

18º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental

DESVENDANDO O MISTÉRIO DA AREIA MONAZÍTICA

Pedro Henrique Uliana de Oliveira¹; Aira Beatriz Cardoso de Souza² Danielle Alessandra Pereira de Brito³

RESUMO

Este projeto objetiva esclarecer as propriedades da areia monazítica e do mineral monazita, abordando suas características, aplicações e implicações, e promovendo uma compreensão precisa para evitar a disseminação de informações incorretas. A pesquisa foi conduzida em várias etapas, começando com uma revisão bibliográfica aprofundada para coletar informações científicas sobre a composição, origem e usos desses materiais. Em seguida, amostras de areia monazítica foram coletadas e analisadas utilizando técnicas laboratoriais apropriadas para a idade do aluno pesquisador. Um questionário foi desenvolvido e aplicado para 100 pessoas para avaliar o conhecimento público sobre a areia monazítica e a monazita, identificando percepções e mitos comuns. Os dados obtidos foram analisados para identificar padrões e fornecer uma base para a elaboração de três artigos informativos escritos pelo próprio aluno que escreveu sobre a areia monazítica, a monazita e aspectos gerais da geologia desses materiais. Além disso, foi criada a primeira etapa do museu virtual interativo para oferecer uma plataforma digital acessível, onde os usuários poderão explorar visual e textualmente as características da areia monazítica e da monazita. Este museu virtual continua em desenvolvimento como uma ferramenta educacional para ampliar o conhecimento e a compreensão do público sobre esses temas. Como resultado, foi possível destacar a importância da iniciativa de criar um Museu Virtual adaptado para que estudantes e professores tenham acesso a informações confiáveis de forma lúdica e acessível, uma vez que o ensino de geociência na educação básica tem a necessidade de ser democratizado.

ABSTRACT

This project aims to clarify the properties of monazite sand and monazite mineral, addressing their characteristics, applications, and implications, and promoting accurate understanding to prevent the spread of misinformation. The research was conducted in several stages, beginning with an in-depth literature review to gather scientific information on the composition, origin, and uses of these materials. Then, monazite sand samples were collected and analyzed using suitable laboratory techniques for the student researcher's level. A questionnaire was developed and administered to 100 people to assess public knowledge about monazite sand and monazite, identifying common perceptions and myths. The data obtained were analyzed to identify patterns and provide a basis for writing three informative articles by the student researcher on monazite sand, monazite, and general geological aspects of these materials. Furthermore, the first stage of an interactive virtual museum was created to offer an accessible digital platform where users can explore the characteristics of monazite sand and monazite visually and textually. This virtual museum remains under development as an educational tool to broaden public knowledge and understanding of these topics. As a result, the importance of creating an adapted Virtual Museum was highlighted, allowing students and

¹ CENTRO DE ENSINO CHARLES DARWIN, (27) 99715-2594, pedrinhouliana2013@gmail.com

² Instituto Nacional Leva Ciência, (41) 99176-5475, airabeatrizpersonal@gmail.com

³ Instituto Nacional Leva Ciência, (96) 98123-1087, levaciencia@gmail.com

teachers to access reliable information in a playful and accessible manner. This is particularly necessary since geoscience education in basic education needs to be democratized.

1. INTRODUÇÃO

A areia monazítica, encontrada em abundância nas praias do município de Guarapari, Espírito Santo, destaca-se por sua composição rica em minerais pesados, como ilmenita, granada, zirconita e monazita. Essa região, conhecida como “Cidade Saúde”, é tradicionalmente associada a alegadas propriedades terapêuticas de suas areias, embora tais atribuições permaneçam controversas no âmbito científico (BUENO, 2011, apud ZORDAN, 2023, p. 26). Apesar da baixa intensidade da radiação emitida pela areia monazítica, persiste o debate sobre seus potenciais efeitos à saúde, sendo frequentes os alertas quanto à necessidade de avaliações detalhadas sobre os riscos associados à exposição prolongada (ORLANDO, 2017; ORLANDO, 2016). Além das questões relacionadas à saúde, observa-se a disseminação de informações imprecisas sobre a natureza mineralógica da areia monazítica, especialmente no que diz respeito à identificação visual de seus constituintes. Observações realizadas com microscopia óptica revelaram que o brilho metálico característico das areias escuras de Guarapari é atribuído predominantemente à ilmenita, enquanto a monazita apresenta coloração âmbar, amarelada ou avermelhada, contrariando concepções populares.

