



TRILHA MINERAL NO ENSINO BÁSICO EM MARITUBA, ESTADO DO PARÁ, REGIÃO AMAZÔNICA

MINERAL TRAIL IN BASIC EDUCATION IN MARITUBA, STATE OF PARÁ, AMAZON REGION

Erik Tenoro¹

Rosemery da Silva Nascimento²

RESUMO: Este trabalho representa o experimento pedagógico que tem como objetivo facilitar o ensino em ciências ambientais na educação básica, usando conceitos de mineralogia, bem como a origem, uso, aplicação destes recursos minerais. O levantamento de dados desta pesquisa foi realizado no Município de Marituba, em Belém-Pará, usando como modelo a Escola Municipal Dom Calábria, a fim de elaborar um roteiro de uma trilha mineral para ensino de ciências ambientais com base nas observações e análises de materiais naturais que ocorrem dentro e nos arredores da escola, usando materiais pétreos de construção civil que possam ser descritos como pontos de destaque e estudo no roteiro da trilha mineral, ressaltando o contexto regional de geodiversidade, no qual a escola está inserida. Desta forma, no roteiro da trilha mineral educacional, são apresentados conceitos básicos da geologia regional, destacando rochas e minerais que são usados na trilha mineral. Estes conceitos básicos são apresentados na forma de uma cartilha digital disponibilizada, a princípio para a Escola Dom Calábria e posteriormente para outras escolas do Município de Marituba, esperamos como resultado motivar e potencializar o ensino e aprendizado em ciências ambientais, avançando na formação de um pensamento mais crítico e social sobre uso e aplicação dos recursos minerais com a divulgação do roteiro Trilha Mineral Educacional nas escolas da região por intermédio do site da escola piloto e dos professores participantes.

PALAVRAS-CHAVE: Estratégias Metodológicas. Recursos Minerais. Geodiversidade na Escola.

ABSTRACT: This work represents a pedagogical experiment that aims to facilitate the teaching of environmental sciences in basic education, using concepts of mineralogy, as well as the origin, use, application of these mineral resources. The data collection for this research was carried out in the Municipality of Marituba, in Belém-Pará, using the Dom Calábria Municipal School as a model, in order to develop a route for a mineral trail for teaching environmental sciences based on observations and analysis of materials natural resources that occur in and around the school, using stone construction materials that can be described as highlights and study points on the mineral trail route, highlighting the regional context of geodiversity, in which the school is inserted. Thus, in the educational mineral trail itinerary, basic concepts of regional geology are presented, highlighting rocks and minerals that are used on the mineral trail. These basic concepts are presented in the form of a digital booklet made available, initially for Escola Dom Calábria and later for other schools in the Municipality of Marituba, we hope as a result to motivate and enhance teaching and learning in environmental sciences, advancing the formation of a thinking more critical and social about the use and application of mineral resources with the dissemination of the Mineral Educational Trail script in schools in the region through the pilot school website and participating teachers.

KEYWORDS: Methodological Strategies. Mineral resources. Geodiversity at School.

¹ Universidade Federal do Pará. E-mail: goncalvestenoro@gmail.com

² Universidade Federal do Pará. E-mail: rsn@ufpa.br

<https://orcid.org/0000-0001-8934-8502>

● [Informações completas no final do texto](#)

Introdução

Ao observar em 2022, os estudantes do 9º ano do ensino fundamental na Escola Dom Calábria, em Marituba, região Metropolitana de Belém do Pará, no período do intervalo (recreio) e nas aulas práticas no laboratório de ensino de Química da escola, notamos como eles não se apercebiam dos recursos minerais (origem e aplicação) que as cercavam e o quanto esses recursos minerais são importantes para estado do Pará. Assim, nascia a ideia de elaborar uma trilha mineral dentro do ambiente escolar com o objetivo de despertar o interesse dos jovens estudantes pela origem dos recursos minerais que os cercavam, no ambiente da escola.

