora essa iniciativa tenha sido idealizada de forma independente, sem colaboração direta da FCUP e da litoteca, ela visa contribuir para ampliar o acesso e a visibilidade das amostras geológicas ali armazenadas.

No contexto específico da FCUP, a litoteca científica representa um acervo de amostras geológicas que são essenciais para a formação de estudantes e o trabalho de pesquisadores, seja da própria faculdade ou do exterior. Essas amostras incluem minerais, rochas sedimentares, metamórficas, magmáticas e cristais que são catalogadas e armazenadas de maneira cuidadosa em diferentes compartimentos para preservar sua integridade.

1.1 Contexto/Enquadramento/Motivação

A proposta deste trabalho é fomentada pelo potencial de modernização do acesso à litoteca da FCUP, alinhando-se às tendências de preservação digital e democratização do conhecimento. Essa iniciativa foi concebida de forma totalmente independente, sem colaboração direta da litoteca, mas com a perspectiva de futuramente estabelecer uma parceria. Espera-se, assim, contribuir para o fortalecimento da pesquisa e do ensino, garantindo que o patrimônio científico esteja disponível para a comunidade acadêmica local e internacional, além de promover a inclusão e acessibilidade digital.

A digitalização desse acervo surge como uma solução capaz de diminuir barreiras geográficas e temporais, oferecendo uma plataforma acessível a qualquer hora e lugar, potencializando o uso das amostras para fins educacionais, científicos e culturais. Além disso, o processo de digitalização contribui para a preservação do material físico, minimizando o manuseio e o desgaste das amostras. O avanço das tecnologias digitais permite, portanto, a reprodução das amostras e a integração de recursos interativos que ampliam a experiência do utilizador. Além disso, é fundamental compreender que, muitas vezes, a tecnologia não tem a função de substituir os documentos originais, mas sim de atuar como um meio complementar para ampliar a divulgação e o acesso ao conteúdo desses documentos (NUNES, 2005, p. 78).

Além disso, o projeto proposto busca também proporcionar uma experiência imersiva e interativa para os utilizadores. Por meio da utilização de tecnologias, como visualizações tridimensionais, recursos multimídia e interfaces dinâmicas, a plataforma pretende contribuir na forma em que os estudantes, professores e pesquisadores interagem com as amostras geológicas. O intuito é facilitar o acesso ao conhecimento e, também, estimular a curiosidade, tornando o aprendizado mais dinâmico, uma vez que os utilizadores nem sempre estarão presentes fisicamente em uma litoteca científica. Ao oferecer uma navegação intuitiva e ferramentas interativas, o projeto busca ampliar o potencial educativo e científico do espaço, alinhando-se às tendências atuais de experiências digitais que valorizam a participação ativa do utilizador.

Como motivação intrínseca, destaco o meu interesse por coleções, que me acompanha desde sempre. Soma-se a isso, à influência do meu pai que é geógrafo e despertou em mim entusiasmo pela geologia e pelo estudo de elementos naturais no Brasil. Durante os meus estudos em Portugal, tive a oportunidade de visitar a litoteca da FCUP, experiência que reforçou o meu interesse e curiosidade com os elementos de outro continente, o que proporcionou um contato com o acervo, consolidando a relevância prática e científica do projeto que ora desenvolvo.

É válido salientar que todo o texto desta dissertação está redigido em português do Brasil (PT/BR), seguindo as normas gramaticais e ortográficas da língua portuguesa utilizada no Brasil. Essa escolha deve-se à familiaridade com o idioma e visa garantir clareza e precisão na apresentação das ideias, alinhando-se aos académicos locais.

1.2 Projeto

O projeto tem como objetivo principal o desenvolvimento independente de uma plataforma digital para uma litoteca científica, neste caso, o exemplo ilustrativo da litoteca da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto com ferramentas tecnológicas atuais, que permita o acesso remoto ao acervo geológico, proporcionando uma experiência intuitiva, interativa e acessível aos seus utilizadores. Para isso, será concebido um protótipo funcional da plataforma, com base em princípios de design centrado no utilizador, que priorize a usabilidade, a navegabilidade e a apresentação dos conteúdos.

A plataforma digital será estruturada para oferecer funcionalidades como consulta das amostras, visualização de imagens em alta definição, acesso a informações científicas e educacionais relacionadas, além de recursos que possam facilitar a pesquisa, como organização por categorias. A construção do protótipo considerará as boas práticas em experiência do utilizador (UX) e design de interfaces (UI), buscando atender às diferentes necessidades e níveis de familiaridade dos utilizadores.

Além do desenvolvimento tecnológico, o projeto inclui a avaliação da aceitação e da efetividade do protótipo por meio de instrumentos de pesquisa, com o intuito de compreender as expectativas, dificuldades e sugestões dos utilizadores. Para isso, será aplicado um questionário dividido em blocos, permitindo uma análise comparativa da experiência atual do acesso físico à litoteca, e após a interação com o protótipo digital.

1.3 Problema, Hipótese e Objetivos de Investigação

O problema central que motiva esta investigação reside na minha constatação pessoal referente à limitação de acesso ao acervo da litoteca da FCUP durante a minha visita em Novembro de 2024, atualmente restrito apenas a indivíduos que podem estar fisicamente presentes na instituição. Essa condição compromete o pleno aproveitamento dos recursos disponíveis para fins de ensino e pesquisa, dificultando a democratização do conhecimento geocientífico.

Neste contexto, os objetivos de investigação do presente trabalho são os seguintes:

1. Desenvolver um protótipo funcional de uma plataforma digital que possibilite o acesso remoto a um acervo científico - neste caso, a litoteca da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto será usada como referência ilustrativa;
2. Investigar a percepção dos utilizadores sobre as dificuldades enfrentadas no modelo atual de acesso físico ao acervo;
3. Avaliar a usabilidade, a aceitação e a experiência dos utilizadores com o protótipo digital, por meio da aplicação de questionários comparativos (antes e depois da interação);

4. Avaliar se a digitalização facilita o acesso ao acervo científico, de acordo com a percepção dos utilizadores e identificar oportunidades de melhoria para o desenvolvimento futuro da plataforma.

A hipótese que orienta este estudo é que a digitalização do acervo, aliada ao desenvolvimento de uma plataforma digital acessível, interativa e intuitiva, permitirá ampliar o acesso ao conteúdo da litoteca, sem qualquer colaboração ou envolvimento da instituição, que até o momento não tem conhecimento desta iniciativa. Espera-se que, futuramente, essa solução tecnológica seja compartilhada com a FCUP e, posteriormente, aumente a utilização da litoteca, melhore a interatividade dos utilizadores e promova uma experiência mais inclusiva.

1.4 Metodologia de Investigação

A metodologia adotada nesta investigação desenvolve-se em três fases principais, reunindo métodos qualitativos e quantitativos para compreender se a digitalização pode facilitar o acesso ao acervo da litoteca e melhorar a experiência dos utilizadores com a plataforma.

A primeira fase consistiu numa revisão do estado da arte, com o objetivo de mapear e analisar a literatura sobre digitalização de acervos científicos e culturais, design de interação, acessibilidade, usabilidade e tecnologias interativas aplicadas a plataformas digitais. Esta etapa permitiu identificar lacunas existentes e estabelecer a fundamentação teórica que sustenta a proposta do projeto, bem como orientar as decisões metodológicas subsequentes. Além disso, também foi feito um mapeamento e análise de diferentes tipos de plataformas digitais existentes, com ênfase em práticas aplicadas.

Posteriormente, na segunda fase, foi feito o desenvolvimento de um protótipo funcional da plataforma digital voltada ao acesso remoto do nosso exemplo ilustrativo, neste caso, o acervo da litoteca da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Inicialmente, foi criado um workflow na ferramenta MindMeister para estruturar o percurso do utilizador e definir as principais funcionalidades da plataforma. Em seguida, foi desenvolvido o wireframe no Figma, onde se aplicaram os princípios de design centrado no utilizador, com foco em acessibilidade, clareza visual e interatividade. Posteriormente, na mesma ferramenta, foi desenvolvido o protótipo que incluiu elementos gráficos e de navegação que simulam uma experiência de exploração intuitiva, aproximando o utilizador do conteúdo científico de forma digital e dinâmica.

Na terceira fase, por sua vez, foi realizada uma investigação empírica em formato de questionário. Para tanto, foi elaborado um questionário estruturado dividido em blocos temáticos, com o objetivo de captar as percepções e experiências de estudantes, professores e investigadores das áreas de multimídia, comunicação, design e geografia. Inicialmente, o intuito foi identificar suas percepções, limitações e necessidades em relação ao acesso físico ao acervo da litoteca. Após cada um

interagir com o protótipo da plataforma digital, eles avaliam a usabilidade, navegabilidade, experiência geral e aceitação da solução proposta.

A análise dos dados será realizada por meio de estatísticas descritivas e comparativas, possibilitando a verificação da hipótese levantada, especialmente no que diz respeito à melhoria da acessibilidade e ao aumento do envolvimento com o acervo. Esta metodologia permite ainda identificar pontos de melhoria no protótipo e gerar recomendações aplicáveis ao desenvolvimento de plataformas semelhantes noutras instituições académicas.

1.5 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está estruturada de forma a apresentar, de maneira progressiva, todas as etapas do estudo realizado, desde a fundamentação teórica até os resultados obtidos e as reflexões finais. Cada capítulo cumpre uma função específica no desenvolvimento do trabalho, conforme descrito a seguir:

O capítulo 2 apresenta uma análise do estado da arte sobre a digitalização de acervos científicos e culturais, descrevendo também as tecnologias digitais aplicadas, os princípios de design de interação, a experiência do utilizador em plataformas digitais, e o contexto particular das litotecas enquanto repositórios pedagógicos e científicos.

Já o capítulo 3 descreve o contexto da litoteca da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, incluindo sua organização e armazenamento, a importância do acervo para o ensino e a pesquisa, além das limitações atuais de acesso que motivam a necessidade de soluções digitais, seguindo o que foi constatado durante a minha visita, sem colaboração direta com a faculdade.

O capítulo 4, por sua vez, apresenta a metodologia da investigação com o desenho do estudo, os instrumentos de recolha de dados utilizados, a caracterização da amostra composta por estudantes, professores e investigadores, os métodos de análise estatística aplicados e as limitações metodológicas identificadas.

O capítulo 5 detalha o desenvolvimento do protótipo digital, descrevendo o processo de concepção inicial, incluindo o workflow e os wireframes, a identidade visual adotada, aspectos da interface e usabilidade, a integração de elementos multimídia e as fotografias das amostras que compõem o protótipo.

Os resultados da investigação empírica são apresentadas no capítulo 6 com a análise dos dados coletados por meio do questionário, dividida em três blocos: perfil académico e profissional dos participantes, percepções sobre o acesso físico à litoteca e avaliação da experiência com o protótipo digital. Além disso, inclui a interpretação dos resultados em relação às hipóteses formuladas e as sugestões e feedbacks dos utilizadores para melhorias.

O capítulo 7 sintetiza as conclusões e trabalhos futuros, reunindo os principais resultados obtidos, a verificação das hipóteses de investigação, as implicações acadêmicas, científicas e sociais do estudo, e propondo sugestões para expansão do projeto.

Complementam o trabalho, os apêndices, que reúnem materiais suplementares como os questionários aplicados, workflows, wireframes, design do protótipo e exemplos das fotografias das amostras, proporcionando maior transparência do processo investigativo.

2. Revisão Bibliográfica

A digitalização de acervos científicos e culturais tem se tornado uma prática para a preservação, democratização e disseminação do conhecimento. No contexto acadêmico, instituições de todo o mundo têm implementado tecnologias para converter coleções físicas em repositórios digitais, facilitando a investigação e a educação a distância. Essa democratização do acesso ao conhecimento tem sido impulsionada pelo avanço de diversas tecnologias, que garantem a longevidade dos materiais e expandem as possibilidades de interação, alcance e uso.

Neste capítulo, portanto, trataremos da primeira fase do trabalho, que corresponde à revisão do estado da arte, delineando o estado atual da literatura em relação à temática, identificando as lacunas ainda existentes, fazendo um enquadramento do contexto a ser estudado e da relevância do tema, além de fornecer uma fundação científica para os métodos futuramente escolhidos.

Serão analisados de forma esquemática a busca por referências existentes referentes ao entendimento dos principais temas e desenvolvimentos relacionados à criação, curadoria e interação em plataformas de litotecas digitais, com destaque para acessibilidade, usabilidade, tecnologias interativas, envolvimento do utilizador e arquitetura da informação.

2.1 Compreensão acerca de Litotecas

As coleções universitárias possuem um vasto potencial como fontes de informação, podendo fundamentar diversas pesquisas acadêmicas e científicas. Elas estão presentes em universidades e museus e são desenvolvidas em paralelo à produção de conhecimento científico. Tais coleções resultam de pesquisas e também servem como base para novos estudos que transformam-nas em instrumentos essenciais para a preservação e disseminação do conhecimento.

No campo da geologia, por exemplo, as coleções estão interligadas às práticas científicas que as originaram e vice-versa (WEVER; GUIRAUD, 2018; NOVAES, 2018; AZEVEDO, 2018). A formação dessas coleções é intrínseca às áreas de estudo de seus curadores ou professores responsáveis.

As litotecas, por sua vez, também são utilizadas como base para pesquisas geológicas e consistem num acervo de minerais e rochas de diferentes origens. O acervo visa, também,

apresentar-se como ferramenta de integração entre componentes curriculares, que abordam temas relacionados à formação de rochas, mineralogia, solos e relacionados, especialmente ligado às disciplinas da área de ciências da Terra.

“A litoteca organiza seu acervo através da identificação do material, do acondicionamento em caixas padronizadas, e da catalogação das amostras, de modo que seja preservada a integridade das amostras e evitando possíveis danos.” (COLTURATO et. al, 2012)

As pesquisas de Colturato (2012) apresentam que a litoteca tem o objetivo de organizar, armazenar e catalogar amostras geológicas. O autor em questão ainda aborda a origem do nome Litoteca, no qual o Lithos = rocha; + Teca = local de armazenamento. Neste sentido, a Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) possui um trabalho de organização de acervo de minerais e rochas para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes e pesquisadores. O projeto objetiva a coleta, catalogação e armazenamento dos fragmentos rochosos, criando um banco de informações e características em armários-arquivo - logo, uma litoteca.

Nos últimos anos, o patrimônio cultural universitário tem recebido maior atenção e reconhecimento e é definido como o legado coletivo e compartilhado da comunidade científica, sendo essencial para a identidade dessa comunidade. No entanto, para usufruir dessas coleções físicas, é necessário deslocar-se até as instituições que as abrigam, o que restringe a democratização do conhecimento. Apesar de muitos desses acervos e litotecas já estarem mapeados fisicamente, resulta na fragmentação das coleções e, em alguns casos, na limitação de compartilhamento das informações com estudantes e pesquisadores de outros locais do mundo. Uma solução viável para mitigar esses problemas é a implementação de práticas de documentação, preservação e divulgação das informações desses bens à sociedade (GOMES; FREITAS, 2018).

Essa barreira geográfica exclui indivíduos que não possuem os recursos ou a possibilidade de viajar, limitando o impacto e propagação em grande escala dessas coleções. Essa realidade aponta para a necessidade de iniciativas de digitalização e disponibilização online desses acervos, permitindo que pessoas de diferentes contextos possam acessar e utilizar esses recursos, ampliando assim o alcance e a relevância do patrimônio, assim como a atualização das informações dos objetos.

2.2 Tecnologias para Digitalização

Em um mundo cada vez mais digital, a capacidade de converter documentos históricos, descobertas científicas e artefatos culturais em formatos digitais significa proteger a herança cultural e

científica da humanidade. A digitalização impede que informações se percam no tempo, garantindo que gerações futuras tenham acesso a esses recursos. Além da preservação, a digitalização democratiza o acesso ao conhecimento, logo investigadores, estudantes e o público em geral, independentemente de sua localização geográfica, podem aceder digitalmente a coleções que, de outra forma, estariam restritas a visitas físicas.

A digitalização de acervos tem se mostrado uma solução para alterar as limitações de acesso físico às coleções universitárias e científicas e ampliar o acesso. Por meio do uso de tecnologias digitais, é possível transformar objetos e documentos físicos em representações acessíveis globalmente. Tal método pode evidenciar o reconhecimento que é impactado no modo como esses bens são geridos, pois, segundo Torres (2017), o aumento de interesse também age diretamente nas práticas de como as coleções científicas são geridas.

Uma das tecnologias mais utilizadas atualmente no processo de digitalização de acervos são os scanners de alta resolução, que permitem a digitalização de documentos, livros, mapas e outros materiais em duas dimensões, garantindo a reprodução de detalhes e cores. Para itens tridimensionais, como fósseis, instrumentos científicos e artefatos históricos, a fotogrametria e os scanners 3D têm se destacado. Essas ferramentas capturam a forma, a textura e, em alguns casos, até mesmo as cores originais.

Além disso, a tomografia computadorizada tem sido amplamente empregada na digitalização de objetos históricos e científicos, possibilitando a visualização de suas estruturas internas sem causar danos. Outro avanço é o uso de plataformas de armazenamento em nuvem, que garantem a segurança dos arquivos digitalizados e permitem que eles sejam acessados remotamente por pesquisadores e pelo público em geral. Complementando essas tecnologias, a inteligência artificial desempenha um papel crucial na organização e recuperação de informações, ajudando na categorização automática dos acervos e na facilitação de buscas específicas.

As litotecas digitais, por sua vez, enquanto repositórios de amostras geológicas e científicas, surgem enquanto estratégias que integrem tecnologias avançadas, como scanners 3D, fotogrametria e câmeras de alta resolução, para criar representações fiéis dos objetos físicos. Tecnologias como aprendizado de máquina e inteligência artificial são destacadas para a catalogação eficiente e análise preditiva de grandes volumes de dados.

Por ser extremamente vulnerável, o patrimônio geológico está sujeito a constantes ameaças, sendo a principal delas a falta de conhecimento sobre sua existência e importância (NASCIMENTO et al., 2008). Para evitá-las, é fundamental que sejam estabelecidas políticas como a digitalização que o divulguem e valorizem, visando a sua conservação e sua função como patrimônio nacional e internacional.

No contexto acadêmico, instituições de todo o mundo têm implementado tecnologias digitais para converter coleções físicas em repositórios digitais, facilitando a investigação e a educação a distância. Estas tecnologias vão além da simples digitalização, propõem a criação de ambientes virtuais que preservam e enriquecem o valor educativo das amostras. Ferramentas de visualização avançada permitem aos utilizadores interagir com modelos tridimensionais das amostras, proporcionando uma compreensão mais profunda e detalhada das características geológicas.

O Smithsonian e o Natural History Museum de Londres têm demonstrado elevada capacidade na utilização das tecnologias digitais na transformação do acesso ao conhecimento científico. de referir ainda, entre muitos outros, o Museu Americano de História Natural (American Museum of Natural History) em Nova York, EUA. O museu utiliza plataformas digitais para disponibilizar suas coleções online, permitindo o acesso a dados para educação e investigação de qualquer lugar do mundo. Também o Muséum National d'Histoire Naturelle em Paris, França, que possui um dos maiores acervos de história natural do mundo e tem investido significativamente na digitalização da sua coleção.

Portanto, a digitalização da litoteca da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto apresenta-se como um passo crucial na preservação e maximização da utilização de um vasto acervo de amostras geológicas, incluindo rochas sedimentares, metamórficas, magmáticas e cristais. Assim, a criação de uma plataforma digital, com interfaces intuitivas, que transforme a interação de estudantes, professores e investigadores com estes recursos, ampliaria significativamente o seu impacto educacional e científico, uma vez que coleções geológicas, como quaisquer outras, requerem ações de preservação, como inventários, monitoramentos e avaliações de estado de conservação (HAAG; HENRIQUES, 2016).

Tal digitalização oferece diversos benefícios. Em primeiro lugar, garante a preservação de espécimes frágeis ou raros, minimizando os riscos associados ao manuseamento físico. Em segundo lugar, permite um acesso global e instantâneo aos acervos, promovendo a igualdade de oportunidades no ensino e na investigação. Ferramentas interativas, como modelos tridimensionais enriquecem a experiência do utilizador, proporcionando uma exploração mais aprofundada dos materiais. Este processo fomenta também a interdisciplinaridade, permitindo que dados geológicos sejam integrados em estudos em áreas tão diversas como a climatologia, arqueologia e biologia evolutiva.

2.3 Design de Interação e Experiência do Utilizador (UX/UI)

Segundo Oxford e Garnett (2018), as plataformas digitais precisam conectar as coleções a públicos variados, priorizando o design centrado no utilizador. Isso inclui interfaces acessíveis que

considerem diferentes níveis de habilidade técnica e motivações dos utilizadores. Parry (2010) argumenta que uma boa interação requer o alinhamento entre storytelling e tecnologia, utilizando narrativas visuais e interativas para tornar os conteúdos mais compreensíveis e memoráveis.

A acessibilidade, conforme as diretrizes WCAG (Web Content Accessibility Guidelines), deve ser uma prioridade. Isso inclui navegação intuitiva, opções de contraste elevado, compatibilidade com leitores de tela e tradução de conteúdos para múltiplos idiomas, ampliando o alcance dos acervos.

Portanto, a relevância da experiência do utilizador (UX) e interface do utilizador (UI) são fundamentais, pois, segundo Teixeira (2014), elas devem construir produtos que sejam fáceis de usar, reduzindo o atrito e permitindo que os utilizadores estejam imersos e interajam com a ferramenta. Logo, as interfaces digitais devem estar diretamente ligadas na construção de meios de comunicação entre uma pessoa e uma máquina. Uma interface mal projetada resultará em uma má experiência de uso. Logo, é necessário considerar o design antes, durante e depois do desenvolvimento de um produto.

Em 1990, os cientistas da computação Jakob Nielsen e Rolf Molich propuseram heurísticas para otimizar a experiência do utilizador. Tais apontamentos, conhecidos como Heurísticas de Nielsen, que serão utilizadas para construção desta interface, são uma forma de avaliar o design, identificando falhas e erros para corrigi-los e otimizar a user experience, ou experiência do utilizador.

Segundo Cybis (2007), a construção de um sistema utilizável depende da análise cuidadosa dos vários componentes de seu contexto de uso e da participação ativa do utilizador nas decisões de design da interface. Assim, a integração do design de comunicação multimídia no processo de digitalização da litoteca da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto é de importância crucial, tendo um impacto substancial tanto na eficácia do sistema quanto na sua aceitação pelos utilizadores finais.

A princípio, o design de comunicação facilita a navegação e a busca dentro da plataforma digital, permitindo que os utilizadores encontrem rapidamente as informações necessárias. Isto é particularmente importante em uma litoteca científica digital, onde o volume e a complexidade dos dados podem facilmente sobrecarregar os utilizadores. Através de uma interface intuitiva e bem planejada, concebida com princípios de usabilidade em mente, reduz-se a curva de aprendizagem e maximiza-se a eficiência do estudo e da pesquisa.

Ademais, o design multimídia pode enriquecer significativamente a apresentação do acervo. Elementos visuais, como imagens, gráficos interativos e visualizações de dados, tornam a informação mais acessível, mais compreensível e ajudam a destacar conexões e padrões que podem não ser evidentes em formatos tradicionais.

A interatividade, por sua vez, é outro componente vital proporcionado pelo design de comunicação multimídia. Ferramentas como zoom dinâmico, rotação de modelos 3D de amostras geológicas e simulações interativas permitem que os utilizadores experimentem e interajam com o conteúdo de maneiras que seriam impossíveis com amostras físicas. Estas funcionalidades aumentam o envolvimento do utilizador e abrem novas possibilidades para o ensino e a aprendizagem em ambientes virtuais.

2.4 Referências e trabalhos relacionados

Com o objetivo de compreender o estado atual de litotecas e identificar lacunas que possam ser sanadas nesta dissertação, foi realizada uma análise de litotecas e plataformas com experiências imersivas e/ou interativas previamente selecionadas. Inicialmente, foram coletadas cerca de 25 plataformas, dentre litotecas e plataformas tecnológicas. Os resultados desta análise, especificando para fins desta coleta de referências, permitiram filtrar cinco principais litotecas e três principais sites de referência visual, incluindo e-commerces que oferecem experiências imersivas alinhadas na temática e no objetivo de imersão tecnológica, justificando escolhas futuras e fundamentando a proposta de desenvolvimento em bases sólidas e alinhadas às necessidades identificadas.

Essa análise teve como base cinco critérios específicos, incluindo acessibilidade e usabilidade, variedade de conteúdo, tecnologia e interatividade e envolvimento do utilizador. Também foi analisado o design visual que evidencia a arquitetura da informação dessas plataformas, abrangendo níveis como categorias, objetos e informações técnicas.

2.4.1 Acessibilidade e Usabilidade

Bischoff e Fountain (2019) reforçam que a acessibilidade é um elemento essencial na criação de litotecas digitais, especialmente para promover o acesso a comunidades marginalizadas e indivíduos com deficiências. A usabilidade é avaliada por meio de testes que identificam barreiras e ajustam funcionalidades para uma navegação mais fluida.

2.4.2 Variedade de Conteúdo

Ray (2016) destaca a importância de oferecer conteúdos diversos, como imagens de alta resolução, modelos tridimensionais, vídeos explicativos e dados técnicos detalhados. Essa variedade facilita o acesso a informações, atendendo a públicos diversos, desde acadêmicos até entusiastas amadores.

2.4.3 Tecnologia e Interatividade

Tecnologias como realidade aumentada (RA) e realidade virtual (RV) têm revolucionado a forma como os utilizadores interagem com os acervos digitais. Kalfatovic et al. (2020) ressaltam que a integração dessas tecnologias permite experiências mais ricas, como a manipulação de modelos em ambientes imersivos. Adicionalmente, a gamificação, citada por Oxford e Garnett (2018), estimula a interação por meio de desafios e recompensas que mantêm os utilizadores ativos e interessados.

2.4.4 Envolvimento do Utilizador

O envolvimento dos utilizadores está diretamente relacionado à qualidade das interações oferecidas. Estratégias de gamificação e storytelling interativo, conforme Oxford e Garnett (2018), aumentam a retenção de conhecimento e promovem uma melhor experiência.

2.4.5 Arquitetura da Informação

A arquitetura da informação diz respeito à organização, estruturação e à designação dos conteúdos com o objetivo de ajudar os utilizadores a encontrar e compreender os dados e a executar tarefas de um determinado modo. Tal categorização é fundamental para garantir que os utilizadores localizem rapidamente as informações necessárias. Parry (2010) enfatiza a necessidade de organizar os conteúdos em níveis hierárquicos claros, acompanhados de metadados como categorias, objetos e informações técnicas.

2.5 Análise de Referências de Litotecas

2.5.1 Smithsonian Institution Collections Search Center

A Smithsonian Institution Collections Search Center é uma plataforma online que permite acessar uma coleção digital do Smithsonian Institution, englobando artefatos históricos, fósseis, obras de arte e outros objetos físicos relacionados à história natural e às ciências sociais. O objetivo principal do site é democratizar o acesso ao conhecimento, oferecendo recursos para explorar virtualmente itens raros e históricos.

A interface de navegação desta coleção digital não é muito intuitiva e aparenta ser antiquada, apesar da configuração ser do ano de 2024, o que pode dificultar a experiência inicial dos utilizadores. Apesar disso, a coleção possui recursos de busca, como uma variedade de filtros por categorias e palavras-chave, que possibilitam a pesquisa de uma grande quantidade de itens relacionados à história natural e ciências sociais.

Outro ponto positivo encontrado é que, na seção de categorias (figura 1), é possível visualizar imagens reduzidas com as principais informações técnicas dos itens ao lado, o que facilita o acesso sem a necessidade de cliques adicionais, ao mesmo tempo em que podemos fazer o comparativo com outros itens da mesma categoria. A ausência de suporte para múltiplos idiomas também foi notada e pode limitar o alcance internacional da plataforma.

A coleção possui artefatos históricos, fósseis, obras de arte e outros objetos físicos. Contudo, há uma limitação em relação à quantidade de imagens disponíveis para cada objeto, e as fotografias não apresentam múltiplos ângulos - praticamente é a mesma dos dois lados. Ainda assim, a coleção é representativa em termos de diversidade, uma vez que possui itens de diferentes regiões e grupos culturais.