Nesse contexto, este estudo propõe-se a investigar as propriedades físicas, químicas e mineralógicas da areia monazítica e do mineral monazita, bem como a analisar o entendimento popular acerca desses materiais. A pesquisa visa, ainda, desenvolver materiais educativos e um museu virtual interativo, com o objetivo de promover o acesso democratizado a informações precisas e fundamentadas sobre o tema. Dessa forma, busca-se contribuir para a superação de desinformações e para o fortalecimento do conhecimento geológico, especialmente em regiões de relevante interesse turístico e científico como Guarapari. A abordagem metodológica adotada fundamenta-se em fluxogramas e escrita estruturada, alinhando-se aos métodos científico e de engenharia para garantir a organização e a robustez do processo investigativo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A geologia e a mineração no Estado do Espírito Santo

Os primeiros estudos sobre a faixa costeira do Estado do Espírito Santo foram realizados por pesquisadores desde meados do século XIX, porém, com observações pontuais, sem a intenção de elaborar uma síntese regional. Lamego (1949) foi pioneiro na descrição da geomorfologia do estado, com breves menções à flora das restingas e manguezais. Abreu (1943), embora tenha explorado com mais detalhes a geomorfologia da região litorânea, também não forneceu informações sobre a vegetação local ou suas características fitofisionômicas.

O conhecimento geológico da faixa costeira do Espírito Santo, com diferenciação de suas diversas formações, foi inicialmente aprofundado por Charles Frederick Hartt, que chegou a Vitória em 1865, vindo da Província do Rio de Janeiro. Em 1870, Hartt publicou nos Estados Unidos um importante estudo intitulado *Geologia e Geografia Física do Brasil*, no qual descreve a paisagem física do Espírito Santo de maneira clara e acessível (HARTT, 1870). Em seu trabalho, ele menciona locais como o Penedo e a Baía de Vitória, além de referir-se ao Mestre Álvaro (ou Morro da Serra), descrevendo-o como “uma montanha de gnaiss”. Embora tenha superestimado sua altitude, estimando-a em 3.500 pés (mais de 1.000 metros), Hartt reforçou que a montanha era coberta por floresta e possuía plantações de café em suas encostas, corroborando observações anteriores (HARTT, 1870).

2.2. A Monazita

O Espírito Santo foi, no passado, um grande fornecedor de concentrados de monazita para a indústria mundial. As areias que contêm monazita na região geralmente apresentam coloração negra, sendo localmente conhecidas como “areia preta”. Associados ao mineral monazita, podem ocorrer na região os seguintes minerais: rutilo, ilmenita, granada, espinélio, magnetita, zircão, entre outros (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM, 2015). Estudos químicos já publicados indicam que as monazitas das praias de Guarapari contêm elementos como cério, gadolínio, lantânio, neodímio, praseodímio, samário e tório (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM, 2015). O nome “monazita” deriva do grego “*monazein*” (estar solitário), em alusão aos seus cristais isolados.

De acordo com a CPRM (2015), nas décadas de 1940 e 1950, diversos manifestos de mina e, posteriormente, portarias de lavra foram emitidos, no entanto, quase todos os processos hoje estão inativos, arquivados no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), atual Ministério de Minas e Energia. Os municípios de Guarapari, Vila Velha, Aracruz, Vitória, Serra e Linhares, entre outros, foram locais de exploração. Em 1972, a CPRM estudou detalhadamente a região do extremo sul baiano com o projeto Cumuruxatiba, focando nas areias pretas.