O trabalho demonstra que o ensino básico para ciências ambientais está intimamente relacionado com a prática docente em ambientes de sala de aula, bem como em ambientes externos dentro da escola (jardins, pátios, quadras esportivas, laboratórios de ensino, banheiros, cantinas, etc.). Estas práticas ou ferramentas pedagógicas devem atuar de forma integrada com os diferentes conteúdos programáticos que abordam a educação em ciências ambientais, sendo um fator transformador e de aperfeiçoamento, a fim de que os estudantes passem a ter um olhar crítico, participativo e integrado ao ambiente que o cerca (Freire, 1987; Floriani *et al.* 2000; Philipp Jr. *et al.* 2000), em especial a sua própria escola, considerando que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) recomenda que a rede de ensino faça as adaptações necessárias para adequar os projetos pedagógicos e componentes curriculares no ensino das ciências ambientais, motivando práticas interdisciplinares, criativas, dinâmicas e divertidas (BRASIL, 1996, 1998, 2012 e 2016). Contudo, práticas ou ferramentas pedagógicas criativas e divertidas para o ensino básico ainda são escassas nas escolas públicas, especialmente na região metropolitana de Belém do Pará, capital de um estado na região amazônica, produtor de importantes bens minerais (ferro, ouro, alumínio, manganês, caulim, argila para indústria cerâmica, entre outros), comercializados na forma de matéria-prima ou beneficiados nos diferentes passos da cadeia produtiva da mineração. Assim, para que as futuras gerações protejam o meio ambiente dos impactos negativos, em especial daqueles causados pela mineração, se faz necessário conhecer origem, conceito, uso e aplicação dos minerais.

De forma geral, os minerais não são nada mais que elementos químicos interligados por ligações químicas (em geral iônica, covalente e/ou metálica) em estado sólido nas condições normais de pressão e temperatura (P e T) (Nickel, 1995). Formalmente os minerais são os constituintes das rochas, atualmente a ciência dos minerais define como mineral: elementos ou compostos químicos geralmente cristalinos formados por processos geológicos, presentes nas diversas edificações, incluindo a escola e seus arredores. Aliás, os minerais estiveram presente por toda a evolução da humanidade, marcando Eras ou Idades (Idade da Pedra Lascada, Era do Ferro ou do Bronze) e estágios de evolução de civilizações. Ainda hoje, o conhecimento e mapeamento dos recursos minerais é questão de soberania nacional. Afinal, quantos minerais estão presentes no aparelho de celular? No computador? No ônibus da escola? Na edificação da escola? Com certeza muitos, mas o que é interessante e que não observamos isso em práticas educacionais em ensino básico em ciências ambientais, apesar do estado do Pará ser um estado minerador, como uma das maiores províncias minerais do planeta, Província Mineral de Carajás. Os minerais nos parecem tão distantes e abstratos, possivelmente fruto do desconhecimento de seu uso e aplicação e da falta de questionamento e observação dos ambientes que nos cercam.

Assim, dentro desta perspectiva, o objetivo fundamental deste trabalho é apresentar um roteiro básico de trilha mineral em ambientes escolares (internos e externos) para ser usado por professores em escolas de ensino fundamental. A proposta da trilha mineral no ambiente escolar representa uma ferramenta didática, criativa e divertida para o ensino básico de ciências ambientais, destacando o uso e aplicação dos diferentes minerais e materiais pétreos. O que está de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (1998), que destacam que os conteúdos referentes às ciências da natureza devem ser trabalhados visando a qualidade de ensino e não à quantidade de elementos desconectados da realidade dos discentes. Para Gadelha (2016), os conteúdos referentes às ciências da natureza são de natureza experimental e precisam desse tipo de aplicação prática e criativa.

Também se faz necessário refletir, em especial, os professores de ensino básico, o que você e sua escola estão fazendo para buscar alcançar certos objetivos importantes, como os descritos nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial os de número 3 e 11, da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), criados no

ano de 2015, são eles: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: **3. Saúde e bem-estar** - Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades; **11. Cidades e comunidades sustentáveis** - Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. ODS importantes para regiões como a Amazônia, devido ao seu ecossistema e diversidade de recursos minerais.

As ODS permeiam a utilização sustentável dos recursos naturais e minerais. Entretanto, o conhecimento e conscientização ambiental é difícil de ser alcançada, uma vez que uma série de valores econômicos e sociais estão inertes nesta problemática. O ser humano tem dificuldade em perceber que faz parte da natureza e que dela precisa (Reis, 2009; Reis et al., 2017). No ensino fundamental é necessário que o estudante identifique o uso e aplicação da mineralogia que o cerca, resultando em uma menor valorização destes recursos naturais e por consequência em alguns casos o seu desperdício e contaminação do meio ambiente. Nesse sentido, dar início ao processo de conscientização na educação básica apresenta-se como uma excelente proposta de intervenção para um futuro de cidadãos mais conscientes e críticos.

É relevante pensar em estratégias de ensino em ciências ambientais que sejam dinâmicas e interativas, como a trilha mineral, pois, segundo Anastasio & Alves (2010), é uma temática que está constante transformação no mundo moderno. O que está de acordo com Gonçalves (1990), quando propõe que a educação ambiental, vai além de conceitos fechados e pré-estabelecidos, pois tem por finalidade de gerar valores que buscam conceitos de sustentabilidade.