A tecnologia utilizada é básica e não possui recursos interativos como visualizações em 3D ou tours virtuais. As imagens são todas estáticas, e o enquadramento nem sempre é bem estruturado. Algumas imagens possuem dimensões reduzidas. Outro aspecto positivo é que os utilizadores podem baixar metadados com as informações técnicas dos itens em PDF, o que é uma vantagem para fins acadêmicos.

A aparência geral do site lembra um catálogo e não oferece uma experiência imersiva e interativa, apesar das configurações terem sido atualizadas recentemente. A navegação é funcional, mas não instiga o utilizador.

Um aspecto interessante é a possibilidade de os utilizadores se tornarem voluntários digitais, ajudando a transcrever e revisar coleções digitalizadas. O site possui uma sessão em que os utilizadores podem se cadastrar e contribuir com a acessibilidade dos arquivos e comunidade global.

Figuras 1 e 2 - Categorias



Baluster-form bottle



Baluster-form bottle with a long neck and everted ...



Baluster-form jar



Baluster-form jar with spout



Baluster-form jar with two-color glazing



Base or lid of covered box



Basin



Basin on tall foot (offering dish)



> **Articulated Season 4 trailer**

CREATOR: Archives of American Art [Q](#)

TYPE: Interviews

UPLOADED: 2024-12-03T17:11:52.000Z

DATA SOURCE: Archives of American Art

[expand](#)

[Add to My List](#)



> **Homer Laughlin Pitcher**

PHYSICAL DESCRIPTION: black (overall color)

OBJECT NAME: pitcher

DATE MADE: unknown

CREDIT LINE: Gift of Mrs. Marcus Benjamin

ID NUMBER: CE.379572

DATA SOURCE: National Museum of American History

[expand](#)

[Add to My List](#)



> **Homer Laughlin Vase**

PHYSICAL DESCRIPTION: polychrome (overall surface decoration color name)

OBJECT NAME: vase

DATE MADE: 1906-03-13

CREDIT LINE: The Homer Laughlin China Co.

[expand](#)

[Add to My List](#)

Figura 3 - Objetos

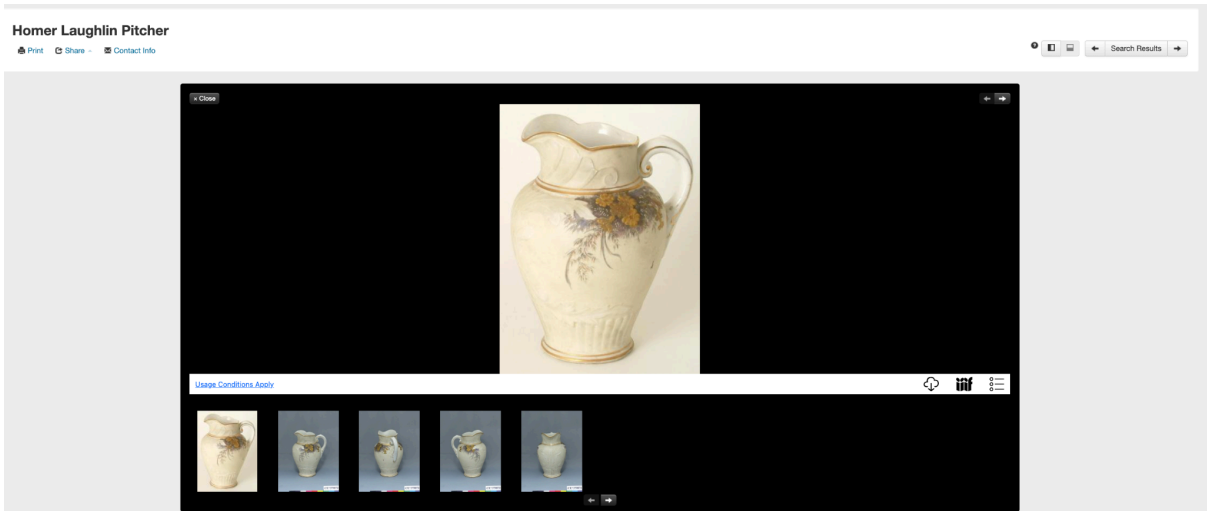


Figura 4 - Informações técnicas

Catalog Data		Add to My List
PHYSICAL DESCRIPTION:	black (overall color) brown (overall color) polychrome (overall surface decoration color name) ceramic (overall material)	
MEASUREMENTS:	overall: 8 1/4 in x 5 in; 20.955 cm x 12.7 cm overall: 8 1/4 in x 6 3/8 in x 5 1/2 in; 20.955 cm x 16.1925 cm x 13.97 cm	
OBJECT NAME:	pitcher	
PLACE MADE:	United States: Ohio, East Liverpool	
DATE MADE:	unknown 1902-06 c. 1890-1900 c. 1880-1900	
DESCRIPTION:	About Homer Laughlin China Company: The Homer Laughlin firm was founded in 1871 in Newell, West Virginia by the two brothers, Shakespeare and Homer Laughlin. A long-lived pottery, it survived two world wars and continued until 2020, when it was sold to Steelite, a British tableware manufacturer. Though Homer Laughlin China produced art pottery in its earlier days, it is best known for its Fiesta line, a brightly-colored Art Deco-styled set of tableware that was designed by the noted ceramicist, Frederick Hurten Rhead. Rhead was Homer Laughlin's art director from 1927 until his death in 1942. Fiesta ware is still produced by Fiesta Tableware Company, a division of Steelite. The New York Times called Fiesta "the most collected brand of china in the United States" (Alexander 2002). Homer Laughlin China Company was known for many dinnerware designs and also produced commemorative plates and art pottery vases. (Alexander, Kelly, 2002."The Way We Live Now". The New York Times, December 1.) About the Object: Pitcher used for decorative purposes. Body has some molded leaf patterns and gadrooning at the base of the pitcher. Matte tan glaze on the body with a glossy white handle. Painted flowers are only on top on either side of the mouth. Some gilt highlights.	
LOCATION:	Currently not on view	
CREDIT LINE:	Gift of Mrs. Marcus Benjamin	
ID NUMBER:	CE.379572	
CATALOG NUMBER:	379572	SEE MORE ITEMS IN: Home and Community Life: Ceramics and Glass Art Domestic Furnishings
ACCESSION NUMBER:	150313	
DATA SOURCE:	National Museum of American History	
GUID:	https://n2t.net/ark:/65665/ng49ca746b4-16f5-704b-e053-15f76fa0b4fa	
EDAN-URL:	edanmdm:nmah_578647	

Fonte: As informações e figura coletadas são provenientes do site da Smithsonian Institution Collections Search Center no dia 10 de dezembro de 2024.

2.5.2 British Geological Survey (BGS) National Geological Repository

O British Geological Survey (BGS) National Geological Repository é uma plataforma online desenvolvida pelo British Geological Survey, que fornece acesso a uma coleção de materiais

geológicos, como amostras de núcleos de rocha, cortes finos e dados sísmicos. Seu objetivo é fornecer uma base de dados sobre as rochas e minerais para profissionais e pesquisadores nas áreas de geologia, ciências ambientais e recursos naturais.

A plataforma da BGS permite buscas por critérios como tipo de rocha, idade e local de coleta, facilitando a localização de itens específicos. Um diferencial interessante é o uso de linguagem em primeira pessoa, tornando a experiência mais humanizada e próxima do utilizador.

Para acessar as informações completas sobre as rochas, é necessário realizar o download dos dados, já que, aparentemente, não foi encontrada outra forma de consulta disponível diretamente na plataforma. No entanto, a interface de navegação é intuitiva, mas carece de imersividade, e o site não oferece suporte para múltiplos idiomas, o que pode limitar o público internacional. Já a página principal apresenta explicações detalhadas sobre as rochas no geral, o que é um recurso positivo para introduzir o tema aos visitantes.

A coleção da BGS possui amostras de núcleos de rocha, cortes finos e dados sísmicos - uma ampla gama de materiais geológicos. No entanto, um ponto negativo é que as informações técnicas aparentam ser pouco detalhadas. Cada rocha possui apenas uma imagem disponível, reduzindo a possibilidade de explorar os itens em diferentes perspectivas ou com maior nível de detalhe visual.

A plataforma integra links para vídeos no YouTube que apresentam visualizações em 3D dos itens, um recurso que agrega valor tecnológico e facilita a compreensão das características das rochas, ainda que não coloquem esse sistema 3D integrado no próprio site. No entanto, esses recursos ainda não garantem uma experiência completamente imersiva.

A necessidade de realizar downloads para acessar as informações pode ser um entrave para utilizadores externos, especialmente para aqueles que buscam uma experiência mais direta. Isso pode impactar negativamente o envolvimento com a plataforma.

Figuras 5 e 6 - Categorias

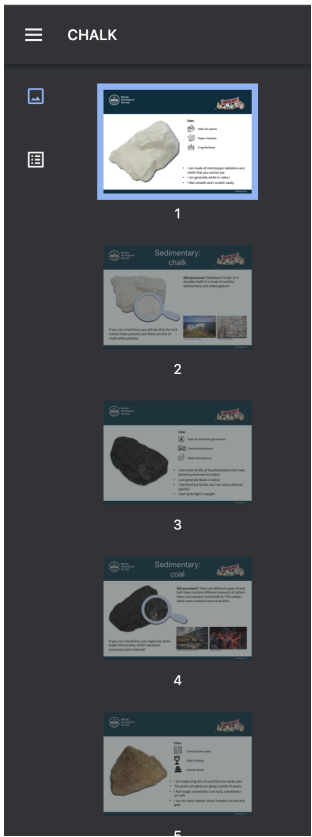
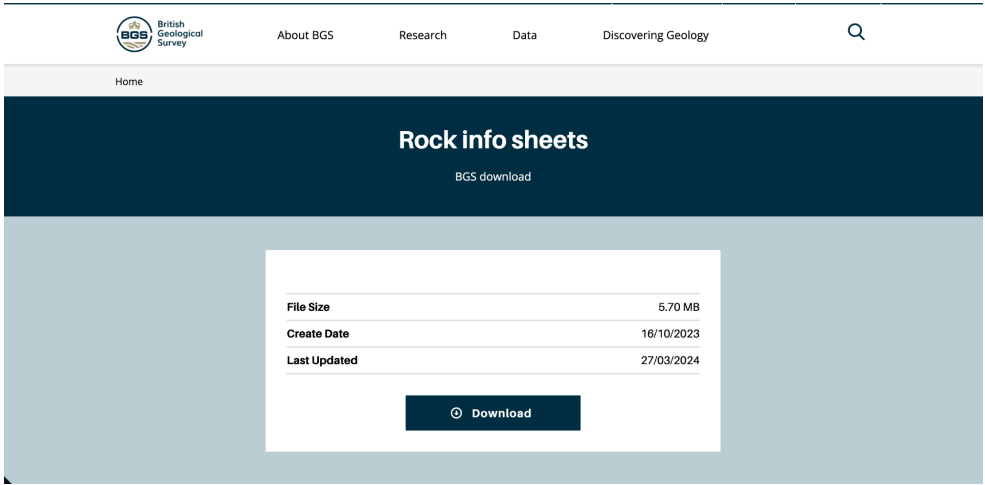
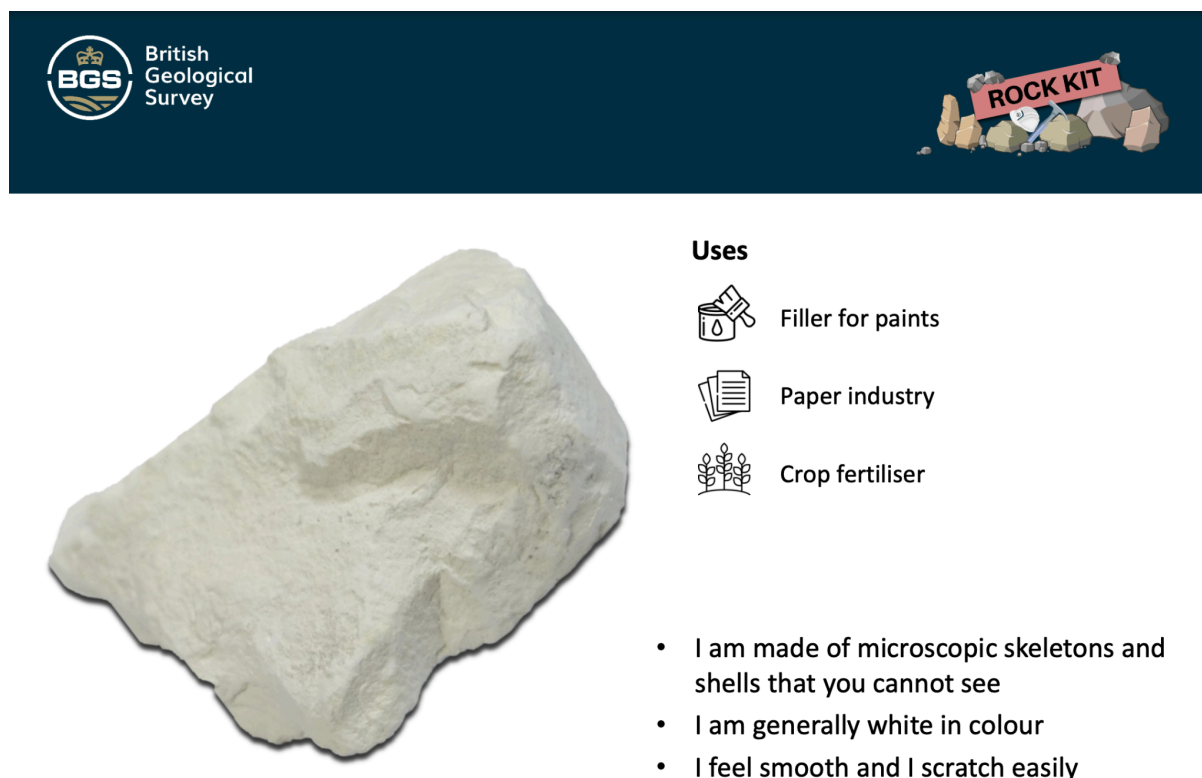


Figura 7 - Objetos e informações técnicas



Fonte: As informações e figuras coletadas são provenientes do site British Geological Survey (BGS) National Geological Repository no dia 10 de dezembro de 2024.

2.5.3 Digital Geology Collections - University of Arizona

A Digital Geology Collections da Universidade do Arizona é uma plataforma digital que oferece acesso remoto a uma coleção de litotecas geológicas, permitindo o acesso a amostras e dados organizados em um formato catalogado. As informações apresentadas incluem Image, Scientific Name, Element Name(s), Type Status e Catalog No., sendo possível clicar em cada imagem para obter detalhes sobre as rochas.

Um diferencial importante das fotografias é a inclusão de uma régua ao lado das amostras, o que permite ao utilizador compreender o tamanho real dos objetos. A ausência de uma organização alfabética dificulta a pesquisa por itens específicos. No entanto, a plataforma conta com uma introdução explicativa sobre as rochas - o que melhora a experiência inicial -, mas está disponível apenas em inglês, não possuindo opção de outros idiomas para ampliar a comunidade. O site apresenta um design mais moderno, mas a litoteca ainda mantém o formato de um catálogo digital, limitando a interatividade.

A coleção possui uma ampla gama de itens, com descrições detalhadas e uma quantidade significativa de amostras geológicas, oferecendo uma boa diversidade de conteúdo para pesquisa e consulta. Embora os utilizadores possam realizar downloads das informações, a plataforma apresenta algumas limitações tecnológicas. Não há padrão nas fotografias, e algumas amostras nem mesmo possuem imagens, apenas as informações técnicas.

Um ponto positivo é que, na seção de categorias, já é possível visualizar imagens reduzidas acompanhadas das principais informações. Isso facilita o acesso rápido às informações e permite comparações diretas entre os itens de uma mesma categoria, otimizando a navegação.

A experiência do utilizador é limitada, pois a litoteca funciona basicamente como um catálogo digital. As imagens são estáticas, permitem zoom, mas carecem de funcionalidades interativas mais avançadas. Aparentemente não há recursos adicionais para tornar a navegação mais imersiva.

Figura 8 - Categorias

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

→

↻

IMAGE	SCIENTIFIC NAME	ELEMENT NAME(S)	TYPE STATUS	CATALOG NO.
☐ 	Orophocrinus saltensis		Syntype	MNA.N.205
☐ 	Orophocrinus saltensis		Syntype	MNA.N.206
☐ 	Orophocrinus saltensis		Syntype	MNA.N.207

Figura 9 - Objetos e informações técnicas

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

→

↻



Catalog No.

Other Number(s)

Scientific Name

Type Status

Original Publication

Locality

MNA.N.205

P2.205

Orophocrinus saltensis

Syntype

Macurda Jr, D.B., 1965. The functional morphology and stratigraphic distribution of the Mississippian blastoid genus Orophocrinus. Journal of Paleontology, pp.1045-1096.

MNA.LOC.289-0, Gila County, AZ, Paleozoic, , Redwall Limestone

Fonte: As informações e figuras coletadas são provenientes do site Digital Geology Collections - University of Arizona no dia 10 de dezembro de 2024.

2.5.4 Geological Digital Collection - University of Oxford

A Geological Digital Collection da Universidade de Oxford é uma plataforma online que disponibiliza o acesso digital a uma vasta coleção de litotecas geológicas e outros materiais científicos relacionados à geologia. Por meio do portal Digital Bodleian, a universidade promove a preservação das amostras e facilita a pesquisa online, oferecendo uma base de dados com informações sobre os itens. O site oferece uma variedade de recursos para pesquisadores e educadores, incluindo metadados otimizados, filtros de pesquisa e a possibilidade de download de imagens em alta resolução.

A Universidade de Oxford disponibiliza acesso digital às suas coleções geológicas por meio de sua biblioteca, promovendo a pesquisa online e a preservação das amostras. A plataforma foca na digitalização de litotecas e outros materiais científicos relacionados à geologia. Os utilizadores têm acesso a informações sobre os objetos, incluindo Shelfmark, Holding Institution, Description, Subject, Extent e Other Identifier. Apesar da riqueza de dados, a experiência de navegação ainda se assemelha a um catálogo digital, embora seja o mais funcional e bem estruturado dentre os sites aqui analisados.

A plataforma possui uma diversidade de peças que refletem as coleções das Bodleian Libraries. Desde o início das digitalizações na década de 1990, o portal Digital Bodleian consolidou-se como um recurso essencial para pesquisa e ensino.

Desde sua reformulação em 2020, a interface foi aprimorada para oferecer recursos como busca e filtros mais avançados, exibição otimizada de metadados detalhados no nível dos itens, possibilidade de download de imagens em alta resolução para uso em pesquisas não comerciais e ensino, além de uma curadoria para a entrega de conteúdos das bibliotecas e de seus parceiros.

O site se destaca como o mais moderno visualmente entre os analisados em termos de identidade visual, o que oferece uma experiência otimizada. Entre as funcionalidades disponíveis, estão o zoom para observação detalhada, uma escala de cores comparativa ao objeto e a inclusão de uma régua ao lado das amostras, além da possibilidade de download de todo o material disponível. Contudo, as imagens são limitadas a um único posicionamento, sem opções para visualização em diferentes ângulos - apesar da grande quantidade de fotos.

Figuras 10 e 11 - Catálogo

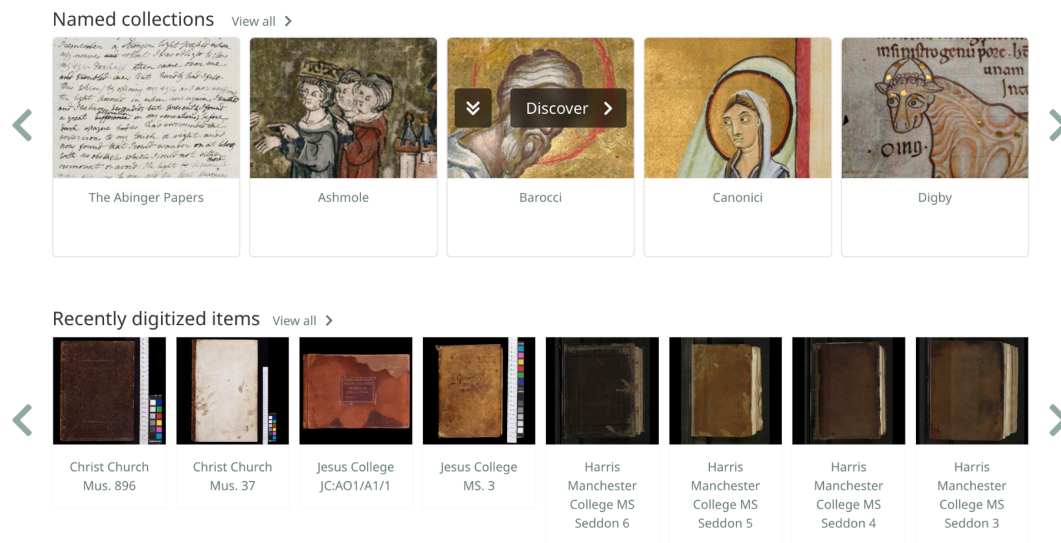


Figura 12 - Objetos

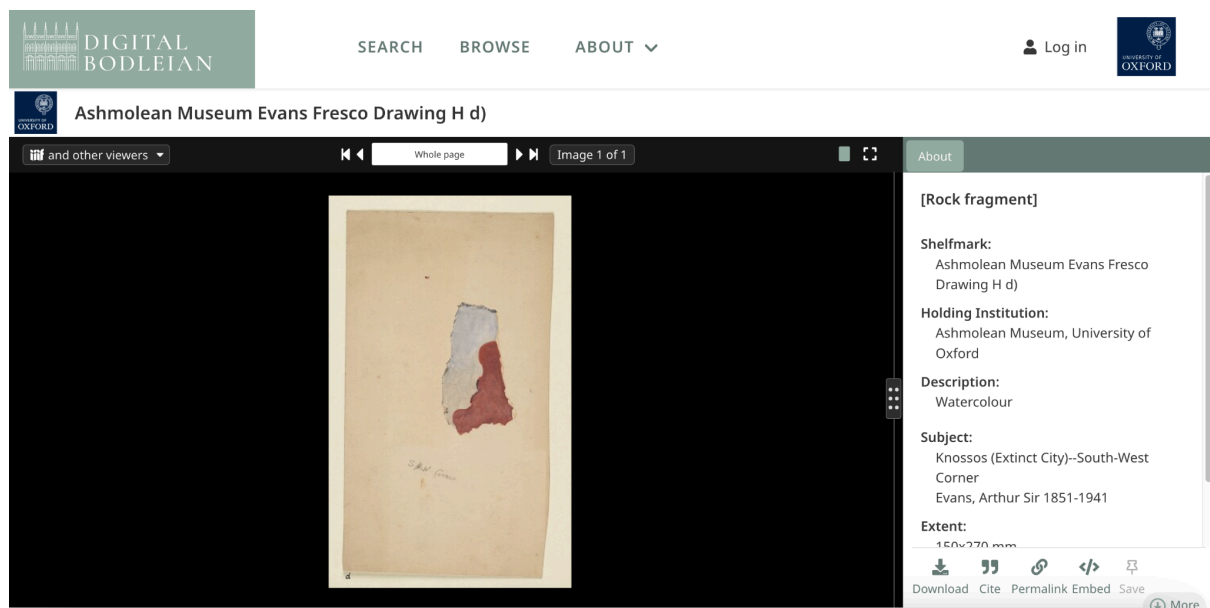
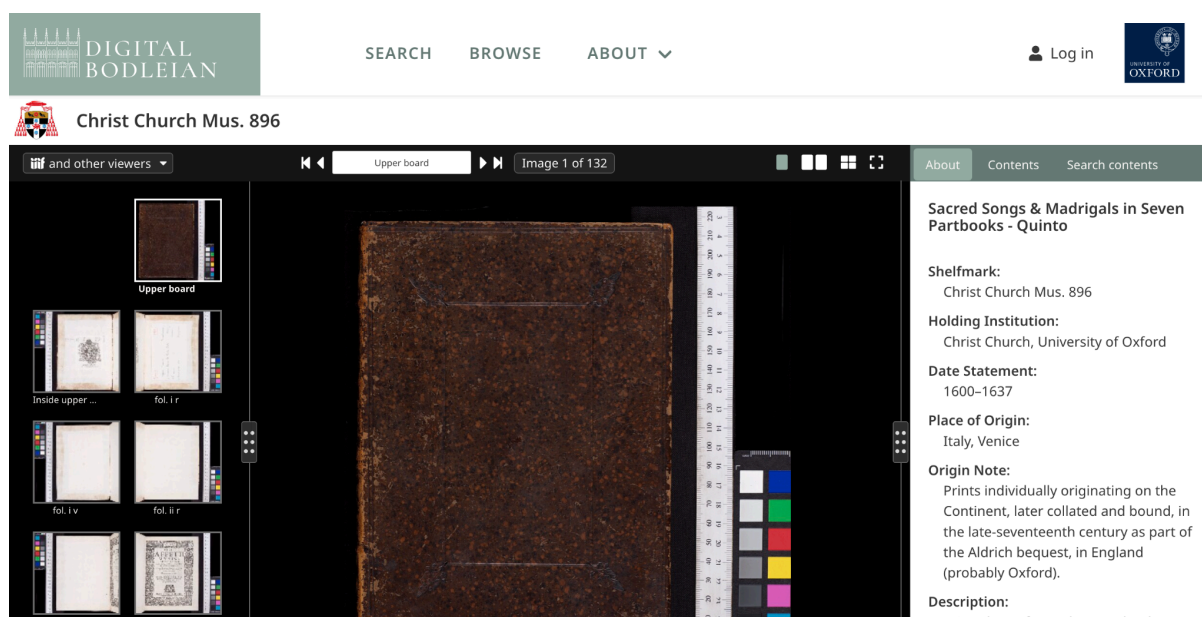


Figura 13 - Informações técnicas



Fonte: As informações e figuras coletadas são provenientes do site Geological Digital Collection - University of Oxford no dia 10 de dezembro de 2024.

2.5.5 Smithsonian National Museum of Natural History - Department of Mineral Sciences

O Smithsonian National Museum of Natural History - Department of Mineral Sciences oferece uma galeria geológica online que permite o acesso a uma coleção de rochas, minerais e meteoritos, com amostras apresentadas por meio de imagens e informações detalhadas. O site é focado em proporcionar uma experiência educativa, sendo uma plataforma para quem deseja conhecer a diversidade mineralógica e entender as características e origem de diversos exemplares.

A plataforma oferece informações como "Name", "Chemical Formula", e "Provenance" para cada amostra. No entanto, a funcionalidade de pesquisa é limitada, e a organização é feita apenas em ordem alfabética, o que pode tornar a localização de itens específicos mais desafiadora. Embora o site tenha filtros de pesquisa e possibilite a separação dos itens por localização, a variedade de informações sobre cada exemplar é restrita, o que pode limitar o aprofundamento dos utilizadores.

Em termos de tecnologia e interatividade, a plataforma se destaca pelo mapeamento interativo, que conecta os exemplares aos seus locais de origem, proporcionando uma maneira educativa e visualmente interessante de analisar a coleção. No entanto, as imagens não são padronizadas, tanto em termos de dimensões quanto de modelo, o que pode prejudicar a experiência

do utilizador. Além disso, embora o site ofereça a funcionalidade de zoom para visualização, ele não conta com outras ferramentas interativas para aumentar o envolvimento do utilizador de maneira mais dinâmica.

Já a acessibilidade é um aspecto a ser considerado, pois o site está disponível apenas em inglês, limitando seu alcance a uma comunidade internacional mais ampla.