Conclui-se que os locais onde ocorrem as areias monazíticas são conhecidos desde o final dos anos 1960. No entanto, atualmente, as lavras estão paralisadas no Espírito Santo, com exceção da mina de Buena, no Rio de Janeiro, que ainda está em atividade (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM, 2015).

2.3. Caracterização da Monazita

Ribeiro et al (2014) descreve que os elementos de terras raras (ETRs) são amplamente encontrados na crosta terrestre e estão associados a uma variedade significativa de minerais, incluindo óxidos, carbonatos, silicatos e fosfatos. Eles ocorrem em mais de 160 minerais, entre os quais se destacam a monazita, a xenotima e a bastnaesita.

A monazita é um mineral e fosfato que contém predominantemente ETRs leves, apresentando cerca de 70% em termos de óxidos de terras raras (OTRs), com destaque para o cério (Ce), lantânio (La), praseodímio (Pr) e neodímio (Nd). Os depósitos conhecidos de monazita representam entre 83,55% e 94,5% do total de ETRs leves, sendo, portanto, considerada essencialmente um mineral de cério (RIBEIRO et al., 2014). Além disso, a monazita pode conter de 0,1% a 30% de tório, bem como uma quantidade variável de urânio, que pode chegar a até 1,5% (RIBEIRO et al., 2014).

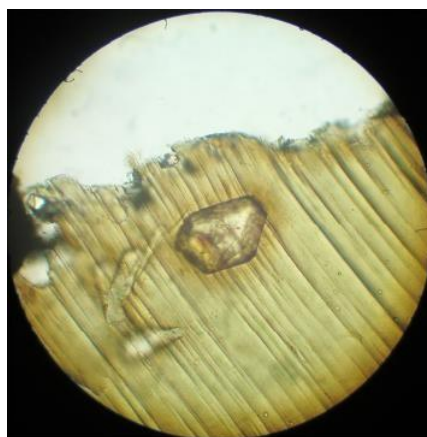


Figura 2 Grão de monazita em microscópio. Fonte: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2021.



Figura 3 (à esquerda) Cristal de monazita (Mina João Torres, Muqui, Espírito Santo). Fonte: Rob Lavinski & irocks.com, acesso em 20/09/2024.

Figura 4 (à direita) Grupo de cristais de monazita. Fonte: Andrea Ferrera, 2022).

A Figura 2 acima apresenta um grão de monazita na perspectiva microscópica que muitas vezes pode ser confundida com outros minerais. Já a Figura 3 apresenta um cristal de monazita extraído da Mina João Torres em Muqui, no Espírito Santo. A Figura 4 mostra um pedaço de monazita com um formato diferente se comparado à Figura 2. Isso se dá ao fato de dois aspectos chamados Fratura e Clivagem, sendo a fratura a forma que um mineral se rompe e a clivagem é a

capacidade do mineral se romper em planos paralelos dentro da classificação de rochas e minerais (RIGHI, acesso em 20, jul. 2024).

2.4. A areia monazítica e sua radiação

A monazita é um mineral notável por conter altos níveis de elementos radioativos da série do tório-232 (^{232}Th) (UNSCEAR, 1993). O Brasil destaca-se por possuir um dos maiores depósitos de monazita do mundo (Riedel & Eisenmenger, 1999). Esse mineral, que é um fosfato de terras raras, pode ser encontrado tanto em areias de praias quanto em certas rochas, sendo caracterizado pela presença de átomos radioativos de tório (^{232}Th) e urânio (^{238}U). Essas partículas radioativas estão presentes em praias como as de Guarapari, no Espírito Santo, Brasil, emitindo radiações cujas doses variam de acordo com as condições ambientais (Orlando et al., 2021).

Entre as diversas fontes de radiação natural às quais os seres vivos estão expostos, a areia monazítica é um exemplo. Com sua coloração escura, essa areia contém uma alta concentração de minerais pesados. Dentre esses minerais, destacam-se a ilmenita, de cor preta, composta por titânio, ferro e outros metais; a granada, vermelha, com alumínio, ferro, cobre, manganês e outros metais; a zirconita, de cor cinza; e, finalmente, a monazita, com sua tonalidade amareloescura. O nome “monazita” deriva do grego “monazein”, que significa “estar solitário”, sugerindo a raridade do mineral (Coelho et al., 2005).