Diante do exposto, a proposta deste trabalho é apresentar um roteiro de Trilha Mineral Educacional que possa ser aplicado em escolas da rede pública no Município de Marituba, abordando as principais aplicações da mineração no cotidiano e seus impactos socioambientais, destacando a origem e valoração da matéria prima destes recursos minerais. A partir dessa aplicação, demonstraremos como tal estratégia pedagógica pode contribuir na implementação de uma educação ambiental mais reflexiva e crítica.

Objetivos

Expor, por meio da Cartilha da Trilha Mineral, o uso e aplicação de recursos minerais no cotidiano escolar, destacando impactos socioambientais para aprimorar o ensino e aprendizado de ciências ambientais no ensino básico na região de Marituba (PA).

Relevância Do Trabalho

Este trabalho busca de forma interdisciplinar e estratégica, diversificar e incentivar mudanças de atitudes e cuidados com os recursos minerais, visando um ambiente escolar mais consciente dos conceitos de sustentabilidade, como ressalta o Objetivo 4 na temática **Educação de Qualidade**, dentro dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), devemos “**Assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos**” (ONU, 2022). A escola é um importante cenário e veículo de promoção da aprendizagem, onde devem ser utilizadas ferramentas e técnicas pedagógicas capazes de motivar docentes e discentes (Bardin, 2009; Chapani & Cavassan, 1997; Cavalcante & Amaral, 2011, Cook & Hatala (2016).

O ensino tradicional desenvolvido essencialmente em sala de aula ainda está fortemente inserido nas escolas. As atividades pedagógicas de aplicação e uso no cotidiano, são práticas escassas nas escolas na região amazônica, entretanto, é indiscutível que práticas de ensino, na forma de trilha mineral educacional dentro da própria escola, são capazes de deixar as aulas mais divertidas, leves e menos conteudistas. Segundo Vieira (2005), os espaços não formais de ensino como museus, jardins ou áreas externas, também podem suprir de forma parcial as necessidades físicas de escolas que não têm laboratórios, pois o próprio espaço visitado torna-se ferramenta de ensino. Nesta perspectiva trabalhar a educação utilizando o espaço em torno do aluno pode potencializar os estudos aumentando a eficiência do processo.

A município de Marituba, no estado do Pará, embora tenha avançado no ensino nas ciências ambientais com a Lei municipal Nº 611/2022, DE 30 DE JUNHO DE 2022 que trata de hortas escolares, ainda há uma grande lacuna, considerando que a educação ambiental abrange um leque maior de possibilidades, desmistificando o conhecimento popular de que questões ambientais se resume apenas a flora e a fauna, mas também a aspectos sociais, industriais, geológicos, dentre outros. Nesta perspectiva identificamos a necessidade de

fornecer um produto educacional com métodos ativos fundamentados na paisagem e na edificação do espaço escolar, retirando o aluno do comodismo da sala de aula e trazendo-o para um contato direto com os materiais de estudo, utilizando o cenário entorno ao discente como laboratório de ensino.

Referencial Teórico

A mineralogia - Ciências dos Minerais

Para realizar a trilha mineral e torná-la mais interessante para os estudantes do ensino básico é necessário observar e descrever minerais e materiais pétreos presentes no cotidiano, em especial os usados nas edificações, como o prédio de uma escola. Mas, é fundamental antes, fazermos um levantamento sucinto de conceitos fundamentais sobre a estrutura e composição do nosso planeta para conhecer as origens destes materiais e melhor compreender o contexto que a escola está integrada.

A estrutura e a composição da porção superficial da Terra podem ser observadas e estudadas diretamente (Popp, 1998; Texeira *et. al.*, 2009). Entretanto, não é possível ter acesso direto às partes mais profundas da Terra, devido às limitações tecnológicas de enfrentar altas pressões e temperaturas. O furo de sondagem mais profundo atingiu cerca de 10 km (Rússia) (Texeira *et. al.*, 2009). Assim, a estrutura interna e a composição do planeta podem ser investigadas de maneira indireta.

1. Estudando as suas propriedades físicas (gravidade, magnetismo)
2. Realizando simulação em laboratório (petrologia experimental)
3. Utilizando a propagação das ondas sísmicas

As rochas são subdivididas com base na sua origem. As três categorias principais de rochas são ÍGNEAS, METAMÓRFICAS E SEDIMENTARES. A origem é determinada pela combinação das características das rochas, tais como estrutura e mineralogia.