Figura 14 - Catálogo

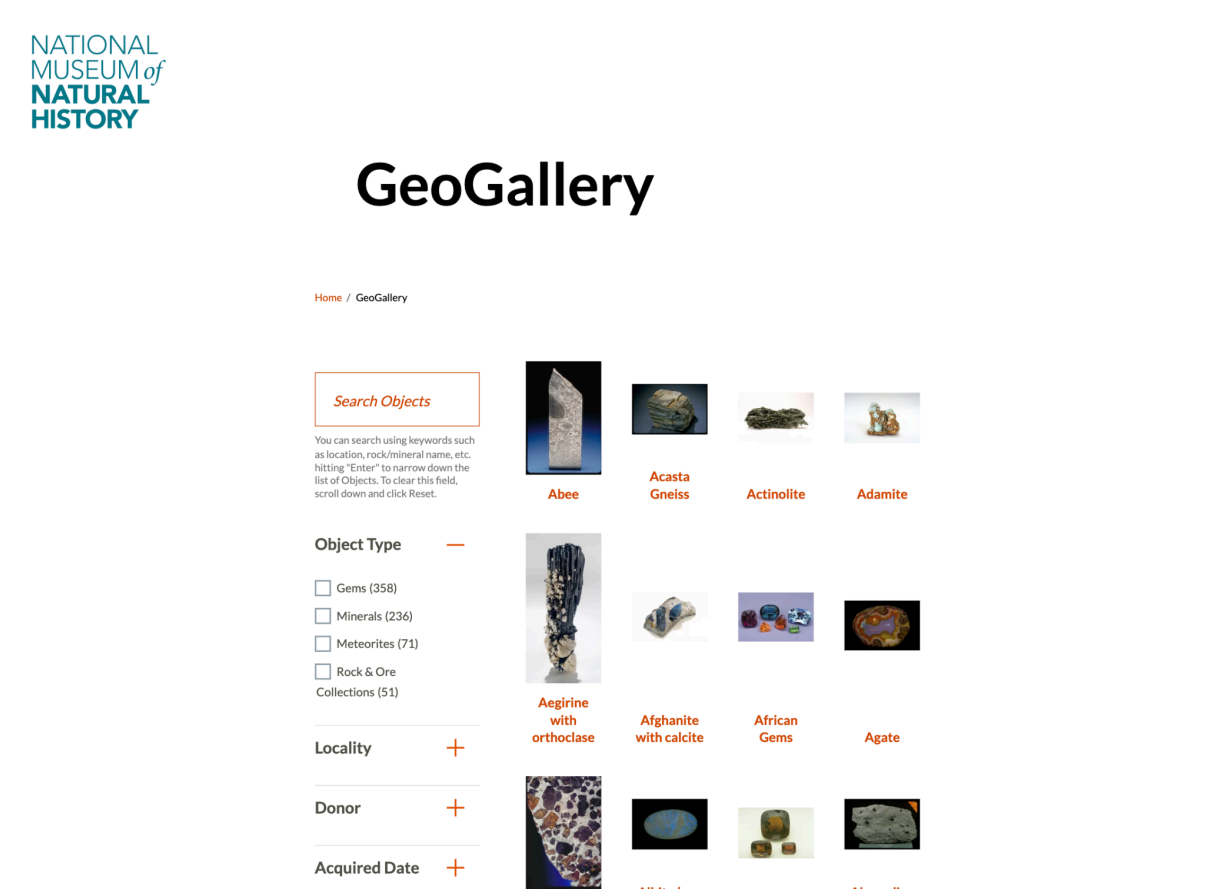


Figura 15 - Objetos e informações técnicas



Abee



Chip Clark

Specimen	Catalog Number	Locality	Weight
Abee	USNM 2096-1	Canada	2139.00 g

The abundance of metal flakes in these specimens is the hallmark of enstatite chondrites. Their iron is metal or sulfide none is combined with oxygen, showing that they formed in an oxygen poor environment. Later impacts produced Abee's fragmented texture.

[Return to GeoGallery](#)

Fonte: As informações e figuras coletadas são provenientes do site Smithsonian National Museum of Natural History - Department of Mineral Sciences no dia 10 de dezembro de 2024.

2.6 Análise de Referências Plataformas com Experiências Imersivas e/ou Interativas

2.6.1 The British Museum - Collection Online

O British Museum disponibiliza uma plataforma online interativa e bem estruturada, que oferece uma experiência imersiva e de fácil navegação através de suas diversas coleções. Embora o site esteja disponível apenas em inglês, o que pode limitar a acessibilidade para utilizadores de outras línguas, ele permite que os visitantes explorem virtualmente 60 galerias do museu. Dentre essas, duas galerias, dedicadas à *Oceania* e *Prints and Drawings*, foram especialmente criadas para o público online, o que amplia as opções de pesquisa.

A plataforma é bem organizada, com as coleções divididas por categorias como cultura, história e arte, tornando a busca por itens específicos mais eficiente. A colaboração com o Google

Arts & Culture permite tours virtuais e ainda mais interatividade. A plataforma oferece acesso a mais de 4 milhões de objetos, todos acompanhados por imagens em alta resolução e descrições detalhadas, o que é especialmente útil para pesquisadores e acadêmicos.

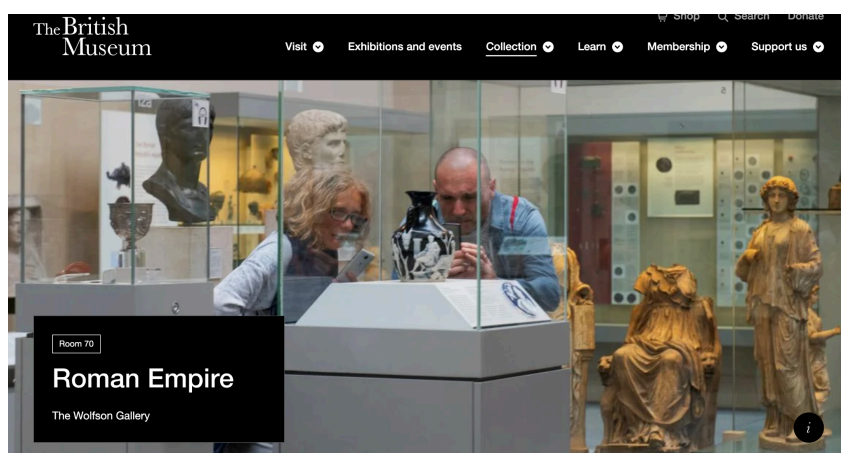
Em termos de tecnologia e interatividade, o site apresenta catálogos virtuais e tours interativos, mas, apesar da funcionalidade, a imersão não é total. Cada tour e catálogo ainda fornece links para localizar os mesmos objetos no museu físico, o que pode tornar a experiência ainda mais completa para quem deseja visitar pessoalmente. Além disso, o site oferece a opção de baixar imagens e informações técnicas dos itens, facilitando o uso acadêmico e a pesquisa.

O site também permite um alto nível de envolvimento do utilizador, com recursos como formulários para envio de feedback sobre os objetos, possibilitando a contribuição dos visitantes com informações adicionais ou correções. Caso as imagens disponíveis não sejam satisfatórias ou um item ainda não tenha uma imagem pública, os utilizadores também podem solicitar novas fotografias, tornando o site um ambiente dinâmico e colaborativo.

Figuras 16, 17 e 18 - Categorias

Museum highlights

			
Egyptian sculpture gallery Travel back through 3,000 years of history via our timeline and gallery. Discover the Rosetta Stone, Statue of Ramesses II and more.	Africa The Sainsbury Africa Galleries reveal the extraordinary cultural, artistic and historical diversity and complexity of the continent.	Sutton Hoo and Europe Spanning over 700 years, this Room traces the story of Europe from 300 AD. Visit Room 41	Roman Empire The objects in Room 70 illustrate the rise of Rome from a small town to an imperial capital. Visit Room 70



Highlights

1 / 2



The Portland Vase



The Warren Cup



Fonte: As informações e figuras coletadas são provenientes do site The British Museum - Collection Online no dia 10 de dezembro de 2024.

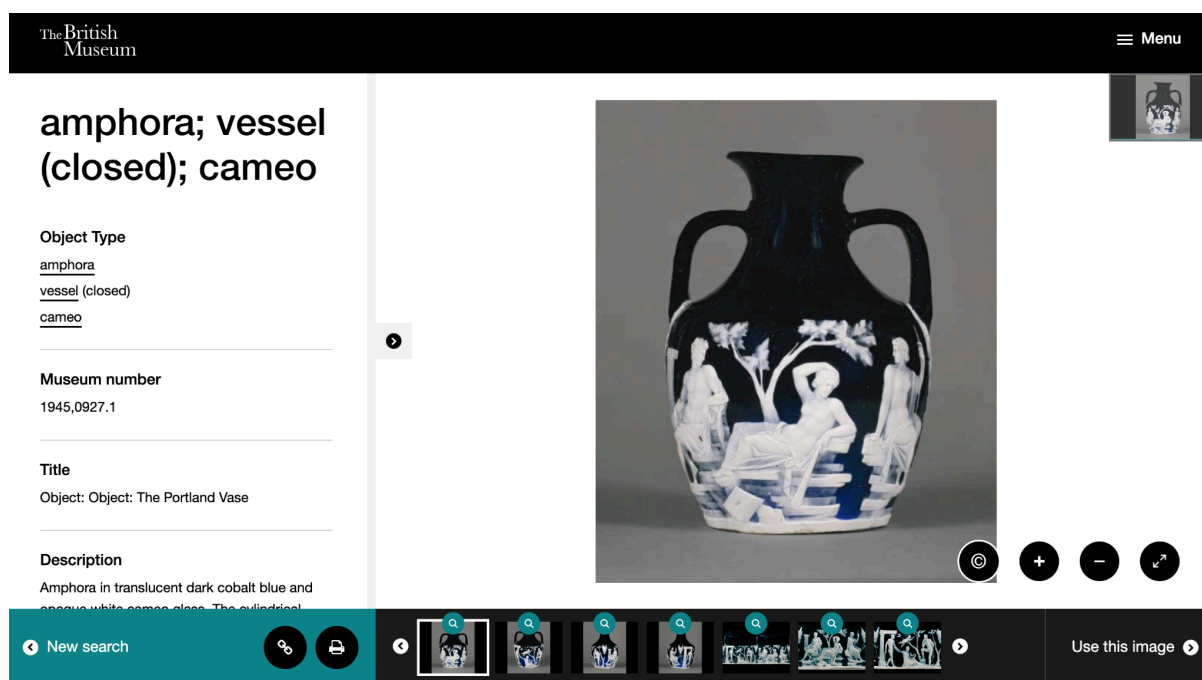
Figura 19 - Objetos



The Portland Vase, produced in Rome, dated AD 5–25

The scenes on the Portland Vase have been interpreted many times with a historical or a mythological slant. It's enough to say that the subject is clearly one of love and marriage with a mythological theme. It may have been made as a wedding gift. [Collection online](#)

Figura 20 - Informações técnicas



Fonte: As informações e figuras coletadas são provenientes do site The British Museum - Collection Online no dia 10 de dezembro de 2024.

2.6.2 The National Galleries

A National Gallery de Londres oferece uma experiência imersiva e interativa por meio da sua plataforma digital, com o suporte da Inteligência Artificial (IA) do Google, disponível no Google Arts & Culture. Essa ferramenta proporciona uma forma de explorar o acervo do museu, incluindo obras de arte mundialmente famosas.

Os utilizadores podem participar de um jogo interativo com imagens e sons para uma experiência personalizada, além de criar playlists musicais baseadas nas obras visualizadas. A plataforma é bastante moderna e intuitiva, mas está disponível apenas em inglês, o que pode limitar o acesso para um público não falante da língua.

O conteúdo do acervo digital é vasto, abrangendo uma variedade de obras de arte de diferentes períodos históricos, estilos e artistas. Para cada peça, as informações incluem dados como Descrição, Título, Criador, Dimensões Físicas, Tipo, Material, Escola, Biografia do Artista, Crédito de Aquisição, além de datas relevantes. Contudo, a exploração visual é limitada, pois o site não oferece

diferentes ângulos ou variações nas imagens das obras, o que restringe a visualização completa de algumas peças.

Figura 21 - Catálogo

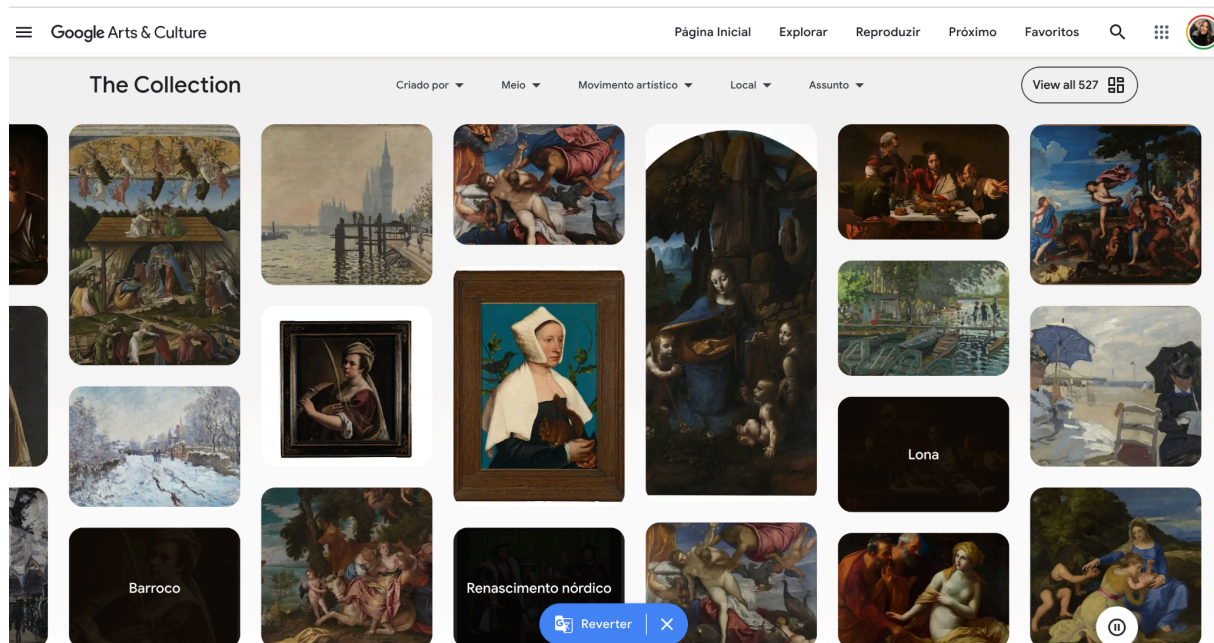


Figura 22 - Objetos

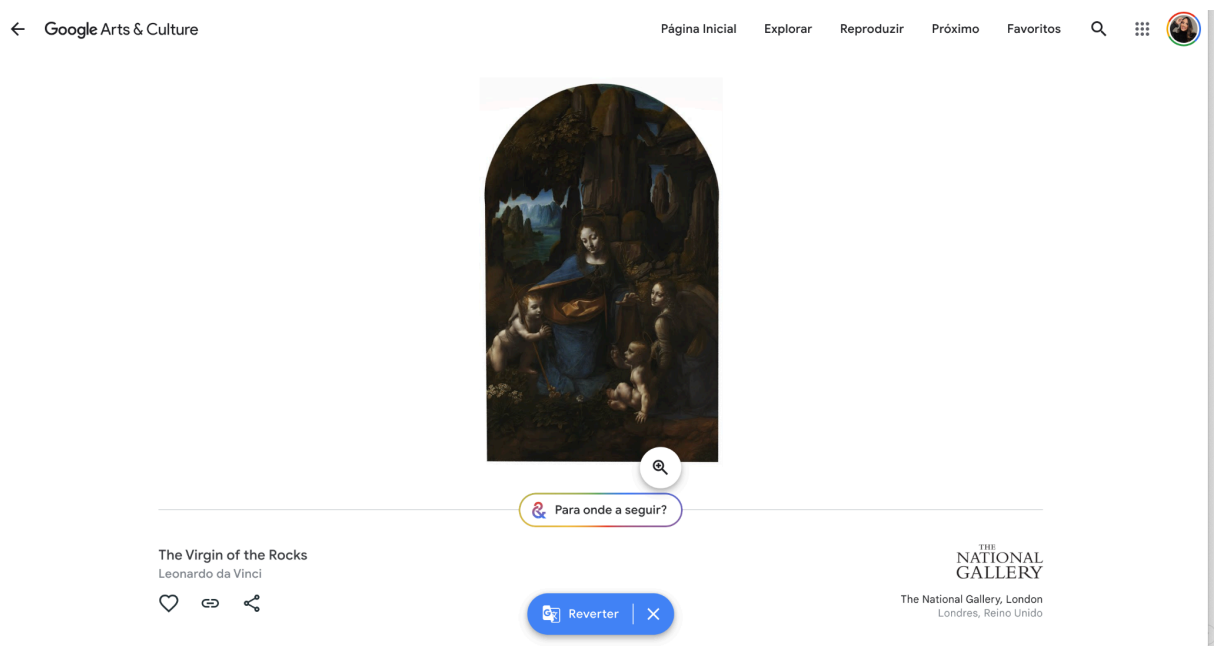


Figura 23 - Informações técnicas



Fonte: As informações e figuras coletadas são provenientes do site The National Galleries no dia 10 de dezembro de 2024.

2.6.3 Zara

Apesar de ser uma plataforma majoritariamente de roupas, o site da Zara também funciona para fins de referência, pois oferece uma experiência imersiva ao utilizador, com foco na acessibilidade, usabilidade e inovação. Como um e-commerce, ele se destaca mais pelos aspectos visuais e funcionais, que vão além da simples transação de produtos. A plataforma integra filtros e funções gráficas, com soluções inteligentes de pesquisa e navegação.

O design do site da Zara é clean e minimalista, o que facilita a navegação e é especialmente adequado ao seu público-alvo. O layout é intuitivo, com categorias bem definidas, proporcionando uma experiência fluida tanto em dispositivos móveis quanto desktop. O site segue as Heurísticas de Nielsen, especialmente no que diz respeito à prevenção de erros. As interações do utilizador são cuidadosamente projetadas para reduzir a chance de confusão ou ação indesejada, demonstrando a preocupação com a usabilidade e a facilidade de navegação.

O site da Zara organiza seu conteúdo de forma categórica e prática. Há seções específicas para mulheres, homens, crianças e outras categorias, como casa e beleza. Cada seção contém filtros adicionais para facilitar a busca por tipos específicos de roupas, como saias, vestidos, camisas, entre

outros, permitindo que o utilizador encontre rapidamente o que busca, aumentando a eficiência do processo de navegação.

Os utilizadores podem visualizar os produtos de diferentes ângulos, dar zoom nas imagens para mais detalhes e até conferir combinações de looks. A plataforma também se integra com ferramentas de inteligência artificial para sugestões de produtos baseadas no histórico de navegação e preferências do utilizador.

O site incentiva o envolvimento do utilizador ao permitir a criação de listas de desejos e a personalização da experiência de compra com base em preferências. A Zara também oferece opções de interação com os produtos, como a possibilidade de visualizar como os itens ficam em diferentes modelos ou em tamanhos variados.

Figura 24 - Catálogo

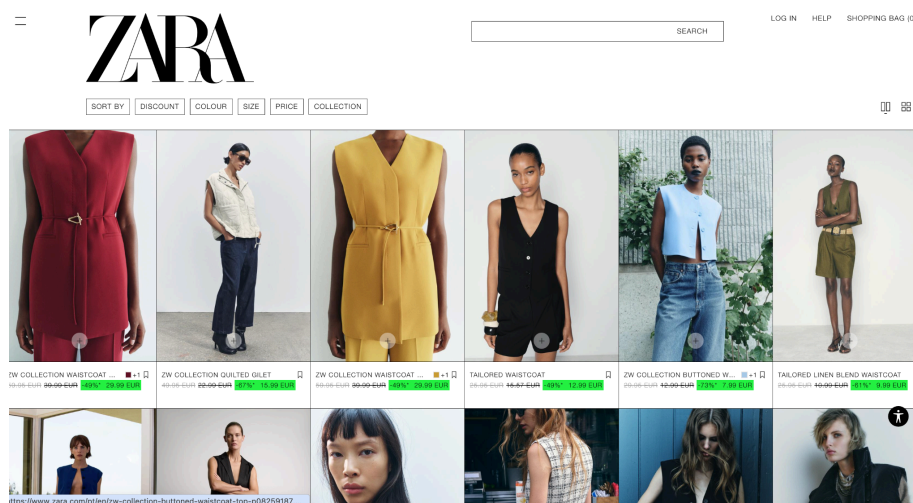
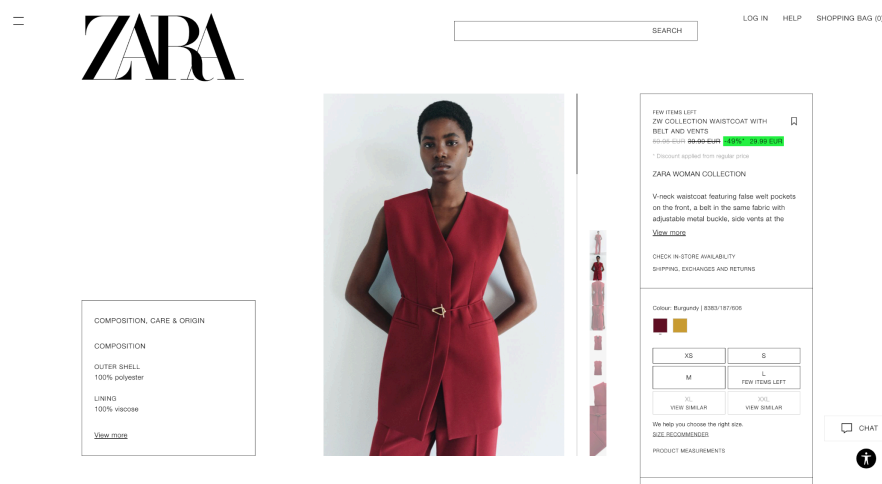


Figura 25 - Objeto e Informações técnicas



Fonte: As informações e figuras coletadas são provenientes do site Zara no dia 12 de janeiro de 2025.

2.7 Análise comparativa das Plataformas: Litotecas e Experiências Imersivas/Interativas

Com o intuito de realizar uma análise comparativa das diferentes plataformas de litotecas e experiências imersivas/interativas, além de avaliar sua qualidade e funcionalidade com base nos cinco critérios específicos pré-selecionados (acessibilidade e usabilidade, variedade de conteúdo, tecnologia e interatividade, envolvimento do utilizador e arquitetura da informação), todas as plataformas foram tabuladas com a intenção de fornecer uma visão clara sobre as plataformas em termos de suas características técnicas, facilidade de uso e qualidade do conteúdo oferecido. A pontuação atribuída a cada plataforma é baseada em uma escala de 1 a 5, onde 1 indica uma avaliação muito baixa e 5 representa uma avaliação muito alta. As pontuações intermediárias refletem uma avaliação condizente com a performance observada nos critérios avaliados.

A Tabela 1 compara as plataformas classificadas como litotecas. Já a Tabela 2 avalia as plataformas que oferecem experiências imersivas e/ou interativas. A primeira coluna “Nome da Plataforma” identifica os sistemas avaliados, enquanto a coluna “Tipo de Plataforma” classifica as plataformas em Litotecas ou Experiências Imersivas/Interativas. Todas as demais colunas referem-se aos cinco critérios específicos pré-selecionados.

Tabela 1 - Análise de Referências de Litotecas

Plataforma	Tipo de Plataforma	Acessibilidade e Usabilidade	Variedade de Conteúdo	Tecnologia e Interatividade	Envolvimento do Utilizador	Arquitetura da Informação
------------	--------------------	------------------------------	-----------------------	-----------------------------	----------------------------	---------------------------

Smithsonian Institution Collections Search Center	Litoteca	2	4	2	2	3
British Geological Survey (BGS) National Geological Repository	Litoteca	3	4	3	3	4
Digital Geology Collections - University of Arizona	Litoteca	2	3	2	2	3
Geological Digital Collection - University of Oxford	Litoteca	3	4	3	4	4
Smithsonian National Museum of Natural History – Department of Mineral Sciences	Litoteca	3	4	3	3	3

Fonte: Autoria própria, 2025.

A Smithsonian Institution Collections Search Center é uma plataforma com uma acessibilidade e usabilidade limitada (pontuação 2). A variedade de conteúdo é boa (pontuação 4) e a tecnologia e interatividade são reduzidas (pontuação 2), o que significa que o foco é disponibilizar uma coleção para consulta de forma direta. O envolvimento do utilizador é restrito, pontuação 2, refletindo a falta de recursos. A arquitetura da informação poderia ser mais intuitiva, resultando em uma pontuação média de 3.

British Geological Survey (BGS) National Geological Repository possui uma acessibilidade razoável, o que justifica a pontuação de 3. A tecnologia e interatividade é um pouco mais avançada que o anterior, com a pontuação 3, refletindo a integração de recursos geológicos e ferramentas de pesquisa. A plataforma oferece uma boa variedade de conteúdo e uma arquitetura da informação clara, com pontuação de 4 em ambas as categorias.

Na Digital Geology Collections - University of Arizona, a acessibilidade e usabilidade precisam de melhorias (pontuação 2). Além disso, a plataforma apresenta uma variedade de conteúdo moderado (pontuação 3). A tecnologia e interatividade são limitadas, refletindo a natureza de uma litoteca digital (pontuação 2). O envolvimento do utilizador é restrito, com classificação 2, devido à ausência de elementos envolvidos. A arquitetura da informação é razoável, classificação 3.

Na Geological Digital Collection - University of Oxford, a acessibilidade e usabilidade poderiam ser aprimoradas, mantendo-se em uma pontuação de 3. O conteúdo é de alta qualidade e bem organizado, resultando em uma pontuação de 4 para a variedade de conteúdo. A tecnologia e interatividade são boas, com pontuação 3. O envolvimento do utilizador é bom, com classificação 4, devido à oferta de recursos bem específicos. A arquitetura da informação também obteve uma pontuação de 4.

Já o Smithsonian National Museum of Natural History - Department of Mineral Sciences apresenta uma plataforma com a acessibilidade e usabilidade abaixo do esperado, com pontuação 2. O conteúdo científico é altamente relevante e interessante, recebendo pontuação 4. A tecnologia e interatividade são limitadas (pontuação 2). O envolvimento do utilizador é moderado, com pontuação 3, considerando o foco no acesso ao conteúdo científico. A arquitetura da informação é funcional, mas não extraordinária, classificação 3.

Tabela 2 - Análise de Referências de Plataformas com Experiências Imersivas e/ou Interativas

Plataforma	Tipo de Plataforma	Acessibilidade e Usabilidade	Variedade de Conteúdo	Tecnologia e Interatividade	Envolvimento do Utilizador	Arquitetura da Informação
The British Museum - Collection Online	Experiência Imersiva	4	5	4	4	4
The National Galleries	Experiência Imersiva	4	4	4	4	4
Zara	Experiência Interativa	5	3	5	5	4

Fonte: Autoria própria, 2025.

A acessibilidade e usabilidade do The British Museum - Collection Online poderiam ser mais inclusivas, pontuando 3. A variedade de conteúdo se destaca, recebendo classificação 4. A tecnologia e interatividade são excelentes, com pontuação 4, permitindo a exploração da coleção. O envolvimento do utilizador é alto, com classificação 4, devido à experiência imersiva fornecida. A arquitetura da informação também é bem estruturada, com classificação 4.

O The National Galleries oferece uma experiência equilibrada, com acessibilidade e usabilidade com classificação 3. O conteúdo é diversificado e bem desenvolvido (pontuação 4). A tecnologia e interatividade são boas, com classificação 3. O envolvimento do utilizador é elevado, pontuando 4, com ótimos recursos. A arquitetura da informação é clara e acessível, também classificação 4.

A Zara, embora não seja uma plataforma acadêmica, utiliza tecnologia interativa moderna, recebendo uma pontuação de 4 na acessibilidade. A variedade de conteúdo é ampla e diversificada, também pontuando 4. A tecnologia e interatividade são modernas e diferenciadas, com pontuação 4. O envolvimento do utilizador é excelente, com pontuação 5, destacando-se pelo uso de interatividade e personalização. A arquitetura da informação é bem desenvolvida, com a mesma classificação 4.

2.8 Impacto Educacional e Científico

A digitalização de acervos contribui para a educação e a ciência, conforme descrito por Bischoff e Fountain (2019). Plataformas digitais ampliam o acesso a materiais, permitindo que estudantes, educadores e pesquisadores interajam com amostras sem as limitações impostas pelo espaço físico. Além disso, tais acervos podem fomentar colaborações interdisciplinares em diversas áreas do conhecimento.

Os principais desafios incluem altos custos de digitalização, manutenção de infraestrutura e questões éticas relacionadas à propriedade intelectual. No entanto, o uso de tecnologias emergentes, como aprendizado de máquina, simplifica a organização e análise de dados complexos. Ray (2016) destaca que as futuras plataformas digitais deverão integrar ainda mais tecnologias imersivas para enriquecer as experiências do utilizador. Tal método é relevante, pois o uso de tecnologia na litoteca vai além da simples digitalização.