Em Guarapari, Espírito Santo, a areia monazítica está presente em praias como a Praia da Areia Preta e a Praia de Meaípe. Essas áreas são conhecidas por atrair um grande número de turistas, especialmente no verão, quando a cidade pode receber mais de 500 mil visitantes. Guarapari tem aproximadamente 46 praias, sendo que as que contêm areias monazíticas recebem maior atenção (Orlando et al., 2018). Segundo Zordan (2023), em 2021, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE reportou que a cidade tinha uma população de 128.504 habitantes e uma área territorial de 589,825 km². A Praia de Meaípe, localizada nas coordenadas 20°44'17" S, 40°32'20" W, com cerca de 4 km de extensão, é famosa tanto por sua beleza natural quanto pela crença de que suas areias escuras possuem propriedades terapêuticas.

2.5. O Ensino de Geociências no contexto escolar

A análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) evidencia que as Geociências são tratadas de modo fragmentado no Ensino Fundamental, divididas entre Geografia e Ciências Naturais, o que dificulta a formação de um conhecimento integrado sobre o Sistema Terra e limita o desenvolvimento do estudante como cidadão crítico, especialmente diante de desafios e benefícios socioambientais (Toledo, 2005). As aulas dessas disciplinas ainda são predominantemente expositivas, devido à falta de laboratórios e à tradição pedagógica, o que reforça a necessidade de novas estratégias didáticas para uma aprendizagem mais eficiente (Alencar et al., 2012).

A insuficiência do ensino de Ciências é comprovada por avaliações nacionais e internacionais, como ENEM, SAEB e PISA, nas quais o Brasil apresenta desempenho insatisfatório, situando-se em posições inferiores no ranking global e evidenciando a necessidade de melhorias nos níveis de qualidade educacional. Órgãos governamentais reconhecem a importância das Geociências para a alfabetização científica, incluindo temas como estruturas e dinâmicas do Sistema Terra, tipos de rochas, circulação atmosférica e fenômenos naturais nos currículos do Ensino Básico (BRASIL, 2012; BRASIL, 2016).

A discussão sobre a inclusão das Ciências da Terra nos currículos escolares é antiga, datando da década de 1960 no Brasil, mas ainda persiste a ausência de uma abordagem sistêmica e interdisciplinar, tanto nos componentes curriculares quanto nos livros didáticos, que frequentemente apresentam erros conceituais (SANTANA; BARBOSA, 1993). Diante da carência de cultura geológica, autores defendem mudanças profundas no currículo escolar (Carneiro, Toledo e Almeida, 2004), ressaltando que os avanços científicos da Geologia raramente são incorporados de forma adequada ao Ensino Básico (Toledo, 2002).

Considerando esses desafios e a importância das Geociências como forma de alfabetização na linguagem da natureza, propõe-se uma pesquisa que visa contribuir para o aprimoramento do ensino-aprendizagem desse campo no contexto da escola básica.

2.6. A importância da escola no combate à desinformação e às Fake News

A crescente disseminação de discursos de ódio e desinformação no Brasil tem sido objeto de ampla documentação em estudos das áreas de comunicação, educação e ciências da saúde, caracterizando-se como um fenômeno multifacetado que demanda respostas integradas do Poder Público e da sociedade civil (SCHNEIDER 2022, apud GUAZINA, 2023). A implementação de políticas públicas intersetoriais e interministeriais é destacada como fundamental para o enfrentamento desse desafio, sendo o Projeto de Lei 2630/2020 um exemplo relevante de iniciativa legislativa voltada à criação de mecanismos legais para combater fake news e responsabilizar seus autores, proposta esta apoiada por associações acadêmicas, embora ainda não tenha sido votada na Câmara dos Deputados (GUAZINA, 2023).