Rochas ígneas ou magmáticas

As rochas ígneas (de ignição ou fogo) são subdivididas com base nos minerais que as formam e a sua composição química serve como indicador da composição dos magmas, a partir do qual as rochas solidificaram. Um dos primeiros critérios utilizados, no início dos estudos das rochas ígneas, foi a quantidade de sílica (SiO_2), nas análises químicas. Durante

o período pré-moderno da química, a sílica era considerada como sendo derivada do ácido silícico e, portanto, quanto mais sílica houvesse na rocha, mais "ácida" ela seria. O granito, por exemplo, é rico em sílica, é a mais abundante das rochas ácidas e muito utilizado como material pétreo na construção civil como brita, em arquitetura como rocha ornamental ou mesmo como rocha de paisagismo no ambiente escolar. São exemplos de rochas ígneas: granito e gabro (rochas ígneas intrusivas, formadas em subsuperfície), riolito e basalto (rochas extrusivas formadas na superfície da terra). Não há afloramentos ou exposições de rochas ígneas na região metropolitana de Belém, muito menos nas proximidades da Escola Dom Calábria em Marituba, o que eleva o custo na construção civil de rochas como o granito.

Figura 1 – Mapa representando a distância entre Marituba e Bragança



Fonte: (Aplicativo Maps, 2023)³.

Figura 2- Visão Geral da Mina Vale do Caeté, em Bragança-PA, onde aflora o Granito Tracuateua usado na construção civil na região metropolitana de Belém.



Fonte: (Nascimento, 2023)⁴.

³ A imagem foi retirada do site da empresa Almeida representações. Disponível em: <https://almeidarepresentacoes.com.br/produtos/pedra-brita-1/>. Acesso em: 15/10/2023.

⁴ Imagem autoral, retirada em 2023 na vila do Caeté, Bragança. PA.

O Granito Tracuateua em Bragança, a nordeste de Belém, é uma rara exceção, representa o corpo granítico mais próximo de Belém e arredores, cerca de 250 km, explorado atualmente pela mineradora Vale do Caeté para aplicação na construção civil (Figs. 1 e 2).

Rochas sedimentares

A mineralogia e a textura são também úteis na subdivisão das rochas sedimentares, comum em toda região amazônica, em especial nas proximidades da Escola Dom Calábria em Marituba. Estas rochas são usadas em combinação para agrupar dois grupos principais, rochas detriticas (exemplo: arenito) e rochas químicas (exemplo: calcário, caulim). Os sedimentos detriticos são aqueles que apresentam indícios de transporte mecânico e deposição de detritos a partir da erosão. Os componentes principais são fragmentos de rochas ou minerais quebrados e erodidos de rochas pré-existentes e, portanto, são chamadas de rochas clásticas (do grego *clastos*, quebrar). As rochas que compunham antigas montanhas que foram rebaixadas pela erosão podem ser reconstruídas através do estudo desses minerais e fragmentos detriticos. Quartzo, feldspato e os argilominerais são os constituintes minerais principais das rochas sedimentares. Os fragmentos tendem a desgastar e a abrasão durante o transporte, arredondam as partículas. São exemplos de rochas sedimentares: arenito, folhelho, calcário, argilito e siltito, também muitos utilizados em paisagismo e construção civil em edificações (Figs. 3).

Figura 3. Exploração de caulim (argila branca na imagem), rochas sedimentares, em Ipixuna-PA, uso na construção civil, tinta, papel, cerâmica, entre outros.



Fonte: (Nascimento, 2023)⁵.

⁵ Imagem autoral realizada na cidade de Ipixuna-PA.

Rochas metamórficas

Assim como as rochas ígneas são divididas em intrusivas e extrusivas e os sedimentos em detriticos e químicos, da mesma forma, as rochas metamórficas são classificadas em duas grandes classes genéticas. Estas rochas são o resultado de processos metamórficos, como por exemplo o metamorfismo regional ou de contato. O metamorfismo regional produz rochas pelo aquecimento e pressões que são produzidos sobre rochas pré-existentes, a grandes profundidades na crosta terrestre. O metamorfismo de contato é produzido pela alteração de rochas próximas a grandes intrusões ígneas, caracterizado principalmente por elevadas temperaturas e também pressões. Os principais tipos de rochas metamórficas usadas na construção civil como rochas ornamentais são o mármore, quartzito e gnaisse. Estas rochas também são raras na região metropolitana de Belém, e seu uso, em geral, fica restrito aos elementos de decoração de ambientes internos.