A litoteca digitalizada terá implicações amplas no ensino e na investigação. Ao eliminar as limitações impostas pelo espaço físico e pela localização geográfica, tornará os recursos disponíveis para um público global, fomentando colaborações acadêmicas e parcerias científicas internacionais. Adicionalmente, ao documentar digitalmente cada amostra, o projeto proposto por esta dissertação assegura um registo permanente do acervo, garantindo a continuidade do legado científico da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, caso optem por dar sequência ao projeto ilustrativo aqui apresentado.

A criação de uma plataforma acessível, interativa e cientificamente rica transformará a forma como estudantes e investigadores interagem com os materiais científicos de uma litoteca, posicionando a Universidade do Porto como uma referência na digitalização de patrimônios académicos. Assim, a digitalização da litoteca representa um compromisso com a preservação, a inovação e a democratização do conhecimento, contribuindo de forma decisiva para o avanço da ciência e da educação no século XXI.

3. Contexto: A Litoteca da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

A Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) abriga uma litoteca científica que se configura como um acervo especializado de uma coleção representativa de amostras geológicas e se constitui um dos principais acervos científicos da instituição. Segundo o que foi constatado durante uma visita pessoal ao acervo em Novembro de 2024, o ambiente é composto por minerais, rochas sedimentares, metamórficas, magmáticas e cristais, que foram encontrados ao longo de décadas e cuidadosamente preservados para fins académicos e de pesquisa. Para além de um repositório físico, a litoteca representa um património científico de grande valor para a faculdade e em nível nacional e internacional, pois contribui para a formação de estudantes, fomenta a pesquisa científica e colabora com o avanço do conhecimento na área das ciências da Terra. A seguir, são apresentados aspectos fundamentais relacionados à organização, importância e limitações do acesso a este acervo.

3.1 Organização e armazenamento

A organização e o armazenamento das amostras na litoteca da FCUP são realizados com rigor e atenção minuciosa aos detalhes, garantindo a preservação do material e o acesso para diferentes públicos. Embora o espaço físico disponível seja relativamente reduzido (Figura 26), ele é otimamente aproveitado por meio de diversos armários, cujas amostras são cuidadosamente armazenadas. Cada armário é devidamente catalogado segundo critérios científicos rigorosos, assim como cada gaveta que o compõe. Em média, cada gaveta contém cerca de quatro amostras, cada uma delas catalogada individualmente (Figura 27).

Figura 26 - Litoteca física da FCUP



Parte do espaço da litoteca com os armários devidamente catalogados e as gavetas organizadas. Fonte: Autoria própria,

Figura 27 - Gaveta da litoteca física da FCUP



Gaveta contendo amostras separadas e catalogadas individualmente. Fonte: Autoria própria, 2024.

Abaixo de cada amostra, encontra-se um cartão informativo que reúne dados essenciais para a pesquisa, incluindo a procedência da peça, suas propriedades físicas e químicas, além do histórico de estudos realizados. Essa documentação é fundamental para garantir a confiabilidade e o valor científico do acervo.

O armazenamento físico das amostras é realizado em compartimentos específicos que oferecem proteção contra fatores ambientais, tais como variações de temperatura, umidade, exposição à luz e contaminação. As rochas e minerais são organizadas de forma a facilitar tanto o acesso quanto o transporte seguro das peças.

Além disso, a litoteca adota procedimentos rigorosos para minimizar o desgaste causado pelos problemas frequentes. Isso inclui o uso de equipamentos de proteção e a aplicação de protocolos específicos para a manipulação das amostras. O acesso ao acervo é supervisionado por um profissional responsável, que acompanha e orienta estudantes e pesquisadores durante uma consulta, que deve ser previamente agendada para garantir a organização e a segurança do material.

A manutenção da litoteca é realizada também pela atualização dos registros e a incorporação de novas amostras, provenientes de pesquisas de campo, doações ou aquisições. Esse processo garante que o acervo permaneça atualizado, acompanhando as mudanças e avanços na área geológica.

3.2 Importância do acervo para ensino e pesquisa

O acervo da litoteca da FCUP desempenha um papel central no ensino das ciências da Terra, sendo um importante recurso para a formação prática dos estudantes. A possibilidade de observar e manipular amostras reais permite que os alunos desenvolvam competências como a identificação mineralógica, a análise petrográfica e a compreensão dos processos geológicos que deram origem às rochas e minerais, complementando o ensino teórico com essa experiência.

Além do ensino, a litoteca é fundamental para a pesquisa científica. Pesquisadores utilizam amostras para realizar diferentes estudos. O acesso a um acervo diversificado e bem documentado possibilita a realização de comparações, a validação de hipóteses e a geração de novos conhecimentos. A litoteca também serve como base para projetos interdisciplinares e colaborações internacionais, ampliando o impacto científico da FCUP.

Outro aspecto importante é o papel do acervo na preservação do patrimônio geológico. Muitas amostras representam registros que podem estar ameaçadas pela exploração ou pela manipulação ambiental. Ao conservar essas amostras, a litoteca contribui para a salvaguarda desse patrimônio para que ele esteja disponível para as futuras gerações de cientistas e estudantes.

3.3 Limitações atuais de acesso

Apesar da sua importância, o acesso ao acervo da litoteca da FCUP possui especificidades que restringem o seu uso e impacto potencial. A principal barreira é a necessidade de presença física para consultar e manipular as amostras, o que limita o acesso a utilizadores que possam deslocar-se até uma instituição. Essa restrição é significativa para pesquisadores e estudantes que residem em outras regiões de Portugal ou no exterior, dificultando a participação em projetos e o aproveitamento de pleno acervo.

Além disso, o espaço físico da litoteca é limitado, o que impõe restrições quanto ao número de utilizadores simultâneos e ao horário de funcionamento. Essas condições geram agendamento prévio e limitações no tempo disponível para consulta, impactando qualidades na experiência do utilizador e na produtividade académica.

Outro desafio importante é o risco de desgaste e danos às amostras devido ao fato frequente. A manipulação física, embora necessária, pode comprometer a integridade das peças, especialmente aquelas mais frágeis ou raras, criando um dilema entre a disponibilização do material e sua conservação.

Adicionalmente, a ausência de recursos digitais que permitam a visualização e consulta remota das amostras dificulta a democratização do acesso ao conhecimento geológico. A falta de uma plataforma digital impede que os utilizadores explorem o acervo de forma interativa e acessível, limitando o alcance do patrimônio científico da litoteca.

Essas limitações evidenciam a necessidade de modernização e digitalização do acervo, com o objetivo de ampliar o acesso, preservar o material físico e proporcionar uma experiência mais inclusiva para os utilizadores. A digitalização, aliada ao desenvolvimento de plataformas digitais interativas, surge como uma solução capaz de superar barreiras geográficas, temporais e físicas, promovendo a democratização do conhecimento e o fortalecimento da pesquisa e do ensino na área das ciências da Terra.

4. Metodologia

Este capítulo descreve a metodologia definida para o desenvolvimento e avaliação do protótipo da plataforma digital para a litoteca da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. A investigação foi estruturada para compreender as percepções dos utilizadores sobre o acesso físico ao acervo, bem como para avaliar a usabilidade, facilidade e experiência com o protótipo digital. A seguir, são apresentados o desenho da investigação, os instrumentos de coleta de dados, a amostra participante, os métodos de análise e as limitações metodológicas.

4.1 Percurso metodológico

O estudo foi realizado por meio de três fases fundamentais. A primeira consistiu em uma revisão bibliográfica e análise do estado da arte, que permitiram identificar tendências, limitações e boas práticas em digitalização de acervos, design de interfaces digitais e experiência do utilizador. Na

segunda fase, foi concebido e implementado, de forma ilustrativa e sem parceria direta com a FCUP e a litoteca, o protótipo funcional da plataforma, contemplando etapas da elaboração do fluxo de navegação (workflow), criação de wireframes e desenvolvimento do design visual para a prototipagem interativa.

Na terceira fase, por sua vez, realizou-se uma investigação empírica por meio da aplicação de um questionário dividido em blocos, com o objetivo de recolher dados que permitissem avaliar a experiência dos participantes em duas condições distintas: acesso físico à litoteca e interação com o protótipo digital. Este questionário foi elaborado para captar percepções, dificuldades, níveis de satisfação e sugestões dos utilizadores em ambos os contextos, possibilitando uma análise comparativa do impacto da digitalização no acesso ao acervo.

4.2 Instrumentos de recolha de dados

Para a coleta de dados, foi elaborado um questionário estruturado dividido em blocos temáticos (Apêndice A), aplicado em diferentes momentos da pesquisa, com o objetivo de captar as percepções e experiências dos utilizadores. Essa opção metodológica visou garantir maior comparabilidade das respostas, permitindo analisar tanto a experiência dos participantes com o acesso físico à litoteca quanto a sua interação com o protótipo digital.

4.2.1 Bloco 1 - Perfil académico e profissional

O primeiro bloco teve como objetivo coletar informações de enquadramento sobre os participantes, tais como sua formação académica, área de atuação profissional e se a pessoa habita em Portugal. Caso habite em outro país, inserimos a opção “Outra” para que o participante pudesse responder o seu local de residência.

Ressalta-se que não foi solicitada qualquer identificação pessoal, garantindo o anonimato e a confidencialidade dos respondentes. Uma vez que os participantes não precisavam se identificar, era mais fácil que eles respondessem de forma mais sincera e espontânea, facilitando a obtenção de dados confiáveis. Dessa forma, foi possível identificar padrões de percepção associados a diferentes perfis de utilizadores, o que garante maior consistência na interpretação dos resultados.

4.2.2 Bloco 2 - Experiência com o acesso físico à litoteca

O segundo bloco concentrou-se na experiência dos participantes com o acesso físico ao acervo da litoteca, buscando compreender as percepções e dificuldades enfrentadas no uso presencial

do espaço. Para isso, foram incluídas 5 questões considerando a facilidade ou dificuldade de acesso ao acervo, as limitações impostas, as restrições logísticas relacionadas à localização e dentro das amostras, a relevância das peças disponíveis, bem como a organização e catalogação do acervo.

O bloco foi estruturado com quatro perguntas fechadas, utilizando uma escala Likert de 1 a 5 para mensurar o grau de concordância ou satisfação dos participantes em relação às questões avaliadas, conforme a seguinte escala: 1 = Discordo totalmente; 2 = Discordo parcialmente; 3 = Neutro/Indiferente; 4 = Concordo parcialmente; 5 = Concordo totalmente. Além disso, foi incluída uma pergunta aberta que possibilitou aos entrevistados expressar abertamente suas opiniões quanto às dificuldades ou limitações que ele percebe ao acessar fisicamente a litoteca. Todas as perguntas deste bloco foram de caráter obrigatório.

4.2.3 Bloco 3 - Interação com o protótipo digital

O terceiro bloco, por sua vez, foi aplicado após os participantes acessarem o protótipo digital desenvolvido e o explorarem, com o objetivo de avaliar a experiência fornecida pela plataforma. As 5 questões abordadas foram aspectos como usabilidade, clareza da interface, navegabilidade, acessibilidade e qualidade da interação oferecida pelo recurso. Além disso, buscou-se captar as percepções dos utilizadores sobre as potencialidades do protótipo no que diz respeito ao acesso das amostras do acervo e à democratização do conhecimento geológico.

A estrutura do bloco incluía quatro perguntas fechadas, aplicando novamente a escala Likert de 1 a 5 para mensurar o grau de concordância ou satisfação dos participantes, além de uma pergunta aberta que possibilitou a expressão livre de opiniões, sugestões e comentários sobre o protótipo. Todas as cinco perguntas desse bloco também foram de caráter obrigatório.

4.3 Amostra (participantes: estudantes, professores, investigadores)

A amostra deste estudo foi composta por 16 participantes selecionados intencionalmente, com o objetivo de obter diferentes perfis acadêmicos e profissionais relacionados às áreas de multimídia e geografia, que são centrais para o desenvolvimento e avaliação do protótipo digital da litoteca. Buscou-se incluir estudantes de graduação e pós-graduação, professores e investigadores, garantindo uma diversidade de perspectivas e experiências que enriqueceram a análise dos dados.

Sobretudo pelo primeiro bloco do questionário, os participantes foram orientados a responder com atenção e honestidade, garantindo o anonimato e a confidencialidade das informações fornecidas. A participação foi voluntária e não remunerada, tendo como critério de inclusão o interesse e a disponibilidade em interagir com o protótipo e responder ao questionário.

4.4 Métodos de análise de dados (estatística descritiva e comparativa)

Os dados coletados foram analisados utilizando métodos quantitativos e qualitativos complementares. Para as perguntas fechadas, o objetivo foi identificar tendências gerais e padrões de resposta entre os diferentes grupos de participantes. Além disso, foram realizadas análises comparativas entre as respostas referentes ao acesso físico e à experiência digital, possibilitando avaliar diferenças significativas e a eficácia do protótipo.

As respostas abertas foram submetidas a uma análise qualitativa de conteúdo, buscando identificar temas recorrentes, sugestões e percepções que enriquecessem a compreensão dos resultados quantitativos e oferecessem sugestões para melhorias futuras.

4.5 Limitações metodológicas

Entre as principais limitações metodológicas, destaca-se, principalmente, o tamanho reduzido da amostra, que não permite generalizações para toda a comunidade acadêmica ou científica. A realização do questionário, que envolveu a análise dos três blocos e a interação com o protótipo digital, exigiria um tempo estimado de 30 a 35 minutos dos participantes. Para respeitar esse limite de tempo e minimizar a fadiga dos respondentes, o instrumento foi elaborado com um número restrito de perguntas e participantes, focando exclusivamente em itens essenciais para a obtenção de dados para a presente pesquisa.

Apesar dessa estratégia, regula-se que a amostra pode não ser representativa de toda a comunidade acadêmica ou profissional interessado no tema, e que a profundidade das respostas pode ter sido limitada pela brevidade do instrumento. Além disso, a avaliação do protótipo digital se baseia em uma experiência pontual, o que pode não refletir o uso prolongado ou em contextos variados.

Essas limitações devem ser consideradas na interpretação dos resultados e na generalização das conclusões.

Além disso, o questionário foi desenhado para respeitar o tempo disponível dos participantes, o que implicou a formulação de um número reduzido de perguntas. Considerando a necessidade de análise do bloco 1 (perfil), do bloco 2 (percepções iniciais), da interação com o protótipo digital e do bloco 3 (avaliação do protótipo), optou-se por uma estrutura objetiva e concisa.

Outro ponto relevante que deve ser mencionado é que, por se tratar de um trabalho de caráter ilustrativo e baseado na concepção do autor, não houve contato direto com a Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Dessa forma, algumas informações específicas da litoteca podem não ter sido plenamente acessadas, o que representa uma limitação adicional da pesquisa.

5. Desenvolvimento do Protótipo

O processo de desenvolvimento do protótipo ilustrativo digital da litoteca científica foi concebido de forma sistemática com metodologias de design centrado no utilizador, princípios de comunicação multimídia e representou uma etapa fundamental para a concretização dos objetivos deste estudo, que visa a democratização do acesso ao acervo geológico por meio de uma plataforma digital intuitiva, acessível e técnica robusta.

Portanto, este capítulo descreve o processo de criação do protótipo, desde a concepção inicial até a implementação dos elementos visuais e funcionais, destacando as decisões de design, as ferramentas utilizadas e as estratégias empregadas para garantir a qualidade da experiência do utilizador.

5.1 Concepção inicial

A concepção inicial do protótipo foi fundamentada em uma análise das referências de boas práticas identificadas por meio da revisão bibliográfica, com base nos cinco critérios, incluindo acessibilidade e usabilidade, variedade de conteúdo, tecnologia e interatividade e envolvimento do utilizador; e levantamento das limitações do acesso físico ao acervo. O objetivo principal foi desenvolver uma solução que superasse as barreiras logísticas do modelo presencial de uma litoteca científica, oferecendo uma interface que facilitasse a exploração, o aprendizado e a pesquisa em uma proposta de imersão.

Esse processo também possibilitou reconhecer elementos que poderiam ser adaptados à litoteca, tais como a utilização de modelos 3D interativos, a associação de mapas georreferenciados para contextualizar as amostras e a integração de recursos multimídia complementares.

Além disso, o desenvolvimento do protótipo foi inspirado na visita à litoteca da FCUP realizada em Novembro de 2024, ocasião em que observei o espaço físico e pude identificar suas potencialidades de utilização, como também compreender de que forma poderia servir como exemplo ilustrativo desse projeto. As percepções obtidas nessa visita, somada às possibilidades vislumbradas para a digitalização e à análise crítica de boas práticas, forneceram subsídios para a concepção do protótipo. Como parte desse processo, também foram utilizadas fotografias do espaço (Apêndice E), a fim de enriquecer a representação e apoiar as escolhas projetuais.

Para isso, foi elaborado um planejamento estruturado que atualiza a jornada do utilizador, a organização do conteúdo e a priorização das funcionalidades essenciais. A concepção inicial também levou em conta princípios de design centrado no utilizador (user-centered design), garantindo que as decisões fossem orientadas pelas expectativas e capacidades dos futuros utilizadores.

Nesta fase inicial, também foram elaborados esboços manuais em papel, que funcionaram como protótipos de baixa fidelidade. Esses desenhos permitiram testar de forma preliminar a lógica de organização da informação e o fluxo de interação.

5.1.1 Workflow

O workflow, ou fluxo de trabalho, representa uma estrutura que orienta a navegação do utilizador dentro da plataforma, definindo os caminhos e interações possíveis para garantir uma melhor experiência. Para o desenvolvimento deste fluxo, foi utilizada a ferramenta MindMeister, que possibilitou a criação de um mapa mental, facilitando a visualização e o ajuste das etapas do percurso do utilizador.

Partindo da página inicial (figura 28)¹, o utilizador encontra uma página de boas-vindas, contendo uma breve introdução à litoteca, sua finalidade pedagógica e científica. A seguir, foi realizada a visão geral das páginas da litoteca, como menus, estruturação da interface, fluxo das amostras, dentre outras.

O percurso do utilizador foi mapeado considerando as principais tarefas esperadas, como realizar buscas específicas por amostras, navegar por categorias temáticas, visualizar detalhes técnicos e visualizações das amostras, explorar conteúdos multimídia associados e interagir com recursos adicionais, como zoom e pop-ups informativos.

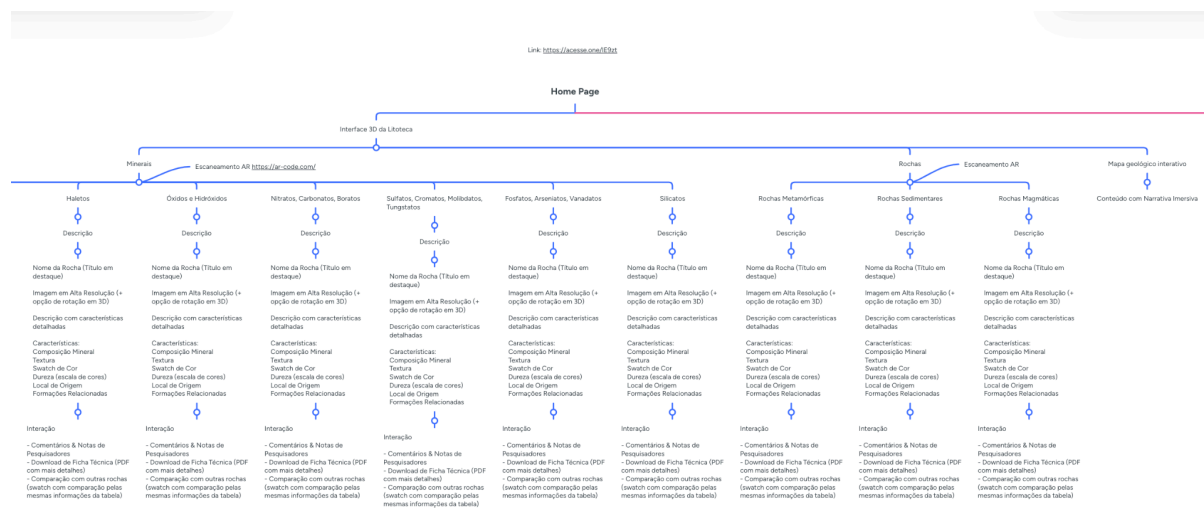
Além disso, o fluxo de trabalho foi produzido de forma a permitir que, a qualquer momento, o utilizador possa acessar novas amostras do acervo, garantindo que a plataforma seja escalável e flexível para a inclusão de novos conteúdos. Essa característica é fundamental para garantir que o sistema possa crescer sem comprometer a usabilidade, permitindo que novas amostras sejam facilmente integradas e acessadas sem a necessidade de reestruturações complexas.

A estrutura do fluxo foi projetada para ser linear e intuitiva, minimizando a necessidade de múltiplos cliques e evitando caminhos redundantes que possam causar confusão ou frustração. Por exemplo, a partir da página inicial, o utilizador pode optar por uma busca direta ou navegar pelas categorias, com a possibilidade de retornar facilmente às etapas anteriores por meio de botões de navegação fixos.

O workflow foi pensado prioritariamente para o ambiente desktop, considerando que a maioria dos utilizadores acessaria a plataforma em computadores, onde a visualização das amostras e a manipulação dos recursos interativos são mais confortáveis e precisas. O desktop oferece maior espaço de tela, permitindo a disposição simultânea de múltiplos painéis, menus e elementos visuais, o que é fundamental para a exploração do acervo geológico. Além disso, a interação via mouse e teclado possibilita o uso de buscas e recursos de zoom e interações, que são essenciais para a análise das amostras.

Figura 28 - Workflow no MindMeister

¹A versão integral e em alta qualidade do workflow encontra-se disponível no Apêndice B deste trabalho.



Representação do workflow na ferramenta MindMeister. Fonte: Autoria própria, 2025.

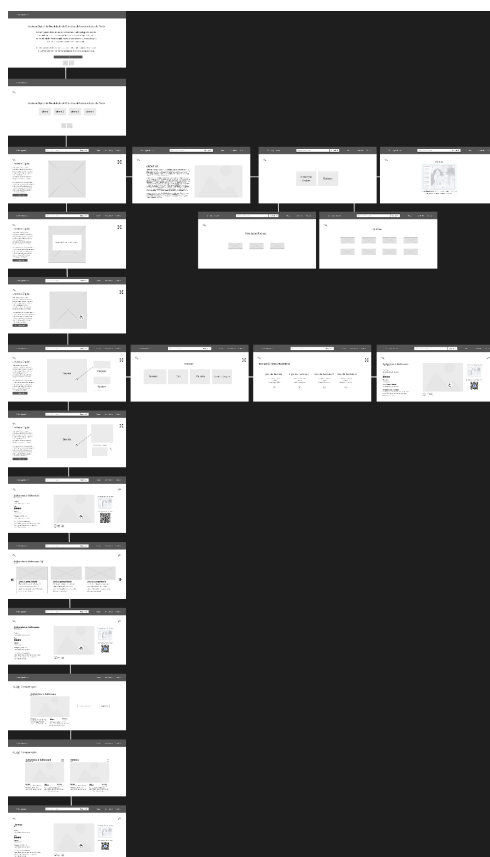
5.1.2 Wireframes

Após a definição do fluxo de trabalho, a etapa subsequente no desenvolvimento do protótipo consistiu na criação de wireframes, que são representações esquemáticas da interface do utilizador, focadas na organização estrutural dos elementos e na apresentação da informação, sem a orientação inicial com aspectos visuais. Para essa fase, optou-se pela utilização da ferramenta Figma, reconhecida por suas características e recursos para design de interfaces digitais.

O Figma permitiu a elaboração de wireframes de baixa fidelidade seguindo o que havia sido representado pelo workflow (figura 29)², que funcionavam como um esqueleto visual da plataforma, definindo a disposição dos componentes principais, como menus, áreas de conteúdo, botões de ação e campos de busca. Essa representação inicial validou a estrutura da interface para que o percurso do utilizador mapeado no fluxo de trabalho pudesse ser implementado de forma mais clara possível.

Figura 29 - Wireframes no Figma

² A versão integral e em alta qualidade dos wireframes encontra-se disponível no Apêndice C deste trabalho.



Representação dos wireframes na ferramenta Figma. Fonte: Autoria própria, 2025.

A figura 30 ilustra o wireframe da página inicial da litoteca, que foi projetada para servir como ponto de partida para os utilizadores. Nesta tela, a estrutura de navegação está organizada de forma a iniciar o acesso na ferramenta digital, sem a distração de muitos cliques que levem para outras páginas. O layout prioriza a simplicidade e a clareza, com menus posicionados estrategicamente para garantir que o utilizador possa identificar rapidamente as opções disponíveis.

Figura 30 - Wireframes da Página Inicial

Litoteca Digital da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Botão

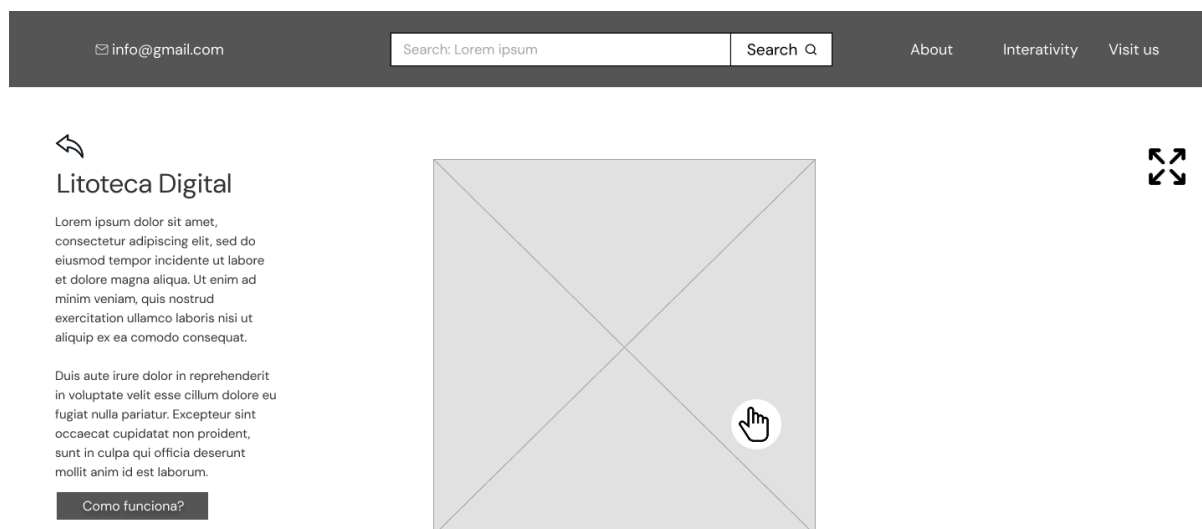
Wireframe da página inicial da litoteca, apresentando a estrutura de navegação. Fonte: Autoria própria, 2025.

Além disso, o Figma facilitou o entendimento de interações básicas, como transições entre telas, permitindo uma experiência prévia do utilizador que auxilia na detecção precoce de possíveis dificuldades ou inconsistências no fluxo de navegação. Isso antecipa ajustes necessários antes da melhoria do design visual final.

É possível ilustrar também o wireframe da tela destinada à apresentação da litoteca (figura 31), concebida para oferecer uma perspectiva tridimensional do acervo. O objetivo, neste caso, é proporcionar ao utilizador uma experiência imersiva, permitindo a visualização das amostras em diferentes ângulos e profundidades, o que enriquece a compreensão das características geológicas.

Além disso, essa página também possui links diretos para outras páginas, como “Sobre Nós”, “Interatividade”, “Visite” e a opção de retornar a páginas anteriores. O layout prioriza a simplicidade e a clareza, com menus posicionados estrategicamente para garantir que o utilizador possa identificar rapidamente as opções disponíveis, orientando o percurso do utilizador e promovendo uma experiência intuitiva desde o primeiro contato com a plataforma.