No âmbito da sociedade civil, observa-se a mobilização em torno de iniciativas como a Rede Nacional de Combate à Desinformação (RNCD), criada em 2019, que organiza um repositório online de produções acadêmicas sobre o tema e articula redes, laboratórios, associações científicas e coletivos, evidenciando a necessidade de uma resposta coletiva e coordenada (GUAZINA, 2023; CERIGATTO, 2022).

A alfabetização midiática e informacional (AMI) é apontada por Soares (2016) como ferramenta estratégica no combate à desinformação, com experiências nacionais e internacionais demonstrando sua eficácia em fortalecer a resiliência social frente a conteúdos enganosos e prevenir a violência extremista, especialmente no contexto escolar (SOARES, 2016).

Fábio Pereira, do Observatório Internacional Estudantil da Informação – ObservInfo/UnB, reforça que a desinformação deve ser tratada como questão de interesse coletivo, em consonância com o conceito de Eric Neveu, que propõe a análise do problema no debate público, a mobilização da opinião social e a formulação de políticas públicas específicas.

Nesse contexto, Guazina (2023) ressalta a importância da consulta a documentos internacionais, como os elaborados pela UNESCO e pela União Europeia, que orientam a promoção da literacia digital e o enfrentamento da desinformação, oferecendo subsídios relevantes para o desenvolvimento de estratégias no Brasil, sobretudo para prevenir ataques violentos em instituições de ensino.

O relatório da European Commission (2022) enfatiza que a integração da literacia digital e do combate à desinformação nas práticas educacionais é essencial, impactando diretamente a formulação de políticas públicas no setor. O documento também aponta que, embora o trabalho de alfabetização digital nas escolas seja frequentemente centrado no professor, há carência de competências para criar ambientes de aprendizagem eficazes, nos quais os alunos possam se engajar ativamente com os temas de alfabetização digital e desinformação (European Commission, 2022).

3. METODOLOGIA

A metodologia foi organizada em seis etapas principais: revisão bibliográfica, coleta de amostras, análise de amostras, elaboração de questionário e análise de dados, culminando com a criação de artigos e o desenvolvimento de um museu virtual.

Inicialmente, foi realizado um levantamento de fontes acadêmicas para compreender a composição, origem e usos da areia monazítica e do mineral monazita. A pesquisa foi conduzida em artigos científicos, livros especializados e publicações relacionadas ao tema. O objetivo foi coletar informações detalhadas para a fundamentação desta pesquisa. Foram utilizados artigos presentes no Google Acadêmico, Scielo, e demais portais de divulgação científica.

Em seguida, foram obtidas amostras representativas de areia monazítica de praias localizadas nos municípios de Anchieta e Guarapari, no Espírito Santo. A coleta foi feita de forma controlada, utilizando espaçamento de 6 metros entre os pontos de amostragem para garantir a diversidade dos dados e a integridade das amostras. O processo de coleta seguiu as orientações do técnico do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA, presente conosco no momento da coleta.

As amostras coletadas foram submetidas a observações, onde primeiramente se utilizou um microscópio estudantil para investigar suas propriedades físicas de forma experimental.

Esta primeira análise permitiu identificar padrões de composição e variações entre as diferentes amostras, contribuindo para a compreensão das características da areia monazítica. Depois desta etapa, em parceria com o Centro de Ensino Charles Darwin, instituição a qual o pesquisador estuda, foi possível fazer a observação das amostras em laboratório, com o acompanhamento de uma técnica responsável pelo laboratório.

A figura acima mostra um dos equipamentos utilizados em laboratório para a melhor observação das amostras de areia, sendo este a lupa de laboratório.

Para complementar as análises técnicas, foi desenvolvido um questionário voltado ao público em geral. O questionário buscou avaliar o conhecimento e as percepções das pessoas sobre a areia monazítica e a monazita, bem como identificar mitos comuns. A aplicação do questionário forneceu dados qualitativos importantes sobre a compreensão popular desses materiais. As perguntas norteadoras foram:

1. Você já visitou alguma praia no Espírito Santo onde a areia é preta ou monazítica?
2. Você conhece o nome específico dado a esse tipo de areia?
3. Sabe por que essa areia tem a cor preta?
4. Caso você conheça a monazita, qual cor ela apresenta?
5. Você acredita que essa areia preta possui propriedades curativas?
6. Quais seriam as propriedades curativas?

Vale destacar que por ser uma pesquisa desenvolvida por um aluno do 6º ano do fundamental, tanto as perguntas quanto a delimitação do público ficou a critério do autor que optou pelas seguintes escolhas: Não considerar idade, gênero, nome, endereço e demais informações sensíveis.

Os dados obtidos a partir das análises laboratoriais e dos questionários foram organizados em gráficos para facilitar a interpretação e visualização dos resultados. A análise comparativa desses dados permitiu uma compreensão mais ampla sobre a areia monazítica, tanto em seus aspectos científicos quanto nas percepções do público.

Com base nas informações coletadas e analisadas, foram elaborados três artigos, abordando as propriedades da areia monazítica, as aplicações do mineral monazita, e aspectos gerais da geologia relacionados a esses materiais. Os artigos foram produzidos para um público não especializado, visando uma divulgação científica acessível.

Por fim, foi iniciado o desenvolvimento de um museu virtual interativo, que permite aos usuários explorar as características da areia monazítica e da monazita de maneira visual e textual. O museu inclui imagens e textos, mas ainda está em fase de desenvolvimento para ferramentas mais interativas. O Museu Virtual também será utilizado para divulgar as descobertas e artigos elaborados ao longo da pesquisa, além de servir como um recurso de aprendizado contínuo.

Essa metodologia integrada busca não apenas a investigação científica, mas também a disseminação do conhecimento sobre a areia monazítica e seus potenciais, por meio de diferentes mídias e estratégias educativas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa revelou a verdadeira coloração da Monazita e identificou a razão pela qual a areia monazítica apresenta uma coloração preta, além do mineral responsável por essa característica. Para compartilhar esse conhecimento de forma acessível, foram elaborados três artigos no Museu Virtual Brasileiro dos Pequenos Geólogos, visando permitir que crianças, adolescentes e educadores aprendam mais sobre areia monazítica, monazita e geologia de maneira geral. O Museu Virtual Brasileiro dos Pequenos Geólogos foi criado com o intuito de informar e educar sobre esses temas, promovendo um maior entendimento da geologia entre o público jovem e educadores.



Figura 10 Artigo no Museu Virtual Brasileiro dos Pequenos Geólogos. Fonte: Pedro Uliana.

A figura acima mostra o primeiro artigo do autor que detalha em suas palavras e entendimento o que é a monazita e a areia monazítica.

No que diz respeito ao questionário, ele foi aplicado via Google Formulário e divulgado com o apoio do Centro de Ensino Charles Darwin de Vila Velha, no Espírito Santo. No total, 100 pessoas responderam a ele, o que permitiu a elaboração e análise dos seguintes gráficos:

A análise dos dados obtidos por meio da aplicação de um questionário, respondido por 100 participantes, permite uma compreensão detalhada dos fenômenos investigados. A utilização desse instrumento possibilitou a coleta de informações quantitativas.

A amostra de 100 participantes foi selecionada de acordo com métodos apropriados de amostragem, garantindo representatividade e minimizando vieses, o que fortalece a validade dos resultados. A análise estruturada dos dados seguiu etapas metodológicas rigorosas, conforme preconizado pelas boas práticas de pesquisa científica, incluindo a organização sistemática das informações e a interpretação fundamentada dos achados.

Os resultados obtidos fornecem subsídios relevantes para a compreensão do tema estudado, permitindo identificar padrões, relações e possíveis implicações para a área de interesse. Dessa forma, a abordagem adotada assegura a robustez e a confiabilidade das conclusões apresentadas.

Esses resultados indicam que, embora exista um pequeno público seja cético, a percepção de que a areia preta/monazítica tem propriedades curativas é amplamente disseminada e aceita, com a maioria das pessoas acreditando em supostos benefícios não comprovados clinicamente e cientificamente.