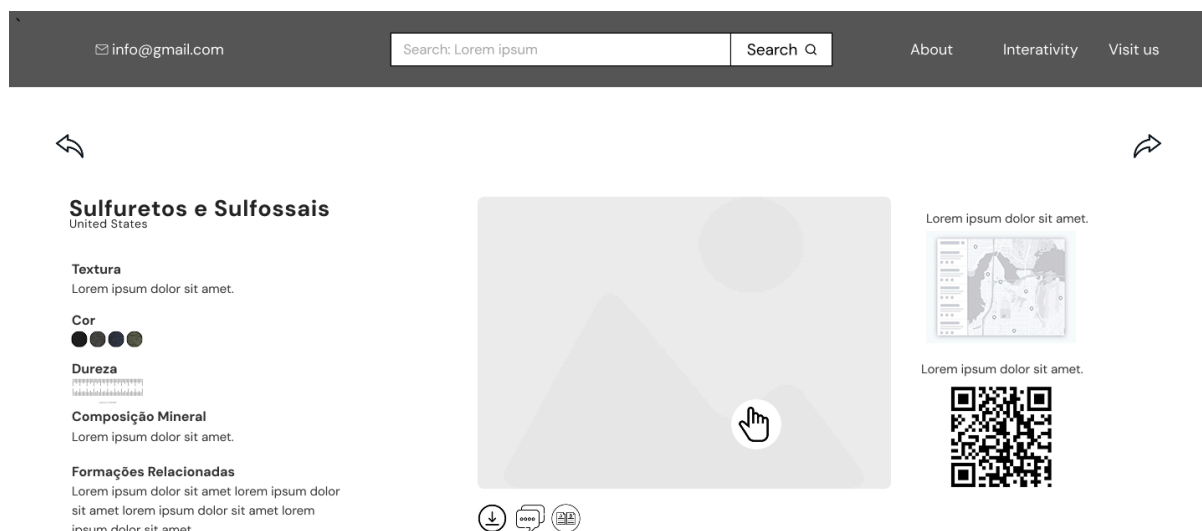
Figura 31 - Wireframe da tela da apresentação da litoteca com intuito de ter uma perspectiva tridimensional



Wireframe da tela da apresentação da litoteca. Fonte: Autoria própria, 2025.

Já a página dedicada aos detalhes de cada amostra do acervo (figura 32) foi estruturada para apresentar de forma organizada as informações técnicas, incluindo dados geográficos. Além disso, o layout contempla a inserção de imagens de alta resolução e recursos interativos, como zoom e rotação e mapas interativos que permitem ao utilizador analisar aspectos específicos da amostra com maior profundidade. Além disso, um recurso multimídia adicional presente nesta página é a inclusão de um QR code, que permite ao utilizador interagir com o objeto em seu tamanho real por meio de dispositivos móveis, ampliando a experiência imersiva.

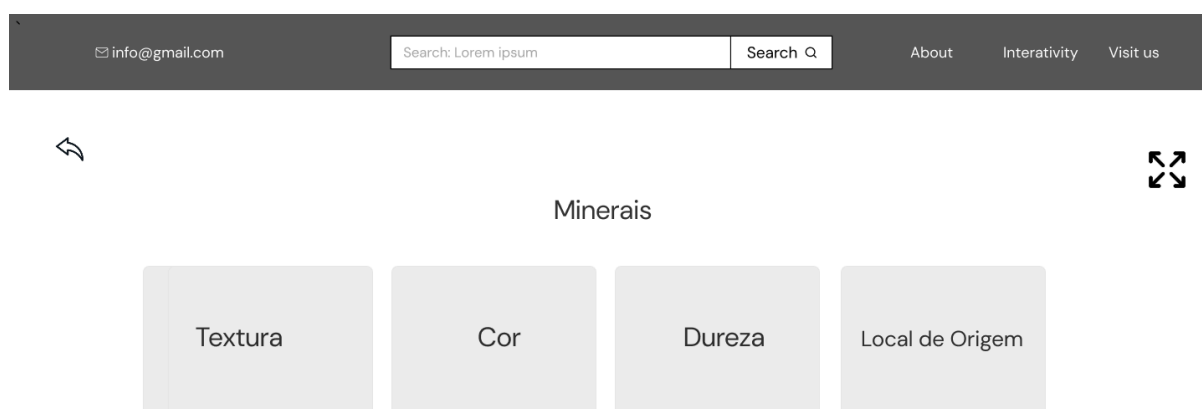
Figura 32 - Wireframe da página de detalhes da amostra



Wireframe da tela da apresentação da litoteca, ilustrando a organização das informações técnicas, imagem e recursos interativos previstos. Fonte: Autoria própria, 2025.

A figura 33, por sua vez, exibe o wireframe da estrutura de categorização das amostras, que organiza o acervo em grupos temáticos e hierarquias. Essa categorização facilita a navegação, permitindo que os utilizadores encontrem rapidamente conjuntos de amostras relacionadas por características mineralógicas ou geográficas em ordem alfabética.

Figura 33 - Wireframe da estrutura de categorização das amostras



Estrutura da categorização das amostras. Fonte: Autoria própria, 2025.

5.2 Identidade visual

A identidade visual ilustrativa da litoteca local, neste caso, usando o exemplo da litoteca da FCUP, foi desenvolvida para que apresentasse o lado científico do campo da geologia e o ambiente digital em que a plataforma se insere, de uma forma minimalista. Na logomarca (figura 34), o símbolo central parte de uma composição minimalista que remete à ideia de camadas geológicas, representadas por linhas e formas geométricas que representam tanto a estratificação natural das rochas e a organização sistemática do conhecimento. O objetivo seria representar uma ponte direta entre o objeto de estudo da litoteca e a missão de digitalizar, catalogar e disponibilizar amostras e dados de forma acessível e estruturada.

Figura 34 - Logomarca da Litoteca Digital



Modelo de logomarca da litoteca digital da FCUP. Fonte: Autoria própria, 2025.

A paleta escolhida representa a tradição e inovação. Os tons escuros evocam a materialidade da geologia, transmitindo estabilidade, rigor e ligação com o terreno, enquanto as cores mais tecnológicas, em azul profundo e cinza neutro, comunicam confiança, modernidade e clareza.

No plano tipográfico, por sua vez, a escolha de fontes limpas representam o caráter contemporâneo da marca, promovendo legibilidade em diferentes suportes para públicos de idades distintas e garantindo coerência em sua aplicação digital.

É válido salientar que o exemplo da logomarca da litoteca científica é de autoria própria, elaborada exclusivamente para fins ilustrativos no âmbito desta investigação. A litoteca e a FCUP não participaram ou tiveram conhecimento prévio sobre sua criação, não se tratando, portanto, de uma identidade visual oficial ou institucionalmente adotada.

5.3 Interface e usabilidade

A interface do protótipo do exemplo da litoteca científica foi desenvolvida integralmente na ferramenta Figma com foco na usabilidade, buscando proporcionar uma experiência intuitiva e interativa para os utilizadores. O design priorizou o minimalismo com a organização lógica dos

elementos e a facilidade de navegação, de modo a atender tanto utilizadores iniciantes quanto especialistas.

Além disso, a interface destaca a disposição dos elementos que possibilitam a interação com o modelo tridimensional, como controles de rotação, zoom e seleção de camadas, integrando recursos que ampliam o potencial pedagógico e científico da plataforma.

Ademais, o protótipo foi construído aproveitando os recursos do Figma para que todos os botões, menus e links fossem configurados para serem clicáveis, simulando o fluxo de navegação previsto para a plataforma final [\[link\]](#). O objetivo é permitir que os utilizadores explorem o protótipo como se estivessem utilizando um sistema real, facilitando a identificação de pontos fortes e aspectos a melhorar.

5.3.1 Protótipo

O protótipo da interface da plataforma foi pensado em uma apresentação funcional dos conteúdos, organizando o conteúdo de forma hierárquica e coerente, facilitando a localização e o acesso às informações. A disposição dos menus, botões e áreas de conteúdo segue padrões de design de interface para uma navegação intuitiva.

Essa estrutura facilita a localização rápida dos dados, permitindo que os utilizadores naveguem entre as diferentes seções. A disposição dos menus, botões e áreas de conteúdo foi planejada seguindo padrões consagrados de design de interface, como a utilização de barras de navegação fixas, menus suspensos e ícones intuitivos.

A página inicial do protótipo consiste em uma única tela limpa, que apresenta a logo da litoteca em destaque, acompanhada de informações centrais que introduzem o utilizador ao propósito e à importância da litoteca. Nesta tela, há um ícone para a escolha do idioma no canto superior direito, permitindo que o utilizador selecione o idioma logo no início da navegação. Além disso, um botão claro e acessível direciona o utilizador para acessar a litoteca propriamente dita. No canto superior esquerdo do cabeçalho (header), permanece visível o endereço de e-mail da litoteca a todo o tempo, facilitando o contato direto para dúvidas ou suporte. No rodapé, encontram-se os logos institucionais da FCUP (Faculdade de Ciências da Universidade do Porto) e da FEUP (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto), reforçando a origem académica do projeto. Ressalta-se, entretanto, que a presença desses elementos gráficos têm carácter exclusivamente ilustrativo no âmbito deste trabalho, não correspondendo a um uso oficial

Figura 35 - Página inicial do protótipo



Página inicial do protótipo da litoteca digital. Fonte: Autoria própria, 2025.

A página seguinte, acessada tanto pelo botão de entrada na litoteca quanto pelo ícone de escolha de idioma, é dedicada à seleção do idioma da interface. Essa página oferece opções para que o utilizador defina sua preferência antes de prosseguir na navegação. O ícone de escolha de idioma acompanha todo o protótipo, estando disponível em todas as telas subsequentes, o que permite ao utilizador alterar o idioma a qualquer momento, retornando assim à essa página de seleção para efetuar a mudança.

Figura 36 - Página de seleção do idioma

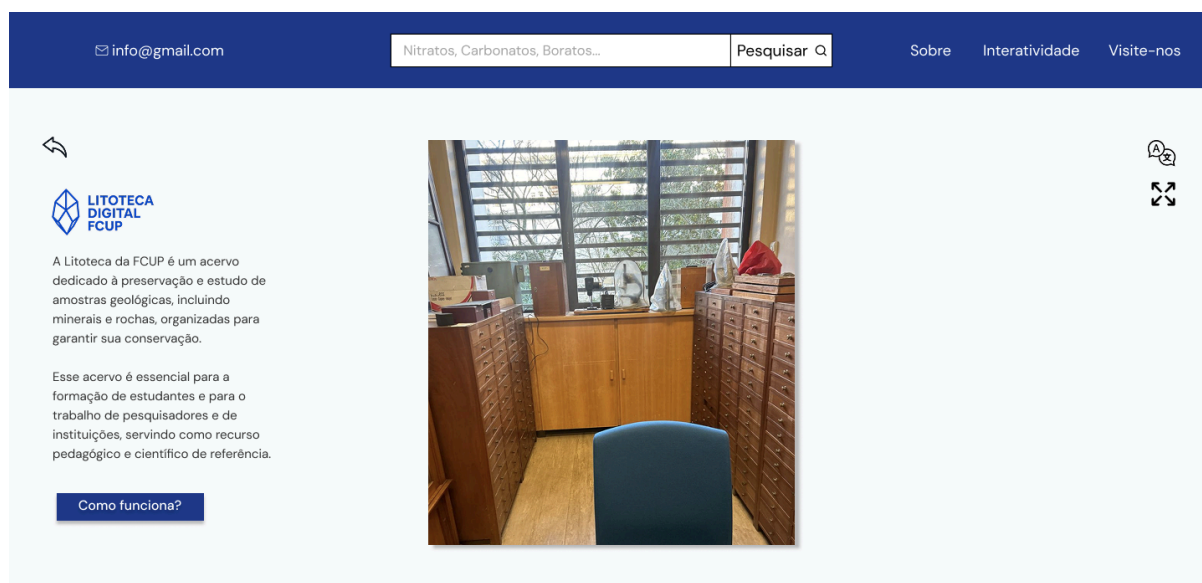


Página de escolha do idioma no protótipo da litoteca digital. Fonte: Autoria própria, 2025.

Após a escolha do idioma, o utilizador é direcionado para a página principal da litoteca (figura 37), que apresenta o acervo e as funcionalidades da plataforma. No lado esquerdo da tela, há uma seção com uma explicação introdutória sobre a litoteca, seguida por um botão que, ao ser clicado, abre um pop-up detalhando o funcionamento da plataforma (figura 38).

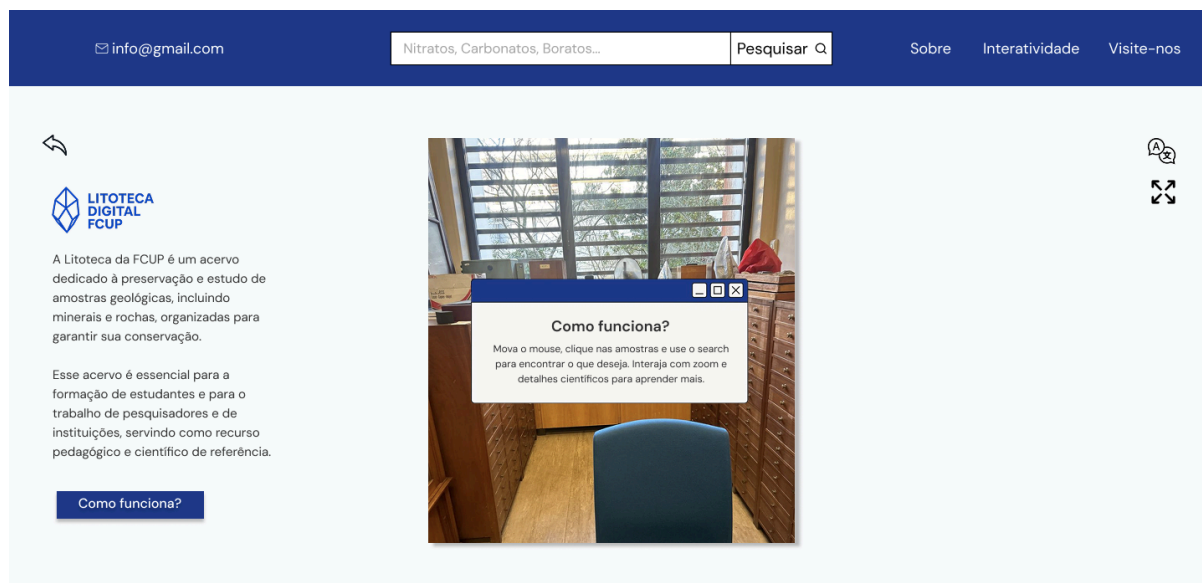
O primeiro recurso multimídia perceptível é a possibilidade de navegar pela litoteca de forma interativa, permitindo navegar pelo acervo em um ambiente digital que simula a movimentação e o posicionamento espacial dos objetos, proporcionando uma experiência imersiva e intuitiva. O ícone de seleção de idioma permanece visível em todas as telas, acompanhado, dessa vez, por um ícone de tela cheia, que também está disponível em algumas páginas para ampliar a visualização. No cabeçalho (header), encontram-se as opções “Sobre”, “Interatividade” e “Visite-nos”, além de uma barra de pesquisa que agora acompanha todas as páginas, permitindo a busca por palavras-chave e direcionando o utilizador para a tela de resultados correspondente. A navegação é complementada por setas de avançar e voltar, facilitando o deslocamento sequencial entre as páginas.

Figura 37 - Página principal do acervo



Página principal do acervo da litoteca digital. Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 38 - Página com o pop-up de “como funciona”

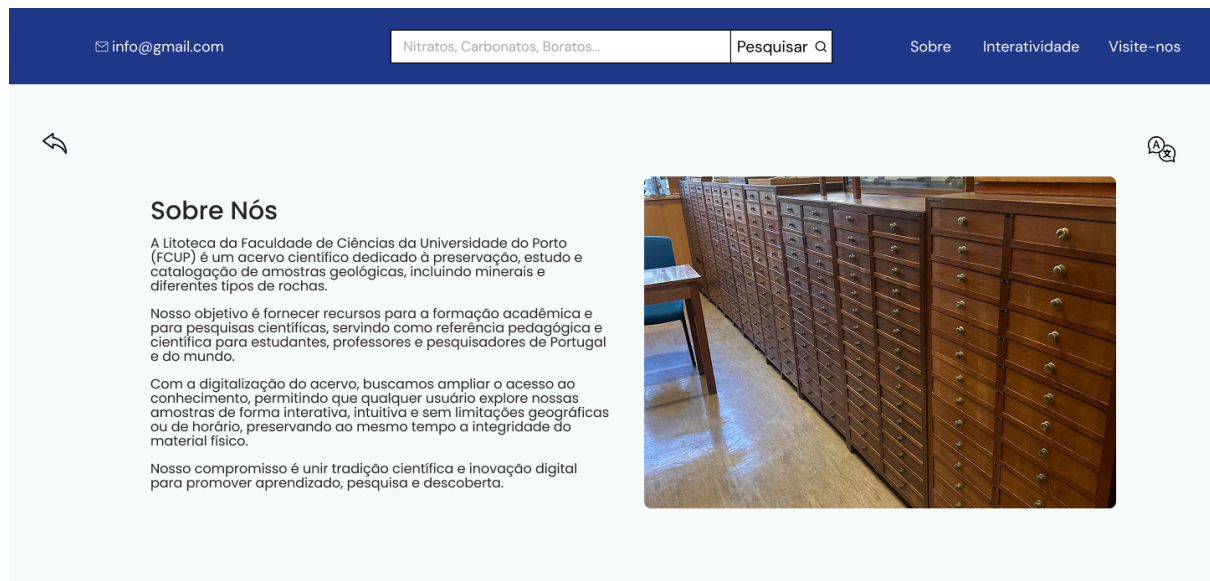


Página do pop-up. Fonte: Autoria própria, 2025.

Ao clicar na opção “Sobre”, o utilizador é levado a uma página específica (figura 39) que explica o que é a litoteca, seu compromisso e importância. Na seção “Interatividade” (figura 40), é possível escolher entre diferentes formas de interação digital, como manipulação virtual em 3D das amostras ou participação em quizzes educativos que reforçam o aprendizado, podendo usufruir de ambas formas interativas digitalmente (figura 41 e 42). Já na aba “Visite-nos” (figura 43), o utilizador

encontra um mapa indicando a localização física da litoteca na FCUP, com informações claras sobre a necessidade de agendamento prévio para visitas presenciais, garantindo organização e segurança.

Figura 39 - Página de Sobre Nós



Página com apresentação da litoteca. Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 40 - Página de Interatividade



Página com opções interativas das amostras. Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 41 - Página de Interatividade com simulação 3D



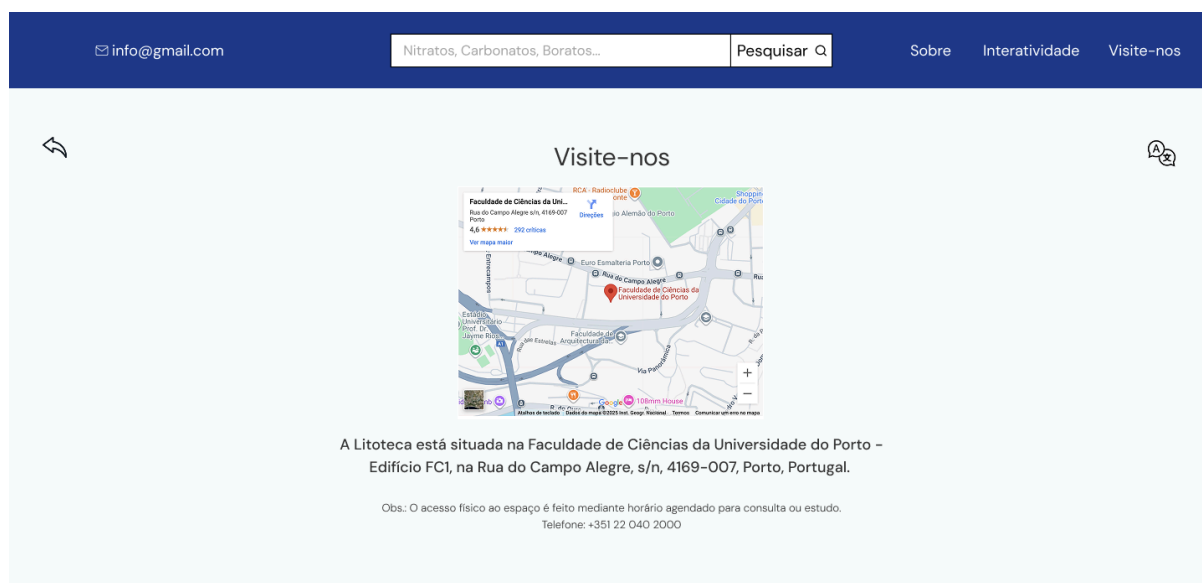
Página com opção interativa da simulação 3D dos diferentes tipos de rochas. Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 42 - Página de interatividade com quizzes interativos



Página interativa com quizzes sobre minerais, rochas ou geologia. Fonte: Autoria própria, 2025.

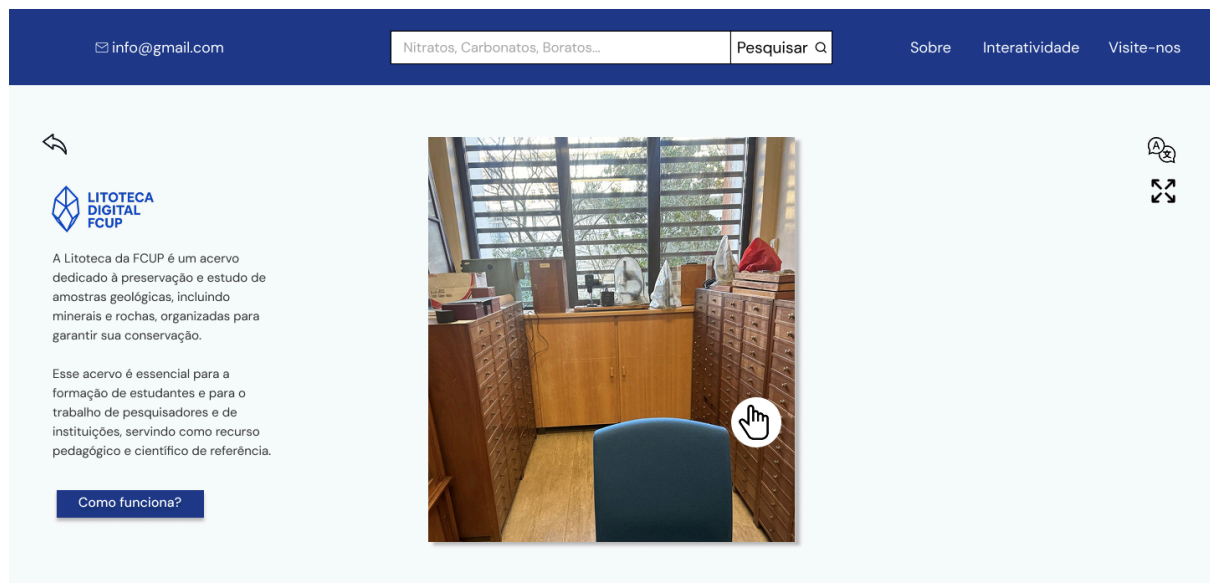
Figura 43 - Página de Visite-nos



Página com o endereço da litoteca física na FCUP e informações sobre o agendamento. Fonte: Autoria própria, 2025.

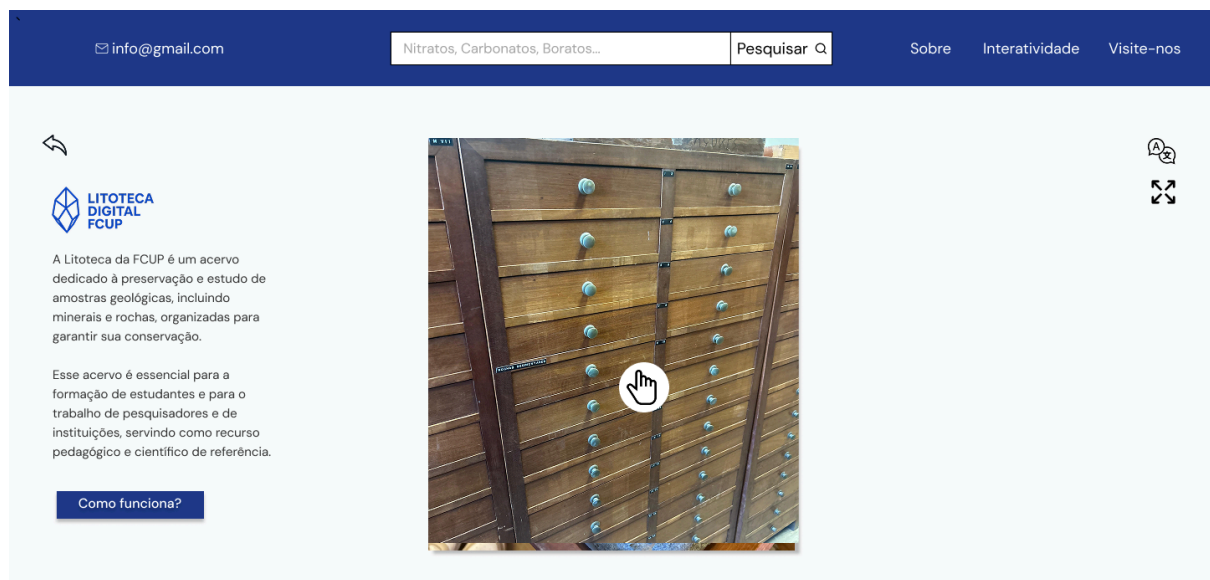
Durante a exploração do recurso multimídia da plataforma, o utilizador pode rotacionar, clicar e aplicar zoom nos objetos apresentados, permitindo uma análise personalizada (figura 44). Por exemplo, ao clicar em uma gaveta da seção de rochas (figura 45), esta se abre virtualmente, revelando as amostras disponíveis para seleção (figura 46). Ao escolher uma rocha, informações resumidas são exibidas na mesma página, possibilitando uma consulta rápida. O utilizador pode optar por clicar em “Ver mais” para acessar dados completos ou utilizar os botões localizados abaixo para visualizar todas as rochas ou todos os minerais disponíveis no acervo.

Figura 44 - Página de interação com o acervo



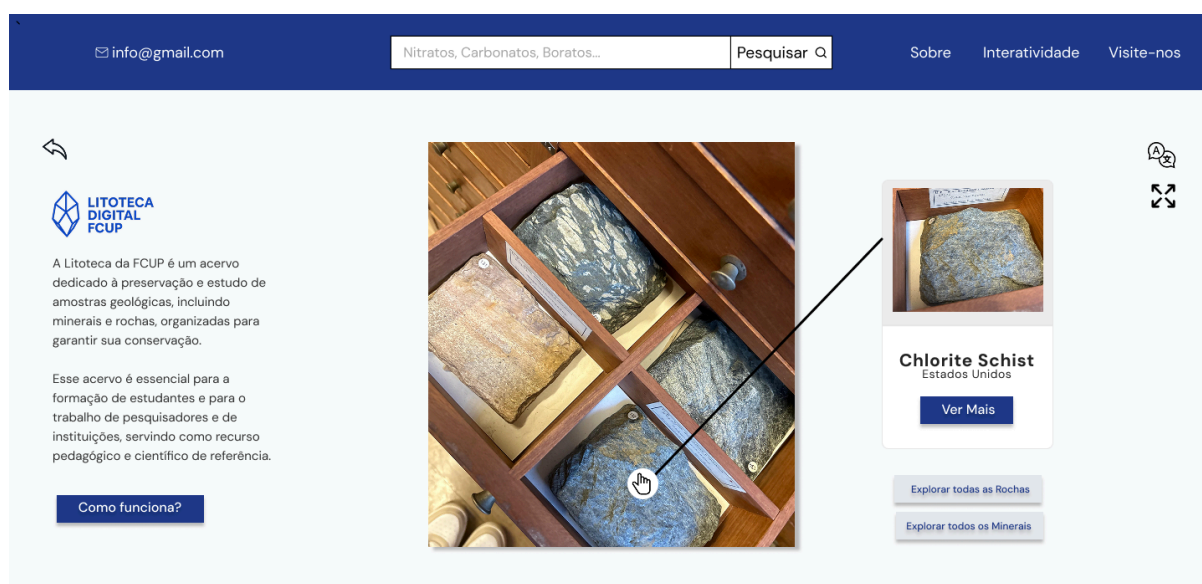
Página com a possibilidade de interagir com a litoteca por meio de zoom, cliques e rotações com o mouse. Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 45 - Página de interação com as gavetas do acervo



Página com a possibilidade de interação com as gavetas da litoteca por meio de cliques. Fonte: Autoria própria, 2025.

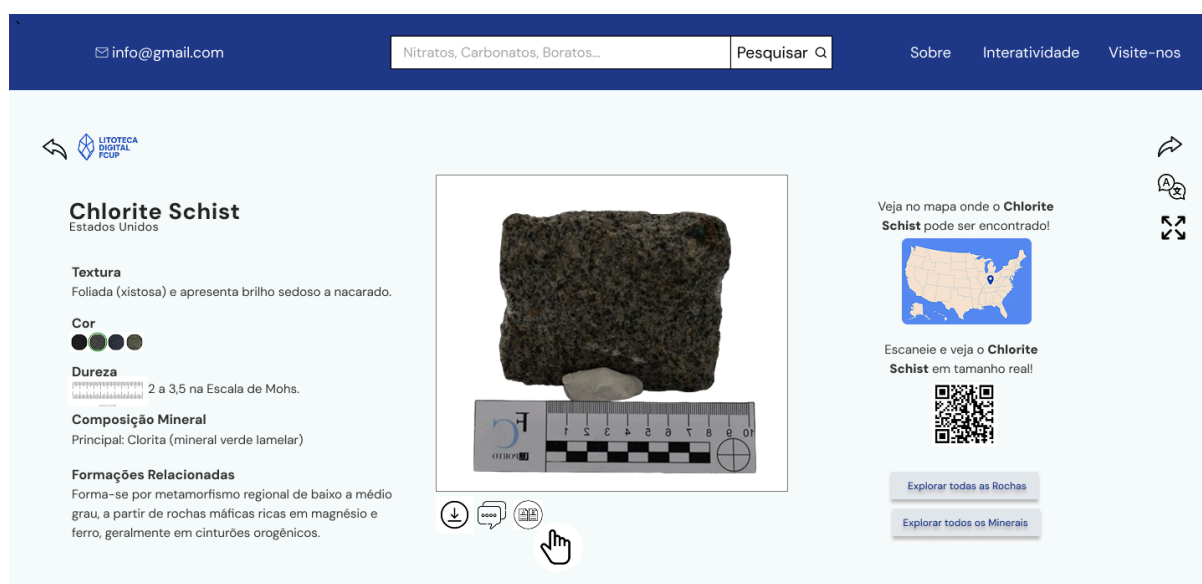
Figura 46 - Página de interação com as amostras do acervo



Página com opção de interação com cliques na litoteca e a possibilidade de abrir mais informações sobre as amostras do acervo. Fonte: Autoria própria, 2025.

Ao seleccionar a opção “Ver mais”, o utilizador tem acesso às informações completas sobre a rocha (figura 47), incluindo nome, origem, textura e cores, apresentadas com uma paleta visual que destaca a cor seleccionada. A textura é ilustrada por meio de uma escala descritiva, e abaixo são detalhadas a composição mineral e as formações geológicas relacionadas. A fotografia da rocha, produzida especialmente para este trabalho, inclui uma régua de medida para referência de escala. Abaixo da imagem, encontram-se ícones para salvar a informação, adicionar comentários de alunos e pesquisadores, e realizar comparações com outras amostras. No lado direito da tela, há um mapa interativo que indica o local exato onde a rocha foi encontrada, além de um QR code que permite ao utilizador visualizar a rocha em tamanho real por meio de realidade aumentada, ampliando a experiência de estudo.

Figura 47 - Página principal da amostra do Chlorite Schist



Página principal apresentando a amostra do Chlorite Schist e suas informações. Fonte: Autoria própria, 2025.

A partir desta tela, o utilizador oferece diversas opções de interação por meio de cliques. É possível clicar no ícone localizado abaixo da imagem para salvar a tela atual em diferentes formatos com todas as informações exibidas, facilitando o acesso futuro a esses dados. Ao lado, encontra-se o ícone de comentários, que direciona para uma página dedicada às contribuições de alunos e pesquisadores (figura 48), onde são apresentados relatos, análises e discussões sobre as amostras, promovendo um ambiente de aprendizagem e troca de conhecimento. Todos que acessam o acervo podem comentar livremente clicando no ícone.

Outro ícone disponível leva a uma página específica para comparação de amostras, um recurso interativo que permite ao utilizador realizar estudos aprofundados. Nesta página, há uma barra de pesquisa que permite a seleção de uma segunda amostra para comparação (figura 49). Ao escolher, uma nova amostra é exibida lado a lado com a primeira, permitindo a análise simultânea (figura 50). Caso o utilizador clique em qualquer uma das amostras apresentadas, será redirecionado para a página principal dessa amostra, onde poderá acessar todas as informações fornecidas (figura 51).

Figura 48 - Página dedicada às contribuições de alunos e pesquisadores



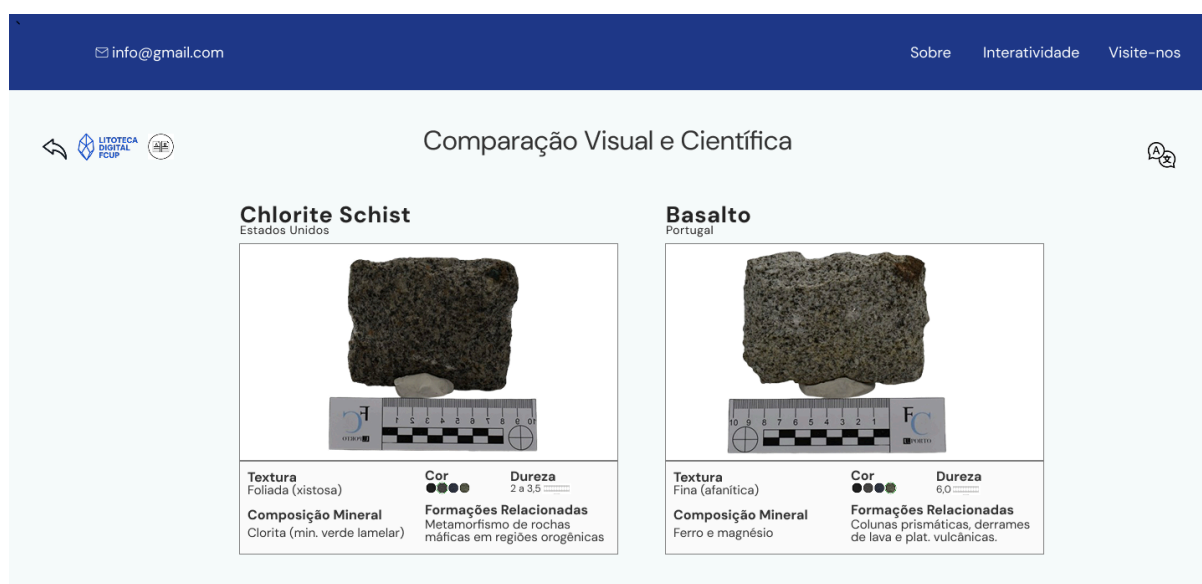
Página dedicada às contribuições de alunos e pesquisadores em que eles podem comentar livremente clicando no ícone.
Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 49 - Página para seleção de comparação visual e científica



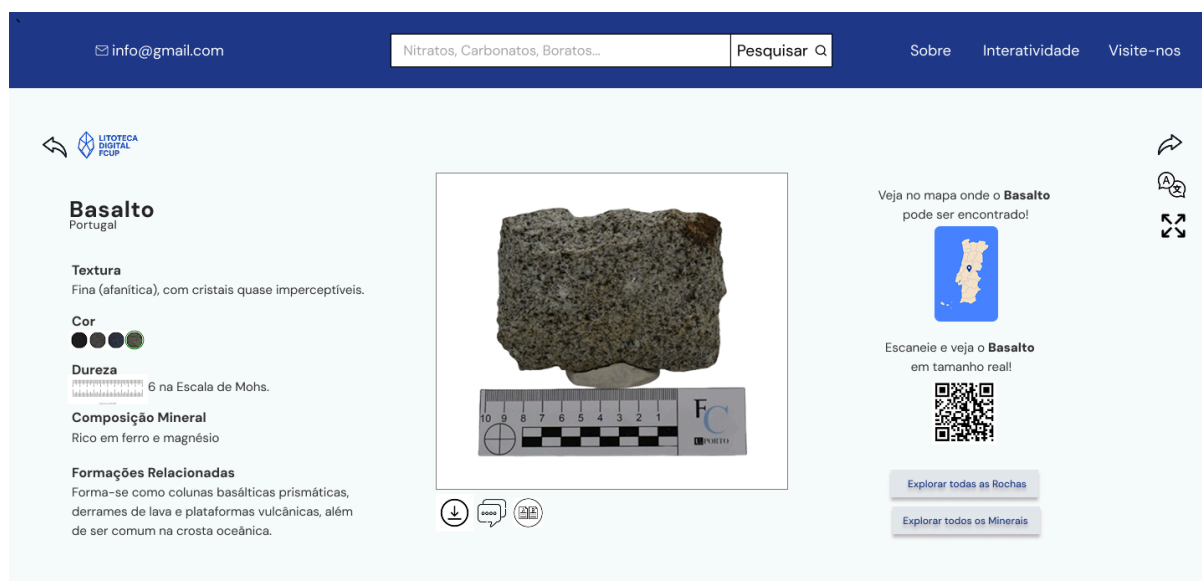
Página dedicada à comparação visual e científica que permite a seleção de uma segunda amostra para comparação. Fonte:
Autoria própria, 2025.

Figura 50 - Página de comparação visual e científica



Página dedicada à comparação visual e científica com amostras exibidas lado a lado. Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 51 - Página principal da amostra do Basalto

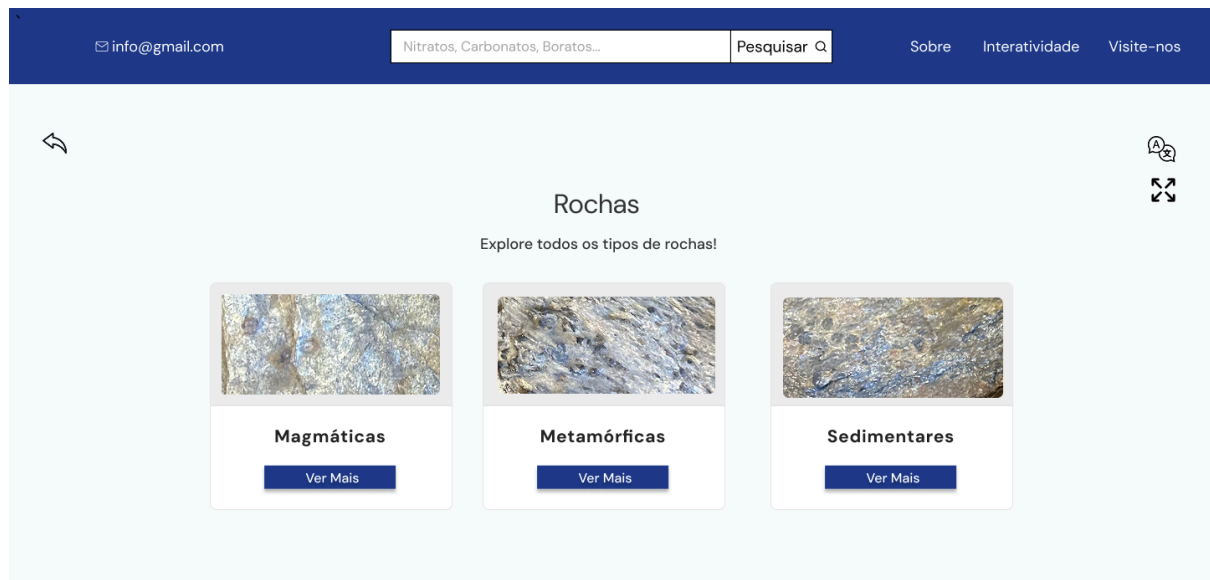


Página principal apresentando a amostra do Chlorite Schist e suas informações. Fonte: Autoria própria, 2025.

Além disso, o utilizador pode optar por explorar todas as rochas disponíveis, acessando uma nova página que apresenta a classificação das amostras em três grandes grupos: rochas magmáticas, metamórficas e sedimentares (figura 52). Ao selecionar um desses tipos, o utilizador é direcionado para uma página que lista todas as rochas correspondentes, organizadas em ordem alfabética, com a

possibilidade de navegar horizontalmente para avançar ou retroceder entre as opções (figura 53). Ao clicar em uma rocha específica, o sistema retorna à página principal da amostra específica, permitindo uma análise contextualizada.

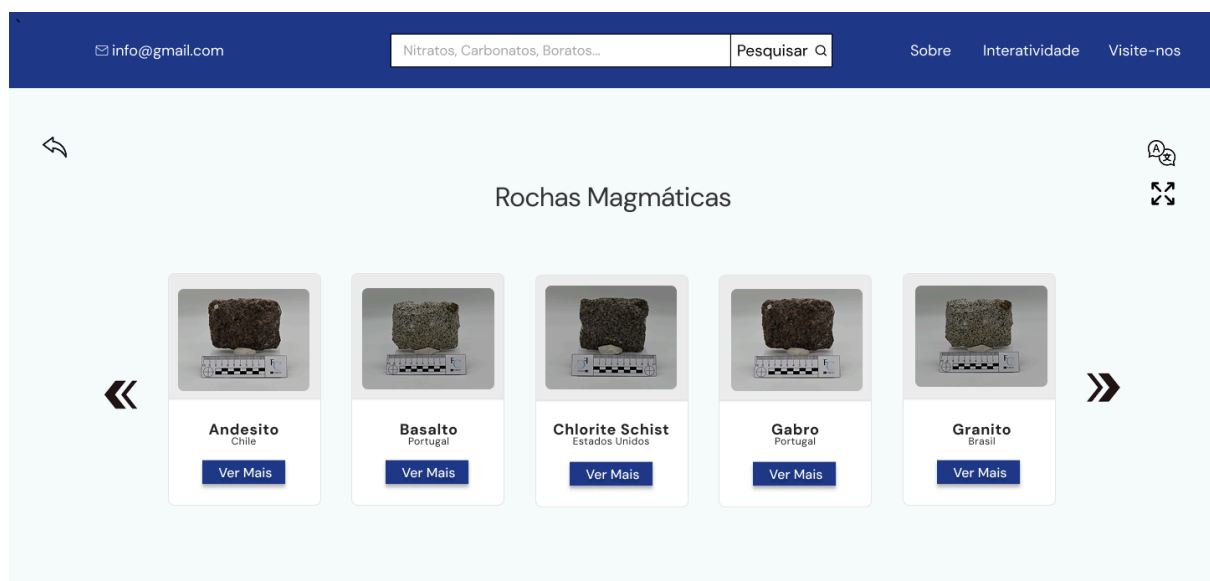
Figura 52 - Página para explorar demais rochas



Página para explorar demais rochas com a possibilidade de escolher o tipo entre magmáticas, metamórficas e sedimentares.

Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 53 - Página das rochas magmáticas



Página que lista todas as rochas magmáticas correspondentes. Fonte: Autoria própria, 2025.

5.3.2 Integração de elementos multimídia

No protótipo da plataforma, foram integrados diversos elementos multimídia para enriquecer a experiência do utilizador, incluindo imagens de alta resolução, modelos tridimensionais interativos que permitem a visualização em múltiplos ângulos, e recursos de realidade fornecidos para visualização das amostras em tamanho real por meio de dispositivos móveis. O objetivo foi proporcionar uma navegação fundamental para o aprendizado.

Além disso, foram inseridos modelos tridimensionais interativos, permitindo a visualização das amostras em diferentes ângulos e escalas, o que facilita a compreensão espacial dos objetos. Outro recurso importante apresentado no protótipo é a realidade aumentada, que possibilita a visualização das amostras em tamanho real por meio de dispositivos móveis, ampliando a interação e o envolvimento do utilizador com o conteúdo, ao mesmo tempo em que o utilizador tem a sensação de manipular fisicamente as amostras, mesmo à distância.

Além dos elementos multimídia já mencionados, o protótipo também contempla a utilização de animações que ilustram processos dinâmicos, como a formação de estruturas geológicas na página de interatividade. Essas animações facilitam a compreensão de características que seriam difíceis de visualizar apenas por meio de imagens estáticas ou textos.

5.3.3 Fotografias

As fotografias apresentadas no protótipo foram capturadas diretamente dentro da litoteca durante a minha visita pessoal em Novembro de 2024, utilizando iluminação específica e controlada para evidenciar as características das amostras, como textura e estrutura. Para garantir a estabilidade durante o registro, foi colocada uma massa na parte inferior das amostras, sustentando-a de forma segura e permitindo a obtenção de imagens nítidas e precisas. Além disso, uma régua foi posicionada abaixo de cada amostra para fornecer uma referência de tamanho, facilitando a compreensão das dimensões reais dos objetos.

Esse procedimento padronizado serve como exemplo para as demais representações visuais da plataforma, garantindo consistência e qualidade na documentação do acervo. As imagens resultantes são otimizadas para diferentes dispositivos, permitindo zoom e visualização em múltiplos ângulos para análises realizadas em contextos científicos e educacionais.

Vale ressaltar que todas as imagens, fotografias e representações visuais apresentadas no protótipo da plataforma desse estudo são ilustrativas e não exigem necessariamente imagens reais ou informações corretas de rochas, minerais ou demais amostras do acervo físico da litoteca, além de

qualquer vínculo com a FCUP ou com a litoteca física. Esses elementos foram criados ou selecionados com o propósito de exemplificar características gerais e facilitar a compreensão dos utilizadores, oferecidos como modelos didáticos para apoiar o estudo e a exploração do conteúdo. Dessa forma, embora sejam confiáveis em termos de apresentação e detalhes, não devem ser interpretados como registros fotográficos ou documentações científicas precisas das amostras originais.

6. Resultados da Investigação Empírica

Este capítulo tem por intuito apresentar os resultados obtidos a partir da aplicação do questionário estruturado, que teve como objetivo avaliar as percepções dos participantes em relação ao acesso físico a uma litoteca científica e à experiência de interação com o protótipo digital desenvolvido. A análise dos dados foi realizada considerando os três blocos temáticos do instrumento, permitindo uma compreensão do perfil dos utilizadores, das dificuldades enfrentadas no acesso presencial e facilitadas do protótipo da plataforma digital.

6.1 Resultados do questionário

O questionário utilizado na investigação empírica foi elaborado e aplicado por meio da plataforma Google Forms, escolhido por sua praticidade, facilidade de coleta e organização dos dados. O instrumento foi estruturado em três blocos temáticos dividido por seções, com o objetivo de captar informações sobre o perfil dos participantes, suas percepções sobre o acesso físico à litoteca e a experiência de interação com o protótipo.

O questionário foi enviado a 16 participantes compostas por estudantes de graduação e pós-graduação, professores e investigadores das áreas de multimídia, comunicação, design e geografia e de diferentes países. Essa seleção visa garantir uma diversidade de perfis académicos e profissionais, essencial para uma avaliação do protótipo e das condições atuais de acesso ao acervo.

Cada bloco do questionário continha perguntas fechadas, utilizando a escala Likert de 1 a 5 para mensurar o grau de concordância ou satisfação dos participantes, além de perguntas abertas que permitiram a expressão livre de opiniões, sugestões e comentários. O primeiro bloco coletou dados sobre o perfil académico e profissional, sem solicitar informações pessoais para garantir o anonimato e a confidencialidade dos entrevistados. O segundo bloco focou na experiência com o acesso físico à litoteca, questionando aspectos como facilidade de acesso, limitações e organização do acervo. O terceiro bloco, por sua vez, foi aplicado após a instrução de interação com o protótipo digital, onde foi disponibilizado o link, avaliando usabilidade, navegabilidade, acessibilidade e qualidade da experiência oferecida pela plataforma.

A aplicação do questionário via Google Forms permitiu que os participantes respondessem de forma remota e no seu próprio ritmo, facilitando a participação e a obtenção de dados confiáveis. A estrutura do questionário foi planejada para minimizar a fadiga dos respondentes, respeitando o tempo estimado de 30 a 35 minutos para o preenchimento completo, uma vez que eles precisavam também interagir com o protótipo.

É válido ressaltar que devido a litoteca da FCUP ter sido utilizada como exemplo totalmente ilustrativo para representar uma litoteca científica, as percepções analisadas, foram concebidas de forma independente, sem colaboração institucional.

6.1.1 Análise do perfil acadêmico e profissional da amostra da pesquisa

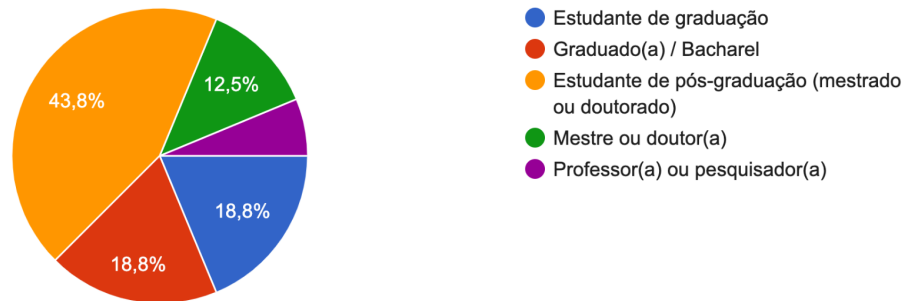
O primeiro bloco do questionário teve como objetivo coletar informações básicas sobre o perfil acadêmico e profissional dos participantes, permitindo contextualizar as percepções e experiências relatadas nas fases seguintes da pesquisa. O intuito dessa etapa foi identificar a diversidade dos utilizadores envolvidos, bem como para analisar possíveis correlações entre o perfil dos entrevistados e suas opiniões sobre o acesso ao acervo e a interação com o protótipo digital.

A primeira pergunta solicitava que os participantes selecionassem uma opção que melhor descrevesse sua situação acadêmica ou profissional. Os resultados apresentados no gráfico 1 indicaram uma amostra heterogênea, composta majoritariamente por estudantes de pós-graduação, que representaram 43,8% (7 participantes) do total. Estudantes de graduação e graduados/bacharéis corresponderam, cada um, a 18,8% (3 participantes) da amostra. Mestres ou doutores representaram 12,5% (2 participantes), enquanto professores ou pesquisadores foram 6,3% (1 participante). Essa distribuição demonstra a presença de diferentes níveis de formação e experiência, enriquecendo a análise dos dados.

Gráfico 1 - Questão sobre situação acadêmica ou profissional dos participantes

1. Selecione a opção que melhor descreve sua situação acadêmica ou profissional:

16 respostas



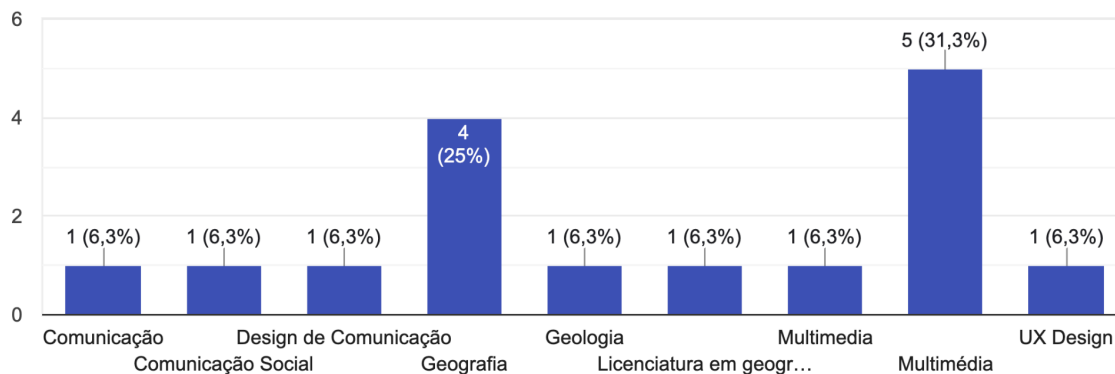
Fonte: Autoria própria, 2025.

Quanto à área de estudo ou atuação, conforme consta no gráfico 2, as respostas revelaram uma predominância dos participantes vinculadas às áreas de multimídia e geografia. A área de multimídia, incluindo variações como “Multimídia”, “Multimédia” e “UX Design”, totalizou 37,5% (6 participantes). A geografia, incluindo “Geografia” e “Licenciatura em Geografia”, representou 31,3% (5 participantes). Outras áreas mencionadas foram comunicação, comunicação social, design de comunicação e geologia, cada uma com 6,3% (1 participante).

Gráfico 2 - Questão sobre área de estudo ou atuação dos participantes

2. Área de estudo ou atuação:

16 respostas



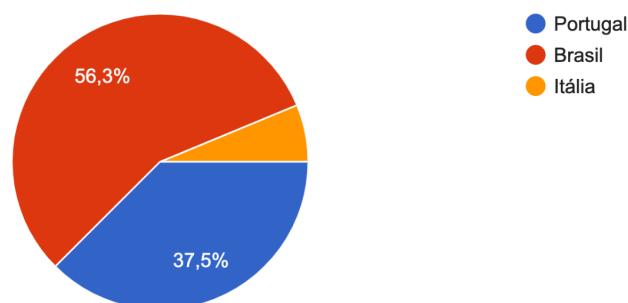
Fonte: Autoria própria, 2025.

A última pergunta deste bloco foi acerca do país de residência atual. O resultado, apresentado no gráfico 3, indicou que a maioria dos participantes reside no Brasil (53,3%, 9 participantes), seguida por Portugal (37,5%, 6 participantes) e Itália (6,3%, 1 participante). Essa distribuição distribuída, inicialmente, já reforça a importância da digitalização para ampliar o acesso ao acervo da litoteca, especialmente para utilizadores que não estão fisicamente próximos à instituição.

Gráfico 3 - Questão sobre país de residência atual dos participantes

3. País de residência atual:

16 respostas



Fonte: Autoria própria, 2025.

6.1.2 Análise das percepções sobre o acesso físico à litoteca

O segundo bloco do questionário foi dedicado a investigar a experiência atual dos participantes com o acesso físico à litoteca da FCUP. O objetivo foi compreender as percepções, dificuldades e limitações enfrentadas no uso presencial do acervo, considerando aspectos como facilidade de acesso, disponibilidade de amostras, restrições logísticas e satisfação geral com o modelo físico vigente.

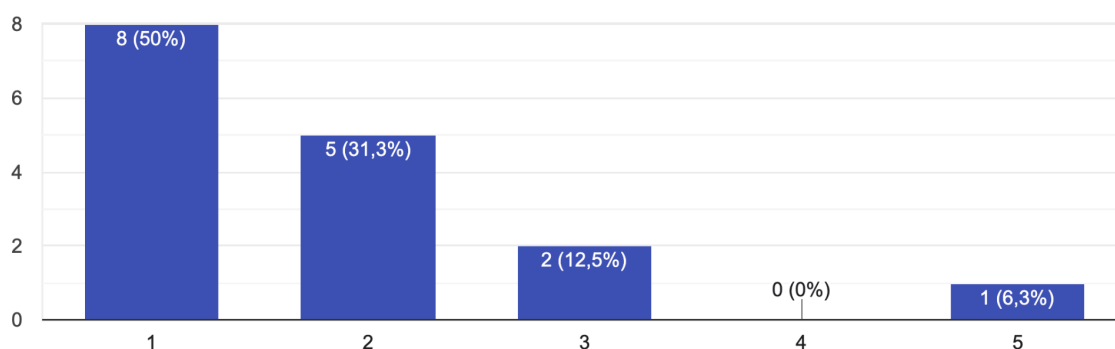
A seguir, são apresentados os resultados das cinco afirmações que compõe este bloco, incluindo tanto as respostas quantitativas, baseadas na escala Likert de 1 a 5 (sendo 1 = Discordo totalmente e, no máximo, até 5 = Concordo totalmente), quanto às contribuições qualitativas obtidas por meio da pergunta aberta.

A primeira afirmação do questionário foi “O acesso físico à litoteca (considerando horários e deslocamento) é fácil.” e buscou mensurar a percepção dos participantes sobre a facilidade de acesso ao espaço físico da litoteca, levando em conta fatores como horários de funcionamento e deslocamento até a instituição. A média das respostas foi baixa, com valor médio de 1,81, inferior ao que a maioria dos participantes considera o acesso difícil. Metade (50%) atribuiu a nota 1 (discordo totalmente), e 31,3% deram nota 2, reforçando a percepção de barreiras significativas para o acesso presencial.