5. CONCLUSÕES

O projeto investigou e destacou fatos importantes sobre a cor real da monazita e identificou o mineral responsável pela coloração preta da areia monazítica, a ilmenita. Além disso, o Museu Virtual Brasileiro dos Pequenos Geólogos foi desenvolvido e lançado, embora ainda esteja em fase de aprimoramento. Até o momento, três artigos e 4 atividades pedagógicas já foram desenvolvidos e disponibilizados para o museu, visando tornar o conteúdo acessível para crianças, adolescentes e educadores. O principal objetivo do projeto é combater a desinformação e fortalecer a educação geológica, contribuindo para uma compreensão mais ampla e precisa sobre o tema. Essa iniciativa educacional é um passo importante para que não só o povo capixaba, mas a comunidade em geral aprenda mais sobre a areia monazítica, seus componentes e suas verdadeiras propriedades, promovendo a educação geológica de forma lúdica e acessível.

A aplicação do questionário trouxe dados importantes: a maioria dos entrevistados acredita nas propriedades terapêuticas da areia preta/monazítica, apesar da ausência de comprovação científica. Isso reforça a necessidade de projetos como este para democratizar as informações corretas sobre as geociências. Com esse projeto, foi possível comprovar a relação entre a cor preta da areia e a presença do mineral ilmenita, o que esclarece a composição da areia monazítica, desmistificando percepções equivocadas que o público em geral possa ter sobre o mineral.

Além do museu virtual, o autor já tem trabalhado com postagens em redes sociais para expandir o alcance das informações. Esse esforço será complementado por palestras realizadas em escolas, o desenvolvimento de experimentos geológicos e a criação de atividades de geologia alinhadas à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ampliando ainda mais o impacto educacional do projeto.

Essa iniciativa se alinha diretamente ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 4 (ODS 4), que visa garantir uma educação inclusiva, equitativa e de qualidade, promovendo oportunidades de aprendizagem para todos. O projeto contribui para esse objetivo ao disponibilizar conteúdos geocientíficos de forma acessível, combatendo a desinformação e fomentando o pensamento crítico desde a infância. O desenvolvimento de materiais e atividades pedagógicas, além das palestras e experimentos, oferece uma plataforma de aprendizado integrada que beneficia estudantes, professores e a comunidade em geral, reforçando a importância de uma educação de qualidade e acessível para todos. Desta forma, o projeto não apenas esclarece mitos sobre a areia preta, mas também incentiva o interesse pelas geociências, estimulando uma nova geração de cientistas e educadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, S. F. **Feições morfológicas e demográficas do litoral do Espírito Santo**. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 215-234, abr./jun. 1943.

BRASIL. Ministério da Educação. (2018). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC. URL: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em 15 ago.2024.

BRASIL. **Lei n. 9394**: diretrizes e bases da educação nacional, promulgada em 20 de dezembro de 1996. Brasília: Editora do Brasil, 1996.

BUENO, B. **Guarapari**: muito mais que um sonho lindo. 1. ed. Brasília: Thesaurus Editora, 2011. 224 p.

COELHO, F. dos S.; COUCEIRO, P. R. da C.; LOPES, A. L.; FABRIS, J. D. **Óxidos de ferro e monazita de areias de praias do Espírito Santo**. Química Nova, v. 28, n. 2, p. 233-237, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S010040422005000200013>. Acesso em: [04, ago, 2024].

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM/SERVIÇO

GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geologia e recursos minerais do Estado do Espírito Santo**: texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais. Organizado por Valter Salino Vieira e Ricardo Gallart de Menezes. Belo Horizonte: CPRM, 2015.

EUROPEAN COMMISSION. Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture. **Final report of the Commission expert group on tackling disinformation and promoting digital literacy through education and training**.

Brussels: European Commission, 2022a. p. 72. Disponível em: <https://data.europa.eu/doi/10.2766/283100>. Acesso em: 14 ago. 2024.