Gráfico 4 - Primeira questão do Bloco 2

1. O acesso físico à litoteca (considerando horários e deslocamento) é fácil.

16 respostas



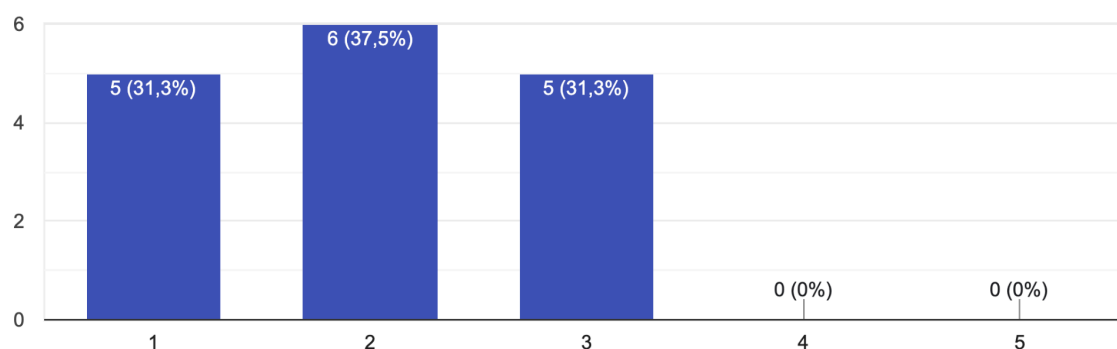
Fonte: Autoria própria, 2025.

A segunda pergunta foi respondida: “Tenho acesso suficiente às amostras quando utilizo a litoteca presencialmente.” A média foi de 2,00, também diminuiu a insatisfação. A maior parte das respostas concentrou-se nas notas 2 e 3, indicando que muitos utilizadores percebem limitações no acesso efetivo às amostras, mesmo estando presentes na litoteca, talvez pela quantidade ou até mesmo por não ter instruções.

Gráfico 5 - Segunda questão do Bloco 2

2. Tenho acesso suficiente às amostras quando utilizo a litoteca presencialmente.

16 respostas



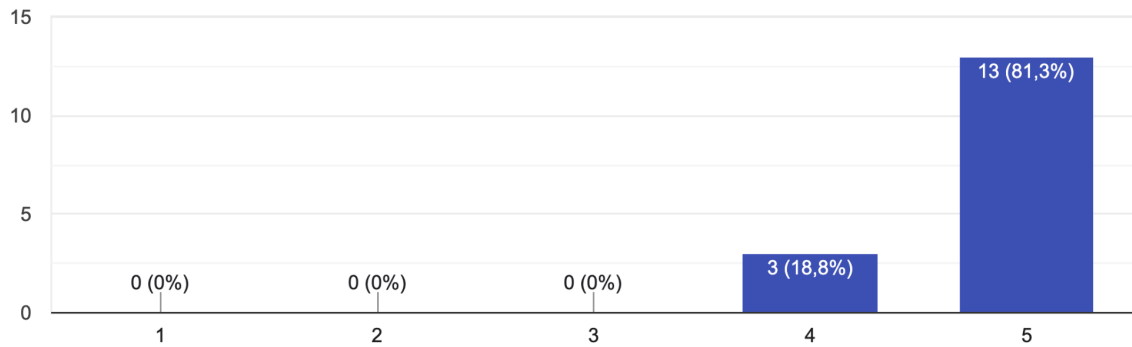
Fonte: Autoria própria, 2025.

A terceira questão afirmava: “O modelo atual (apenas físico) limita minha utilização do acervo para fins de estudo e pesquisa.” Essa pergunta obteve uma média muito alta, de 4,81, demonstrando consenso entre os participantes de que o modelo físico representa uma limitação significativa para o uso do acervo. A maioria (81,3%) oferece totalmente com essa afirmação, evidenciando a necessidade de alternativas que ampliem o acesso.

Gráfico 6 - Terceira questão do Bloco 2

3. O modelo atual (apenas físico) limita minha utilização do acervo para fins de estudo e pesquisa.

16 respostas



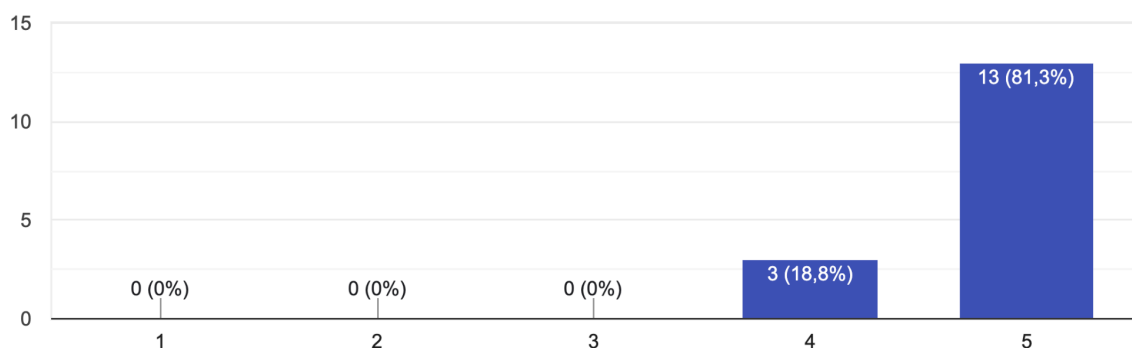
Fonte: Autoria própria, 2025.

Em contrapartida, uma quarta pergunta afirmava: “O modelo físico da litoteca permite acesso excessivo às amostras e informações que precisam.” A média foi baixa, 2,38, com 25% dos participantes discordando totalmente e 43,8% discordando parcialmente, diminuindo a insatisfação predominantemente com o acesso atual.

Gráfico 7 - Quarta questão do Bloco 2

3. O modelo atual (apenas físico) limita minha utilização do acervo para fins de estudo e pesquisa.

16 respostas



Fonte: Autoria própria, 2025.

Já a pergunta aberta solicitava: "Quais dificuldades ou limitações você percebe ao acessar fisicamente a litoteca? Descreva livremente sua experiência." As respostas revelaram uma série de desafios enfrentados pelos utilizadores, incluindo a necessidade de deslocamento frequente, agendamento prévio para visitas, falta de suporte para estudo à distância, dificuldade em encontrar amostras específicas sem auxílio técnico, limitações do espaço físico para estudos em grupo e pouca orientação sobre o uso do acervo. Os participantes que residem fora de Portugal destacaram a impossibilidade de prática de acesso presencial, reforçando a importância da digitalização para ampliar o escopo do acervo.

Também foram mencionadas preocupações com a fragilidade das amostras e a necessidade de envio técnico para isso, o que pode atrasar o acesso. Esses resultados evidenciam que o acesso físico à litoteca apresenta algumas barreiras para os utilizadores, justificando a busca por soluções digitais que possam superar essas limitações e democratizar o acesso ao conhecimento geológico.

6.1.3 Avaliação da experiência com o protótipo digital

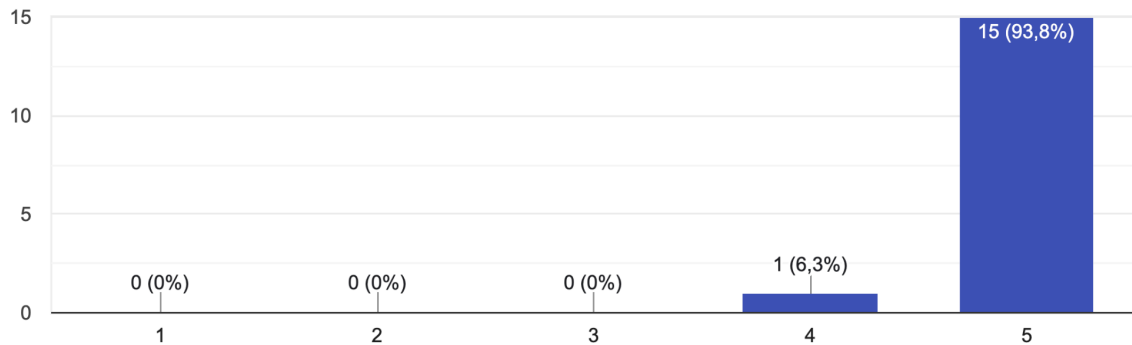
O terceiro bloco do questionário foi uma seção em que os participantes acessaram no Google Form após explorarem o protótipo digital da litoteca da FCUP. O objetivo dessa etapa foi avaliar a experiência dos utilizadores com a plataforma, considerando aspectos como a facilidade de navegação, a clareza das informações científicas apresentadas, a qualidade da visualização das amostras e a percepção sobre o potencial do protótipo para ampliar o acesso ao acervo em comparação com o modelo físico tradicional.

A primeira pergunta do bloco (questão 6 do formulário na íntegra) afirmava: "A navegação no protótipo digital foi fácil e intuitiva." Os resultados, de acordo com o gráfico 8, foram altamente positivos, com uma média de 4,94 na escala Likert, e 93,8% participantes atribuindo a nota máxima, concordando que a grande maioria considera a interface simples e agradável para explorar o conteúdo.

Gráfico 8 - Primeira questão do Bloco 3

6. A navegação no protótipo digital foi fácil e intuitiva.

16 respostas



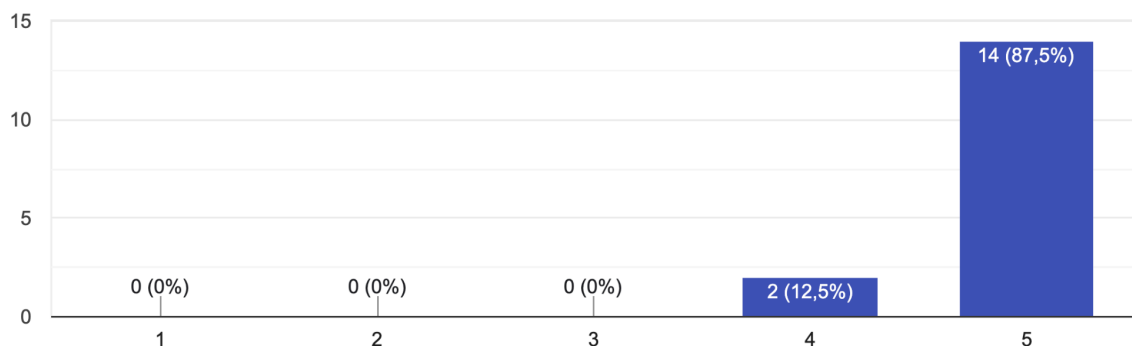
Fonte: Autoria própria, 2025.

Em seguida, os participantes responderam à afirmação: “As informações científicas, projetos no protótipo estão planejados de forma clara.” A média obtida, de acordo com o gráfico 9, foi de 4,88, com 87,5% dos entrevistados concordando totalmente com essa afirmação, o que demonstra que o conteúdo foi estruturado de maneira acessível e compreensível.

Gráfico 9 - Segunda questão do Bloco 3

7. As informações científicas apresentadas no protótipo estão organizadas de forma clara.

16 respostas



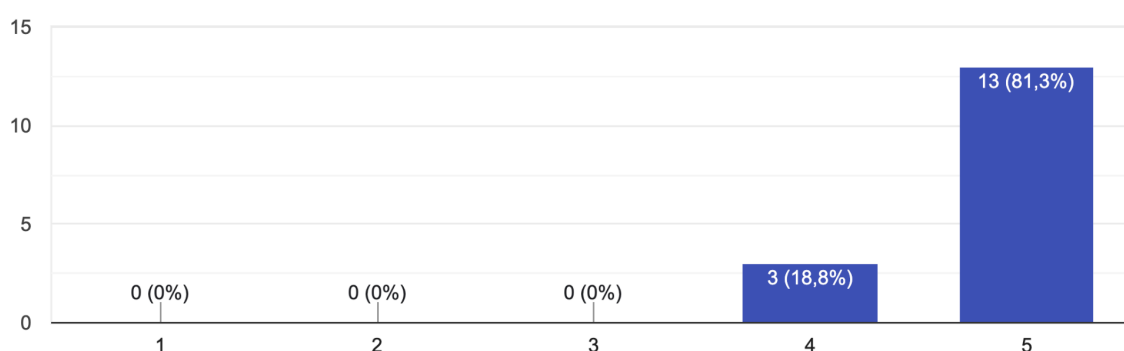
Fonte: Autoria própria, 2025.

A terceira questão (questão 8 do formulário na íntegra) avaliou a visualização digital das amostras, com a afirmação: “A visualização digital das amostras (imagens, interatividade) foi satisfatória.” A média foi de 4,81, e a maioria dos participantes (81,3%) destaca a visualização obtida, ressaltando a importância dos elementos multimídia para enriquecer a experiência do utilizador.

Gráfico 10 - Terceira questão do Bloco 3

8. A visualização digital das amostras (imagens, interatividade) foi satisfatória.

16 respostas



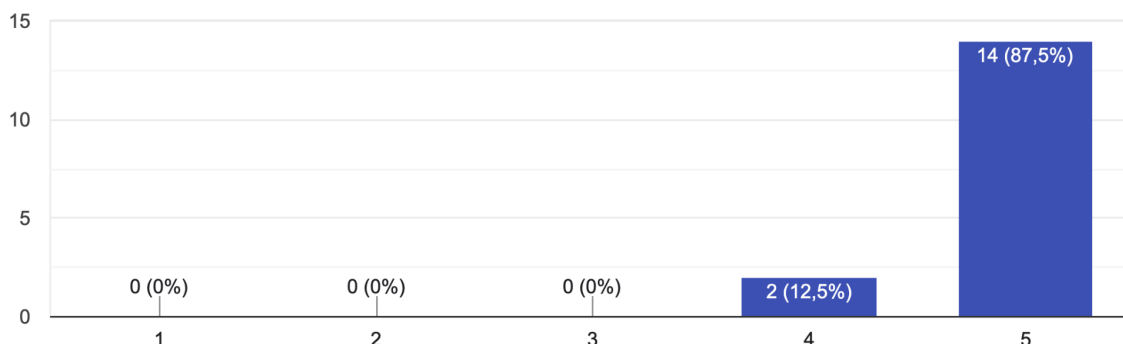
Fonte: Autoria própria, 2025.

Quanto à percepção sobre o impacto do protótipo na ampliação do acesso ao acervo em relação ao modelo físico, a média foi de 4,88, com 87,5% dos participantes concordando totalmente que a plataforma digital facilita o acesso remoto e supera as limitações do acesso presencial, segundo o gráfico 11.

Gráfico 11 - Quarta questão do Bloco 3

9. O protótipo digital amplia meu acesso ao acervo em relação ao modelo físico.

16 respostas



Fonte: Autoria própria, 2025.

A pergunta aberta, por sua vez, solicitou sugestões de melhorias para a versão digital da litoteca. As contribuições foram variadas e construtivas, incluindo propostas para adicionar vídeos explicativos sobre o uso e características das amostras, ampliar a possibilidade de comparação simultânea entre múltiplas amostras, integrar conteúdos animados, melhorar o layout e a interface para torná-la ainda mais intuitiva e atraente, e incluir recursos de busca por categorias e anotações pessoais.

Também foram mencionadas ideias para tutoriais guiados, mais interatividade voltada para o ensino fundamental, visualizações digitais em alta resolução e informações científicas mais detalhadas. Alguns participantes destacaram a satisfação com o protótipo atual, sem sugerir melhorias. Esses resultados indicam que o protótipo digital foi bem recebido pelos utilizadores, que reconheceram seu potencial, ao mesmo tempo em que apontaram caminhos para o desenvolvimento futuro da plataforma.

6.2 Interpretação dos resultados em relação às hipóteses

A análise dos dados coletados por meio do questionário permitiu confrontar a hipótese que orienta este estudo, oferecendo uma compreensão sobre o acesso ao acervo de uma litoteca local, neste caso, a litoteca da FCUP e a aceitação do protótipo digital desenvolvido. A hipótese principal, que postula que a digitalização do acervo, aliada ao desenvolvimento de uma plataforma digital

acessível, interativa e intuitiva, permitirá ampliar o acesso ao conteúdo da litoteca, foi confirmada pelos resultados.

Os dados indicam que o acesso físico à litoteca apresenta limitações para os utilizadores. A baixa média nas respostas referentes à facilidade de acesso físico e a percepção de que o modelo exclusivamente presencial restringe o uso do acervo, evidenciam que fatores como deslocamento, horários restritos, necessidade de agendamento e falta de suporte técnico impactam negativamente a experiência dos utilizadores. As respostas abertas reforçaram essas limitações, destacando a dificuldade de acesso para utilizadores que residem fora do país e a complexidade em encontrar informações sobre as amostras sem auxílio especializado.

Por outro lado, a digitalização e a disponibilização do protótipo digital mostraram-se modelos eficazes para ampliar o acesso e melhorar a experiência dos utilizadores. As avaliações positivas sobre a navegação intuitiva, a clareza das informações científicas, a qualidade da visualização das amostras e a percepção de ampliação do acesso em relação ao modelo físico indicam que o protótipo atende às expectativas dos utilizadores e representa uma solução tecnológica capaz de superar as limitações do acesso presencial.

Ressalta-se, contudo, que essa análise foi desenvolvida com caráter ilustrativo de uma litoteca científica, sem colaboração direta da FCUP ou da litoteca, baseando-se em observações realizadas durante a visita à instituição, bem como nas possibilidades de uso concebidas no âmbito desse estudo.

Embora a satisfação com o protótipo tenha sido elevada, os utilizadores identificaram oportunidades de melhoria que podem tornar a plataforma ainda mais funcional e acessível. As sugestões e feedbacks coletados são fundamentais para orientar o desenvolvimento futuro da plataforma para que ela atenda de forma mais completa às necessidades dos diferentes perfis de utilizadores e promova uma experiência cada vez mais inclusiva e interativa.

6.3 Sugestões e feedback dos utilizadores para melhorias

As sugestões e feedbacks fornecidos pelos participantes do questionário constituem um conjunto de informações para o aprimoramento do protótipo ilustrativo digital da litoteca da FCUP. Entre as propostas mais recorrentes, destaca-se a inclusão de vídeos explicativos que abordem o uso e as características das amostras que podem facilitar a compreensão dos conteúdos científicos, especialmente para utilizadores com diferentes níveis de conhecimento, e tornar a experiência mais dinâmica e envolvente.

Outra sugestão importante refere-se à ampliação da funcionalidade de comparação entre amostras. Atualmente, o protótipo permite a comparação lado a lado de duas amostras, mas os utilizadores manifestaram interesse em poder comparar múltiplas amostras simultaneamente, especialmente para fins académicos e de pesquisa.

A integração de conteúdos animados e tutoriais guiados também foi apontada como uma melhoria a ser considerada. Mais recursos multimídia podem auxiliar na navegação e no entendimento do acervo, tornando a plataforma mais acessível para utilizadores iniciantes e para aqueles que utilizam a litoteca em contextos educacionais, como professores do ensino fundamental que manifestaram interesse em utilizar o protótipo em sala de aula.

7. Conclusões e Trabalhos Futuros

O problema central que motivou esta investigação reside nas limitações de acesso a acervos locais de litotecas físicas que costumam ser restritas apenas a indivíduos que podem estar fisicamente presentes na instituição. Neste caso, utilizou-se a litoteca da FCUP como exemplo ilustrativo para representar uma litoteca científica, sem vínculo ou colaboração da faculdade. Com o objetivo de ampliar o acesso, este estudo propôs o desenvolvimento e a implementação de um protótipo digital acessível, interativo e intuitivo. A pesquisa buscou compreender as desvantagens do acesso físico tradicional à coleção, além de analisar a aceitação e a eficiência da solução digital sugerida para expandir o acesso e melhorar a vivência dos utilizadores.

A análise dos dados recolhidos por meio do questionário aplicado a alunos, professores e investigadores mostrou que o acesso físico à coleção da litoteca apresenta obstáculos notórios e frequentes. Entre os maiores problemas encontrados estão as dificuldades de deslocamento até as instalações físicas, principalmente para utilizadores que vivem fora da cidade ou mesmo do país, o que limita o uso da coleção a um grupo relativamente pequeno de pessoas. Além disso, as restrições de horário de funcionamento da litoteca e a necessidade de marcação prévia para consulta das amostras foram indicadas como barreiras que dificultam o acesso espontâneo e a utilização mais assídua da coleção.

Tais fatores, somados à falta de apoio técnico imediato e à complexidade em encontrar informações detalhadas sobre as amostras, prejudicam a utilização da litoteca e restringem o seu potencial como recurso para ensino e pesquisa. Os resultados confirmam a suposição inicial de que o acesso físico à coleção apresenta limitações para os utilizadores. A identificação desses entraves ressalta a importância de desenvolver estratégias digitais que permitam estender o acesso e reduzir as restrições da utilização exclusivamente presencial.

O protótipo desenvolvido mostrou-se bastante eficiente para superar estas limitações, ampliando o acesso à coleção. A plataforma digital proporcionou uma experiência de navegação intuitiva, que foi bastante valorizada pelos utilizadores. A organização das informações científicas foi considerada adequada e facilitou a compreensão do conteúdo, enquanto a qualidade da visualização das amostras, enriquecida por elementos multimídia como realidade aumentada e interatividade, contribuiu para uma experiência mais rica. Tais aspectos foram essenciais para que os utilizadores pudessem explorar a coleção de forma autónoma, sem a necessidade de deslocamento físico ou apoio presencial.

Os participantes avaliaram de forma positiva a facilidade de uso da plataforma digital. A percepção de que o acesso digital amplia as possibilidades em relação ao modelo físico foi amplamente confirmada, demonstrando que a solução tecnológica proposta atende às necessidades e expectativas dos utilizadores. Tal ampliação do acesso não se limita somente à facilidade de consulta remota. Ela também possibilita a possibilidade de explorar a coleção em diferentes contextos, como em casa, em sala de aula ou em ambientes de pesquisa, promovendo maior flexibilidade e inclusão.

Os resultados obtidos reforçam a ideia de que, ao digitalizar a coleção e criar uma plataforma online que seja fácil de usar, interessante e acessível a todos, é possível fazer com que mais pessoas tenham acesso ao acervo, usem-no com mais frequência, interajam de forma mais proveitosa e se sintam incluídas.

Ademais, a versão digital se mostrou capaz de proporcionar uma experiência mais dinâmica e interativa, o que pode aumentar o interesse dos utilizadores e aprofundar o conhecimento científico. Com recursos como zoom e fotos rotativas, os utilizadores puderam comparar amostras e observar detalhes que seriam difíceis de ver no modelo físico.

Embora a satisfação da maioria com a versão digital, os utilizadores identificaram oportunidades de melhoria que podem tornar a plataforma ainda mais funcional. As sugestões e feedbacks coletados mostram que, apesar de a solução atual ser positiva, ainda há espaço para aprimoramentos, garantindo que a plataforma atenda às necessidades de todos.

Diante do exposto, é possível considerar que os resultados principais deste estudo confirmam o que se esperava, mostrando que digitalizar a coleção de uma litoteca científica por meio de uma plataforma online é uma ótima maneira de facilitar o acesso ao conhecimento científico para todos, superar os problemas do modelo físico e tornar a experiência mais inclusiva, interativa e enriquecedora para quem estuda e pesquisa.

7.1 Implicações acadêmicas, científicas e sociais

Os resultados deste estudo possuem diversas implicações relevantes para a academia, a ciência e a sociedade. Do ponto de vista acadêmico, a digitalização do acervo da litoteca representa uma inovação que pode facilitar o acesso a materiais científicos para o ensino e a pesquisa entre estudantes, professores e investigadores. A plataforma digital pode servir como um recurso pedagógico complementar com maiores possibilidades de aprendizagem e investigação em geociências e áreas afins.

Cientificamente, a disponibilização digital do acervo também contribui para a preservação do patrimônio científico, reduzindo o desgaste físico das amostras e permitindo o compartilhamento de dados e imagens em alta resolução com uma comunidade, inclusive, internacional. Isso pode fomentar colaborações, acelerar descobertas e ampliar o impacto das coleções científicas.

Socialmente, a democratização do acesso ao acervo por meio da plataforma digital promove inclusão, ao possibilitar que utilizadores com limitações geográficas, físicas ou temporais possam usufruir dos recursos da litoteca. Essa acessibilidade contribui para a disseminação do conhecimento científico e para a valorização do patrimônio cultural e científico da instituição, fortalecendo o vínculo entre a universidade e a sociedade.

7.2 Sugestões de continuidade e expansão do projeto

Para dar continuidade e expandir os resultados alcançados, recomenda-se a implementação das melhorias sugeridas pelos utilizadores. Outro caminho importante é a realização de estudos longitudinais para avaliar o impacto da plataforma digital ao longo do tempo, monitorando o uso, a satisfação dos utilizadores e os benefícios acadêmicos e científicos gerados. A promoção de parcerias com outras instituições e a abertura da plataforma para a comunidade externa também podem ampliar o alcance e a relevância do projeto.

Além disso, ressalta-se a importância de futuramente estabelecer contato direto com a Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) e com a própria litoteca científica, a fim de apresentar o protótipo desenvolvido e avaliar a viabilidade de uma futura colaboração. Esse passo pode abrir a oportunidade de uma validação institucional e potenciais parcerias que consolidem o projeto em âmbito acadêmico.

Em caso positivo referente à uma possível colaboração e parceria, recomenda-se investir em ações de divulgação para garantir que o público-alvo conheça e saiba utilizar plenamente a plataforma, contribuindo para a sustentabilidade e evolução do projeto. Exemplos dessas ações incluem a realização de workshops e webinars para divulgação aos utilizadores, a promoção de campanhas informativas em redes sociais e canais institucionais, além da oferta de suporte técnico contínuo por meio de chat ou fóruns de dúvidas.

A promoção de parcerias com outras instituições acadêmicas, centros de pesquisa e museus também pode ampliar o alcance e a relevância do projeto, possibilitando a integração de diferentes acervos e a criação de uma rede colaborativa para o compartilhamento de recursos digitais. A abertura da plataforma para a comunidade externa, incluindo escolas, profissionais da área e o público em

geral, pode contribuir para a democratização do conhecimento e o fortalecimento do vínculo entre a universidade e a sociedade.

8. Referências

Bischoff, J., & Fountain, A. (2019). "Digital Strategies for the Curation of Digital Heritage Collections." *Library & Information Science Research*, 41(2), 129-136. doi:10.1016/j.lisr.2019.03.006.

BRODY, Tim; HARNAD, Stevan. The research impact cycle. Disponível em: <http://opcit.eprints.org/feb19oa/harnad-cycle.ppt>. Acesso em: 17 set 2004 apud COSTA, Sely M. S. O novo papel das tecnologias digitais na comunicação científica. In: MARCONDES, Carlos H.; KURAMOTO, Hélio; TOUTAIN, Lídia Brandão; SAYÃO, Luís (Org.). *Bibliotecas digitais: saberes e práticas*. Salvador: UFBA; Brasília: IBICT, 2006. p. 165-183.

Colturato, S. C. O., et al. (2012). Projeto Litoteca: construindo e preservando o conhecimento geológico e paleontológico da região do Araguaia. Disponível em: https://serex2012.proec.ufg.br/up/399/o/SILVIO_CESAR_OLIVEIRA_COLTURATO.pdf

Cybis, W., Betiol, A. H., & Faust, R. (2007). *Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações*. São Paulo, SP: Novatec. ISBN 9788575221389.

Gomes, D. S., & Freitas, N. (2018). A preservação de coleções universitárias: o registro de acervos em plataformas digitais como fonte de informação. *Ventilando Acervos*, 6(1), 54-60.

Haag, N. A., & Henriques, M. H. (2016). The paleontological heritage of the Acre (Amazonia, Brazil): contribution towards a national paleontological database. *Geoheritage*, 8, 381–39.

Kalfatovic, M. R., Kapsalis, E., Spiess, K., Van Camp, A., Edson, M., & Thorson, T. (2020). "Creating a Web of Evidence: Enhancing National History Museum Digital Collections for the Web." *Journal of Digital Information Management*, 18(1), 4-17.

Nascimento, M. A. L., Ruchkys, U. A., & Mantesso-Neto, V. (2008). *Geodiversidade, geoconservação e geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia.

NUNES, Flávio Humberto Cabral. Desenvolvimento de aplicações hipermídia para gerenciamento de documentos multimídia e preservação de acervos digitais: um estudo de caso no Cecor. 2005. 86 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Ciência da Computação, Belo Horizonte, 2005.

Oxford, R., & Garnett, N. (2018). "Museum Collections on the Move: Connecting Museum Collections with Public Audiences through Digital Curation." *Museum Management and Curatorship*, 33(5), 455-470. doi:10.1080/09647775.2018.1496353.

Parry, R. (2010). *Museums in a Digital Age*. London: Routledge. ISBN: 978-0415567324.

Ray, J. (Ed.). (2016). *Research, Record, Respond: Frameworks for the Digitalization of Heritage*. Burlington: Ashgate. Publishing. ISBN: 978-1409449055.