GUAZINA, Liziane Soares. **Alfabetização midiática e informacional no combate à desinformação e à violência nas escolas**: uma proposta de agenda. Comunicação & Educação, v. 28, n. 2, p. 20-32, 2023.

HARTT, C. F. **Geology and physical geography of Brazil**. Boston: Fields Osgood, 1870. 620 p.

LAMEGO, A. R. **A faixa costeira de Vitória**. Boletim DGM.DNPM, Rio de Janeiro, n. 128, p. 68, 1949.

ORLANDO, M. T. D.; GALVÃO, E. S.; ORLANDO, C. G. P.; BASTOS, A. C.; QUARESMA, V. S. **Characterization of sediments from the Fundão Dam failure**. Blucher Physics Proceedings, São Paulo: Blucher, 2019. p. 1-6.

ORLANDO, M. T. D.; LAZZERINI, F. T.; DE PRÁ, W. **Avaliação de parâmetros físicos da Praia Areia Preta - Guarapari - ES - Brasil**. In: VII Encontro Científico de Física Aplicada, 2016, Espírito Santo. Blucher Physics Proceedings. Disponível em:

<https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/avaliacao-de-parametros-fisicos-da-praia-areia-preta-guarapari-es-brasil-25243>. Acesso em: 27 jul. 2024.

ORLANDO, M. T. D.; PASSOS, C. A. C.; ORLANDO, C. G. P.; PASSAMAI, J. L.; SANTOS, M. A. **Correlation between breast cancer and radiation level of Guarapari City – ES – Brazil**. Blucher Physics Proceedings, 2014, p. 41-43. Disponível em: <https://doi.org/10.5151/phypro-ecfa-020>.

PEDRINACI, Emilio. **La geología en el bachillerato**. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, v. 10, n. 10.2, p. 125-133, 2002.

SANTANA, José C. B.; BARBOSA, Liana M. **A realidade do ensino de geociências no 2º grau em Feira de Santana–Bahia**. Revista Brasileira de Geociências, v. 23, n. 1, p. 98-106, 1993.

CARNEIRO, C. D. R.; TOLEDO, M. C. M.; DE ALMEIDA, F. F. M. **Dez motivos para a inclusão de temas de Geologia na Educação Básica**. Revista Brasileira de Geociências, v. 34, n. 4, p. 553-560, 2004.

TOLEDO, M. C. M.; **Geologia/Geociências no Ensino**. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE CURSOS DE GEOLOGIA, 1., 2002, Campinas. Anais [...]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2002. (Apresentação oral).

RIBEIRO, V. M. **Breve revisão bibliográfica dos processos de lixiviação de minérios e concentrados de terras raras**. [et al.]. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2014.

Equipe Técnica da Seção e Colaboradores. **SEÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS DO IGc-USP**. Disponível em: <https://didatico.igc.usp.br/minerais/fosfatos/monazita/>. Acesso em: 15 ago. 2024.

SOARES, I. de O.; VIANA, C.; XAVIER, J. B.. **Educomunicação e alfabetização midiática: conceitos, práticas e interlocuções** [recurso eletrônico]. São Paulo, SP: ABPEducon, 2016.

TOLEDO, M. C. M.; **Geociências no Ensino Médio Brasileiro - Análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Geologia USP. Publicação Especial, [S. l.], v. 3, p. 31–44, 2005. DOI: 10.11606/issn.2316-9087.v3i0p31-44. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gusppe/article/view/45368>. Acesso em: 21 ago. 2024.

UNSCEAR. **Sources and effects of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation**, United Nations, New York, 1993.

Annex A, p. 39. Disponível em: <https://www.unscear.org/unscear/en/publications/1993.html>.

ZORDAN, A. B.. **Estudo sobre os efeitos biológicos da radiação gama da Praia de Meaípe na cidade de Guarapari-ES**. 2023. Tese (Doutorado em Física) — Programa de Pós-Graduação em Física, Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2023. Orientador: Prof. Dr. Marcos Tadeu D'Azeredo Orlando; Coorientador: Prof. Dr. Jairo Pinto de Oliveira.