Smithsonian Institution. (n.d.). Collections Search Center. Smithsonian Institution. <https://collections.si.edu/>

Smithsonian Institution. (n.d.). Smithsonian National Museum of Natural History – Department of Mineral Sciences. Smithsonian Institution. <https://geogallery.si.edu/>

The British Museum. (n.d.). The British Museum - Collection Online. The British Museum. <https://www.britishmuseum.org/collection/galleries/prints-and-drawings-virtual-gallery>

University of Arizona. (n.d.). Digital Geology Collections. University of Arizona. <https://musnaz.org/collections/our-collections/geology-and-paleontology-2/geology-paleontology-collection/>

University of Oxford. (n.d.). Geological Digital Collection. University of Oxford. <https://digital.bodleian.ox.ac.uk/>

Wever, P. de, & Guiraud, M. (2018). Geoheritage and museums. *Geoheritage*, 129-145.

Torres, C. F. (2017). Hacia una concepción integral del patrimonio universitario: el caso de la Universidad de La Habana. In: Granato, M.; Ribeiro, E. S.; Araújo, B. M. (Org.). *Cadernos do patrimônio da ciência e tecnologia: instituições, trajetórias e valores*. Rio de Janeiro: MAST, p. 49–81.

Zara. (n.d.). Zara Official Website. <https://www.zara.com>

Apêndice A: Questionários Aplicados

02/09/2025, 18:40

Acesso e Experiência com a Litoteca da FCUP

Acesso e Experiência com a Litoteca da FCUP

Este questionário tem como objetivo avaliar o acesso ao acervo físico da Litoteca da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), localizado na cidade do Porto, em Portugal e também avaliar a sua interação com o protótipo digital que desenvolvemos.

Sua participação é voluntária e as respostas serão utilizadas apenas para fins académicos.

O formulário é dividido em três partes:

Bloco 1: informações sobre seu perfil académico ou profissional

Bloco 2: sua experiência com o acesso físico à litoteca.

Bloco 3: sua experiência após interagir com o protótipo digital da litoteca.

Instruções importantes:

- Responda todas as perguntas com atenção, utilizando a escala indicada quando aplicável;
- Para o Bloco 3, certifique-se de explorar o protótipo digital antes de responder;
- Todas as respostas são confidenciais.

A Litoteca da FCUP, localizada no Porto, reúne e preserva amostras geológicas, como minerais e rochas, e apoia a formação académica e a pesquisa científica em Portugal e no mundo. Com a digitalização do acervo, ampliamos o acesso ao conhecimento, tornando-o interativo, acessível e sem barreiras geográficas, preservando ao mesmo tempo a integridade do material físico.

* Indica uma pergunta obrigatória

Bloco 1 - Perfil Académico e Profissional

<https://docs.google.com/forms/d/1ajW72HPInar5FFgIObKNoxTdV5k8DAxNgCvzr75QcaQ/edit>

1/6

1. 1. Selecione a opção que melhor descreve sua situação académica ou profissional:

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Estudante de graduação
- ☐ Graduado(a) / Bacharel
- ☐ Estudante de pós-graduação (mestrado ou doutorado)
- ☐ Mestre ou doutor(a)
- ☐ Professor(a) ou pesquisador(a)
- ☐ Outra: _____

2. 2. Área de estudo ou atuação:

3. 3. País de residência atual: *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Portugal
- ☐ Outra: _____

Bloco 2 - Experiência atual com o Acesso Físico à Litoteca da FCUP

Instrução:

Responda às próximas perguntas pensando **apenas no acesso físico à litoteca** (visitas presenciais, deslocamento, horários e uso das amostras).

Use a escala de 1 a 5:

- 1 = Discordo totalmente
- 2 = Discordo parcialmente
- 3 = Neutro/Indiferente
- 4 = Concordo parcialmente
- 5 = Concordo totalmente

4. 1. O acesso físico à litoteca (considerando horários e deslocamento) é fácil. *

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

5. 2. Tenho acesso suficiente às amostras quando utilizo a litoteca presencialmente. *

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

6. 3. O modelo atual (apenas físico) limita minha utilização do acervo para fins de estudo e pesquisa. *

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

7. 4. O modelo físico da litoteca permite acesso satisfatório às amostras e informações que preciso. *

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

8. 5. Quais dificuldades ou limitações você percebe ao acessar fisicamente a litoteca? Descreva livremente sua experiência. *

Bloco 3 - Experiência com o Protótipo Digital da Litoteca da FCUP

Instrução:

Antes de responder às próximas perguntas, acesse e interaja com o protótipo digital da litoteca da FCUP.

[\[Clique aqui para explorar o protótipo\]](#)

Explore as funcionalidades disponíveis, visualize amostras, utilize filtros e navegue pelas informações. Depois de explorar o protótipo, avance para responder as perguntas do **Bloco 3**.

Use a escala de 1 a 5 para cada questão, sendo:

- 1 = Discordo totalmente
- 2 = Discordo parcialmente
- 3 = Neutro/Indiferente
- 4 = Concordo parcialmente
- 5 = Concordo totalmente

9. 6. A navegação no protótipo digital foi fácil e intuitiva. *

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

10. 7. As informações científicas apresentadas no protótipo estão organizadas de forma clara. *

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

11. 8. A visualização digital das amostras (imagens, interatividade) foi satisfatória. *

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

12. 9. O protótipo digital amplia meu acesso ao acervo em relação ao modelo físico. *

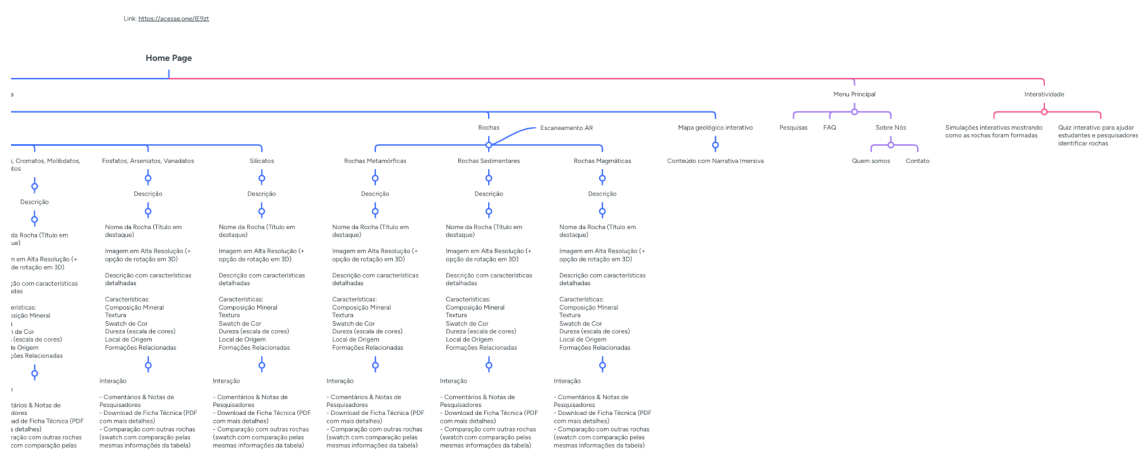
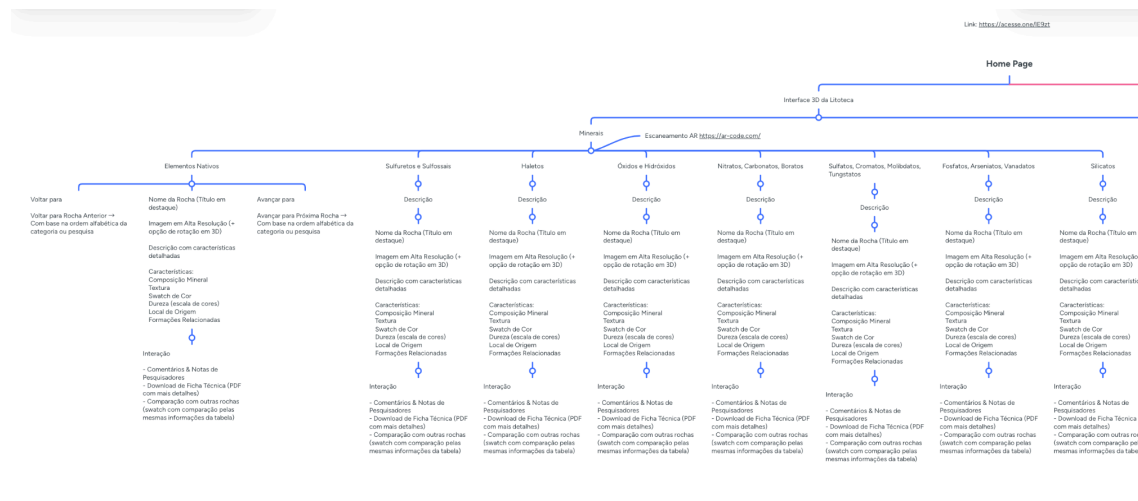
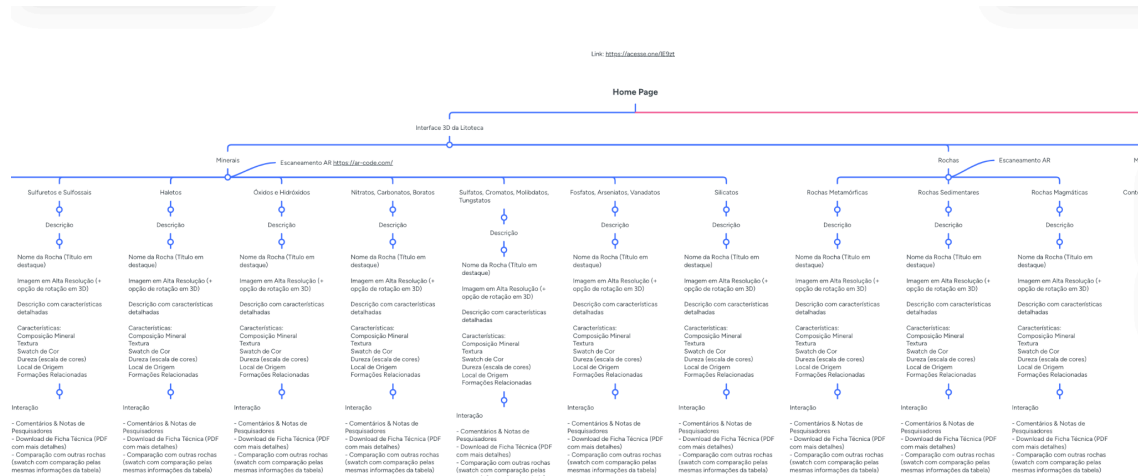
1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

13. 10. Quais melhorias você sugere para a versão digital da litoteca? *

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.

Google Formulários

Apêndice B: Workflows



Apêndice C: Wireframes

✉ info@gmail.com

Litoteca Digital da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Botão

✉ info@gmail.com



Litoteca Digital da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Idioma 1

Idioma 2

Idioma 3

Idioma 4



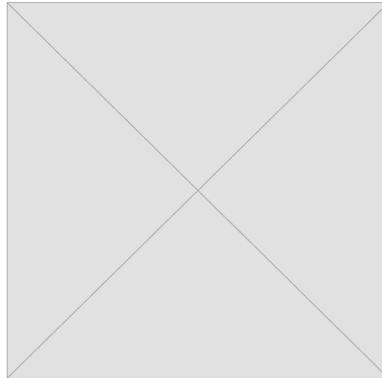


Litoteca Digital

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Como funciona?



ABOUT US

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur. Hac elementum amet mi vitae. Leo posuere congue viverra vitae aliquam est non adipiscing. Odio parturient pharetra purus elit enim. Aliquam sit eget odio adipiscing. Id fusce volutpat varius ornare faucibus ipsum cursus. Bibendum non cursus massa justo.

Urna ipsum nunc nulla vel senectus diam id quam malesuada. At non eu aliquam ac at. Pharetra sed lacus sem risus semper facilisis vel. Diam amet metus nunc imperdiet ut. Placerat est curabitur eget senectus lacus amet ipsum laculis. Nulla turpis nunc nibh sed ullamcorper sed. Risus lectus in risus condimentum. Vel mus tellus tincidunt praesent id amet convallis. Auctor habitasse quam id morbi est nec porttitor ante. Ut amet aliquam turpis lacus laoreet. Diam elementum dignissim accumsan lorem. Lobortis augue nunc eget etiam at suspendisse metus. Nibh purus nec vel aliquam massa et enim. Sed posuere etiam pellentesque senectus tellus.

Neque nec accumsan tincidunt phasellus dui nam. Ornare amet pharetra et rutrum. Porttitor lorem fusce bibendum a diam. Malesuada nam hendrerit malesuada nulla pellentesque. Amet massa aliquam gravida.



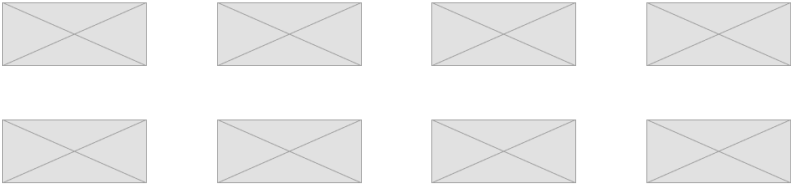


Simulação Rochas





Quizzes



Visit Us



Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt.



Litoteca Digital

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Como funciona?

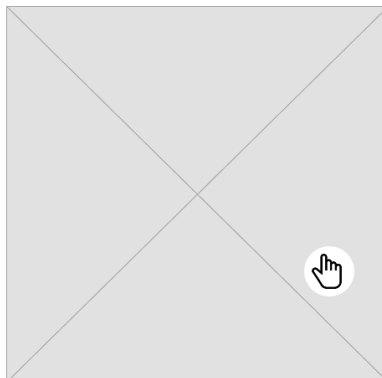


Litoteca Digital

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Como funciona?





Minerais

Textura	Cor	Dureza	Local de Origem
---------	-----	--------	-----------------



Textura (Ordem Alfabética)

Tipo de Textura 1	Tipo de Textura 2	Tipo de Textura 3	Tipo de Textura 4
Sulfuretos e Sulfossais Haletos Óxidos e Hidróxidos	Sulfuretos e Sulfossais Haletos Óxidos e Hidróxidos	Sulfuretos e Sulfossais Haletos Óxidos e Hidróxidos	Sulfuretos e Sulfossais Haletos Óxidos e Hidróxidos
			

Sulfuretos e Sulfossais

United States

Textura
Lorem ipsum dolor sit amet.

Cor

Dureza

Composição Mineral
Lorem ipsum dolor sit amet.

Formações Relacionadas
Lorem ipsum dolor sit amet lorem ipsum dolor sit amet lorem ipsum dolor sit amet lorem ipsum dolor sit amet.

Download Comments App

Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet.

Litoteca Digital

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.

Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Como funciona?

Gaveta

Sulfuretos e Sulfossais

Sulfuretos e Sulfossais

United States

Textura
Lorem ipsum dolor sit amet.

Cor

Dureza

Composição Mineral
Lorem ipsum dolor sit amet.

Formações Relacionadas
Lorem ipsum dolor sit amet lorem ipsum dolor
sit amet lorem ipsum dolor sit amet lorem
ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet.

Sulfuretos e Sulfossais

omentários

Sed ut perspiciatis

Nemo enim ipsam voluptatem
quia voluptas sit nemo enim
ipsam voluptatem quia voluptas
sit quia voluptas sit.

Sed ut perspiciatis

Nemo enim ipsam voluptatem
quia voluptas sit nemo enim
ipsam voluptatem quia voluptas
sit quia voluptas sit.

Sed ut perspiciatis

Nemo enim ipsam voluptatem
quia voluptas sit nemo enim
ipsam voluptatem quia voluptas
sit quia voluptas sit.

Sulfuretos e Sulfossais

United States

Textura
Lorem ipsum dolor sit amet.

Cor

Dureza

Composição Mineral
Lorem ipsum dolor sit amet.

Formações Relacionadas
Lorem ipsum dolor sit amet lorem ipsum dolor
sit amet lorem ipsum dolor sit amet lorem
ipsum dolor sit amet.

Download

Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet.

Comparação

Sulfuretos e Sulfossais

United States

Search

Textura
Lorem ipsum dolor sit amet.

Composição Mineral
Lorem ipsum dolor sit amet.

Cor

Formações Relacionadas
Lorem ipsum dolor sit amet lorem
ipsum dolor sit amet lorem.

Dureza

 Comparação

Sulfuretos e Sulfossais

United States

Textura

Lorem ipsum dolor sit amet.

Composição Mineral

Composições Minerais
Lorem ipsum dolor sit amet.

Cor



Dureza



Formações Relacionadas

Formações relacionadas
Lorem ipsum dolor sit amet lorem
ipsum dolor sit amet lorem.

Haletos
Italy

Italy

Textura

Lorem ipsum dolor sit amet.

Composição Mineral

Composição Mineral
Lorem ipsum dolor sit amet.

Cor



Dureza



Formações Relacionadas

Formações relacionadas
Lorem ipsum dolor sit amet lorem
ipsum dolor sit amet lorem.

Haleto

Italy

Textura

Lorem ipsum dolor sit amet.

Cor



Durezza



Composição Mineral

Lorem ipsum dolor sit amet.

Formações Relacionadas

Lorem ipsum dolor sit amet lorem ipsum dolor
 sit amet lorem ipsum dolor sit amet lorem
 ipsum dolor sit amet.



Lorem ipsum dolor sit amet.



Lorem ipsum dolor sit amet.



Apêndice D: Design do Protótipo





A Litoteca da FCUP é um acervo dedicado à preservação e estudo de amostras geológicas, incluindo minerais e rochas, organizadas para garantir sua conservação.

Esse acervo é essencial para a formação de estudantes e para o trabalho de pesquisadores e de instituições, servindo como recurso pedagógico e científico de referência.

Como funciona?



Sobre Nós

A Litoteca da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) é um acervo científico dedicado à preservação, estudo e catalogação de amostras geológicas, incluindo minerais e diferentes tipos de rochas.

Nosso objetivo é fornecer recursos para a formação acadêmica e para pesquisas científicas, servindo como referência pedagógica e científica para estudantes, professores e pesquisadores de Portugal e do mundo.

Com a digitalização do acervo, buscamos ampliar o acesso ao conhecimento, permitindo que qualquer usuário explore nossas amostras de forma interativa, intuitiva e sem limitações geográficas ou de horário, preservando ao mesmo tempo a integridade do material físico.

Nosso compromisso é unir tradição científica e inovação digital para promover aprendizagem, pesquisa e descoberta.



[info@gmail.com](#)[Pesquisar](#) [Q](#)[Sobre](#)[Interatividade](#)[Visite-nos](#)



Interatividade

Interaja com rochas e minerais digitalmente ou teste seu conhecimento com quizzes interativos:

[Explorar 3D](#)[Testar Conhecimentos](#)



[info@gmail.com](#)[Pesquisar](#) [Q](#)[Sobre](#)[Interatividade](#)[Visite-nos](#)



Simulação em 3D

Escolha um tipo de rocha para visualizar:



Rochas Magmáticas

Rochas Metamórficas

Rochas Sedimentares

122

info@gmail.com

[Sobre](#)
[Interatividade](#)
[Visite-nos](#)




Quizzes Interativos

Escolha um quiz:



Minerais



Rochas



Geologia



info@gmail.com

[Sobre](#)
[Interatividade](#)
[Visite-nos](#)




Visite-nos



A Litoteca está situada na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto – Edifício FC1, na Rua do Campo Alegre, s/n, 4169-007, Porto, Portugal.

Obs.: O acesso físico ao espaço é feito mediante horário agendado para consulta ou estudo.
Telefone: +351 22 040 2000

info@gmail.com

Nitratos, Carbonatos, Boratos...

Pesquisar Q

SobreInteratividadeVisite-nos

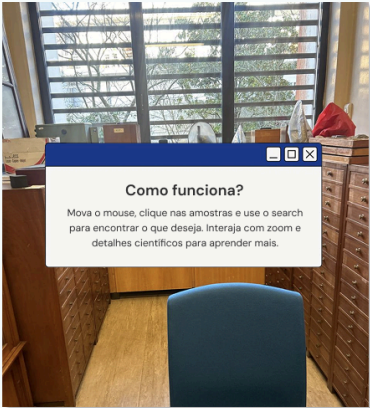




A Litoteca da FCUP é um acervo dedicado à preservação e estudo de amostras geológicas, incluindo minerais e rochas, organizadas para garantir sua conservação.

Esse acervo é essencial para a formação de estudantes e para o trabalho de pesquisadores e de instituições, servindo como recurso pedagógico e científico de referência.

Como funciona?



Como funciona?

Mova o mouse, clique nas amostras e use o search para encontrar o que deseja. Interaja com zoom e detalhes científicos para aprender mais.



info@gmail.com

Nitratos, Carbonatos, Boratos...

Pesquisar Q

SobreInteratividadeVisite-nos





A Litoteca da FCUP é um acervo dedicado à preservação e estudo de amostras geológicas, incluindo minerais e rochas, organizadas para garantir sua conservação.

Esse acervo é essencial para a formação de estudantes e para o trabalho de pesquisadores e de instituições, servindo como recurso pedagógico e científico de referência.

Como funciona?





info@gmail.com

Nitratos, Carbonatos, Boratos...

Pesquisar Q

Sobre

Interatividade

Visite-nos





**LITOTECA
DIGITAL
FCUP**

A Litoteca da FCUP é um acervo dedicado à preservação e estudo de amostras geológicas, incluindo minerais e rochas, organizadas para garantir sua conservação.

Esse acervo é essencial para a formação de estudantes e para o trabalho de pesquisadores e de instituições, servindo como recurso pedagógico e científico de referência.

Como funciona?






info@gmail.com

Nitratos, Carbonatos, Boratos...

Pesquisar Q

Sobre

Interatividade

Visite-nos



Rochas

Explore todos os tipos de rochas!



Magmáticas

Ver Mais



Metamórficas

Ver Mais



Sedimentares

Ver Mais




info@gmail.com[Pesquisar](#) [Sobre](#) [Interatividade](#) [Visite-nos](#)



Rochas Magmáticas



Andesito
Chile

[Ver Mais](#)



Basalto
Portugal

[Ver Mais](#)



Chlorite Schist
Estados Unidos

[Ver Mais](#)



Gabro
Portugal

[Ver Mais](#)



Granito
Brasil

[Ver Mais](#)



info@gmail.com[Pesquisar](#) [Sobre](#) [Interatividade](#) [Visite-nos](#)





A Litoteca da FCUP é um acervo dedicado à preservação e estudo de amostras geológicas, incluindo minerais e rochas, organizadas para garantir sua conservação.

Esse acervo é essencial para a formação de estudantes e para o trabalho de pesquisadores e de instituições, servindo como recurso pedagógico e científico de referência.

[Como funciona?](#)



Chlorite Schist
Estados Unidos

[Ver Mais](#)

[Explorar todas as Rochas](#)[Explorar todos os Minerais](#)

info@gmail.com

Nitratos, Carbonatos, Boratos...Pesquisar Q

SobreInteratividadeVisite-nos



Chlorite Schist

Estados Unidos

Textura
Foliada (xistosa) e apresenta brilho sedoso a nacarado.

Cor


Dureza
 2 a 3,5 na Escala de Mohs.

Composição Mineral
Principal: Clorita (mineral verde lamelar)

Formações Relacionadas
Forma-se por metamorfismo regional de baixo a médio grau, a partir de rochas máficas ricas em magnésio e ferro, geralmente em cinturões orogênicos.





Veja no mapa onde o **Chlorite Schist** pode ser encontrado!

Escaneie e veja o **Chlorite Schist** em tamanho real!



[Explorar todas as Rochas](#)[Explorar todos os Minerais](#)



info@gmail.com

Nitratos, Carbonatos, Boratos...Pesquisar Q

SobreInteratividadeVisite-nos



Chlorite Schist

Estados Unidos

Contribuições de Pesquisadores e Alunos

«

O Chlorite Schist apresenta uma foliação bem definida, o que evidencia a intensidade do metamorfismo nesta região.

É fascinante observar como as condições de pressão e temperatura moldaram sua estrutura.

Dr. Jaque Silva - Geóloga
24 de setembro de 2024

Durante meu trabalho de campo, notei que o Chlorite Schist varia bastante em cor dependendo da presença de minerais acessórios.

Isso é um ótimo ponto para estudos de mineralogia aplicada.

Vilmar Pereira - Estudante
03 de maio de 2025

A textura característica deste xisto nos ajuda a compreender melhor os processos geológicos que atuaram na formação das cadeias montanhosas locais. Contribuições como essa permitem integrar observações de campo com análises laboratoriais.

Daniel - Pesquisador
22 de setembro de 2023

»



127

info@gmail.com

Nitratos, Carbonatos, Boratos...Pesquisar Q

SobreInteratividadeVisite-nos



Chlorite Schist

Estados Unidos

Textura
Foliada (xistosa) e apresenta brilho sedoso a nacarado.

Cor


Dureza
 2 a 3,5 na Escala de Mohs.

Composição Mineral
Principal: Clorita (mineral verde lamelar)

Formações Relacionadas
Forma-se por metamorfismo regional de baixo a médio grau, a partir de rochas máficas ricas em magnésio e ferro, geralmente em cinturões orogênicos.





Veja no mapa onde o **Chlorite Schist** pode ser encontrado!



Escaneie e veja o **Chlorite Schist** em tamanho real!



[Explorar todas as Rochas](#)[Explorar todos os Minerais](#)



info@gmail.com

SobreInteratividadeVisite-nos



Comparação Visual e Científica



Chlorite Schist

Estados Unidos



Textura Foliada (xistosa)	Cor 	Dureza  2 a 3,5
Composição Mineral Clorita (min. verde lamelar)	Formações Relacionadas Metamorfismo de rochas máficas em regiões orogênicas	

Pesquisar Q

128



Comparação Visual e Científica



Chlorite Schist

Estados Unidos



Textura
Foliada (xistosa)

Cor
●●●●

Dureza
2 a 3,5

Composição Mineral
Clorita (min. verde lamelar)

Formações Relacionadas
Metamorfismo de rochas máficas em regiões orogénicas

Basalto

Portugal



Textura
Fina (afanítica)

Cor
●●●●

Dureza
6,0

Composição Mineral
Ferro e magnésio

Formações Relacionadas
Colunas prismáticas, derrames de lava e plat. vulcânicas.



Basalto

Portugal

Textura
Fina (afanítica), com cristais quase imperceptíveis.

Cor
●●●●●

Dureza
6 na Escala de Mohs.

Composição Mineral
Rico em ferro e magnésio

Formações Relacionadas
Forma-se como colunas basálticas prismáticas, derrames de lava e plataformas vulcânicas, além de ser comum na crosta oceânica.



Veja no mapa onde o **Basalto** pode ser encontrado!



Escaneie e veja o **Basalto** em tamanho real!



Explorar todas as Rochas

Explorar todos os Minerais



info@gmail.com
Nitratos, Carbonatos, Boratos...
Pesquisar
Sobre
Interatividade
Visite-nos

Basalto

Portugal

Textura
Fina (afanítica), com cristais quase imperceptíveis.

Cor

Dureza
 6 na Escala de Mohs.

Composição Mineral
Rico em ferro e magnésio

Formações Relacionadas
Forma-se como colunas basálticas prismáticas, derrames de lava e plataformas vulcânicas, além de ser comum na crosta oceânica.

Veja no mapa onde o **Basalto** pode ser encontrado!

Escaneie e veja o **Basalto** em tamanho real!

[Explorar todas as Rochas](#)

[Explorar todos os Minerais](#)

info@gmail.com
Nitratos, Carbonatos, Boratos...
Pesquisar
Sobre
Interatividade
Visite-nos

Chlorite Schist

Estados Unidos

Textura
Foliada (xistosa) e apresenta brilho sedoso a nacarado.

Cor

Dureza
 2 a 3,5 na Escala de Mohs.

Composição Mineral
Principal: Clorita (mineral verde lamelar)

Formações Relacionadas
Forma-se por metamorfismo regional de baixo a médio grau, a partir de rochas máficas ricas em magnésio e ferro, geralmente em cinturões orogênicos.

Veja no mapa onde o **Chlorite Schist** pode ser encontrado!

Escaneie e veja o **Chlorite Schist** em tamanho real!

[Explorar todas as Rochas](#)

[Explorar todos os Minerais](#)

Apêndice E: Exemplos de Fotografias das Amostras