Compostos Minerais- uso e aplicação

Para o bom entendimento e aplicação da Trilha Mineral é fundamental apresentar os conceitos fundamentais de mineralogia. Como ciência a mineralogia é relativamente recente, mas sua prática é tão antiga quanto à civilização humana. Na pré-história, o homem já conhecia, transformava e utilizava alguns minerais. Algumas épocas foram marcadas ou denominadas conforme a substância mineral predominantemente utilizada. Porém, somente no século XVI foi iniciado o estudo da mineralogia sob o ponto de vista científico, com a publicação do primeiro manual de mineralogia pelo alemão Geórgio Agrícola, considerado como o “Pai da Mineralogia” (Klein & Dutrow, 2012).

De acordo com Costa & Rodrigues (2010), os minerais e seus produtos sempre exerceram um papel muito importante na evolução da civilização humana, desde o sílex utilizado na idade da pedra até os minerais radioativos usados para obtenção de energia e minerais de silício na fabricação de chips de computadores e celulares. Assim, a mineralogia é uma ciência que estuda as propriedades cristalográficas, químicas e físicas dos minerais e seus processos de formação. Ela é uma ciência de grande importância para a sociedade, devido a necessidade do homem moderno às substâncias e produtos

minerais, contudo é fundamental o despertar nos estudantes durante a realização da trilha mineral que a busca descontrolada por estes recursos minerais esgotáveis na natureza é nociva e destrutiva quando não planejada, em especial na região amazônica.

Logo depois, o homem passa a dominar metais de cobre, estanho, ouro, latão e bronze e, ainda mais posteriormente, o ferro, que foi dominante no início da idade média entre os vários povos. Com a sociedade moderna, expandia-se cada vez mais o uso de minerais e rochas como materiais de construção em residências, obras de engenharia de grande porte e, o homem passou a transformar a natureza, surgindo grande núcleos urbanos com infraestrutura viária, hidráulica e de transporte.

A importância dos bens minerais é amplamente visualizada em nosso dia a dia, em coisas básicas em casa ou na escola, por exemplo, no embasamento da escola é utilizado barro (formado por minerais de argila e quartzo), cimento (calcário, areia, gipso, argila e hematita), ferro (hematita), etc. As paredes, por sua vez, são formadas de tijolo, cimento, areia e barro, todos formados de minerais. Nas janelas, temos molduras de alumínio metálico. Na fiação elétrica temos cobre, alumínio, aço, etc. Ainda temos os equipamentos e materiais importantes em nosso cotidiano moderno, como geladeira, TV, computadores, fogão, pratos, talheres e vaso sanitário (Costa & Rodrigues, 2010).

Estratégia Metodológica

Para aplicar os conceitos pesquisados no protótipo do roteiro da trilha mineral para a Escola Municipal de Ensino Básico Dom Calábria em Marituba -PA, foi realizada, com a devida autorização da direção da escola, em setembro de 2022, atividades de práticas de campo, a fim de coletar dados para o presente trabalho.

No município de Marituba (PA), existem atualmente mais de 70 escolas de ensino básico (<https://marituba.pa.gov.br/site>) que estão inseridas em um diversificado cenário social tanto pela sua rica geodiversidade, quanto pela sua importância histórica, aliás um fator importante que pode ser adicionado ao roteiro da trilha de educação mineral. A ideia é de que ao utilizar o contexto regional, no qual o estudante de ensino básico está inserido, possamos avançar na conscientização sobre importância dos recursos naturais, motivando os professores de escolas do município de Marituba a adaptar para a sua escola o protótipo do roteiro da trilha elaborado para a Escola Municipal Dom Calábria, com objetivo de

consolidar o processo de formação de cidadãos mais conscientes em relação a educação ambiental. Assim, nos próximos itens deste de trabalho, iremos apresentar os diferentes aspectos da geodiversidade que está inserido o Município de Marituba e cercanias.

Contexto Histórico, Social e Geológico da Escola Dom Calábria, Município de Marituba nas proximidades do rio Uriboca.

O Município de Marituba, região metropolitana de Belém, está inserida dentro do contexto da bacia hidrográfica do amazonas. Esta região está sujeita a enchentes periódicas do rio Uriboca, situação bem conhecida pelos estudantes da Escola Dom Calábria, apesar ser unidade estadual de conservação. É uma região típica de ambiente flúvio-estuarino amazônico, parte integrante do Golfão Marajoara, corresponde a um ambiente fluvial com influência marinha, na confluência dos rios Pará, Acará e Guamá. Outros elementos hídricos desta região são representados por rios menores e igarapés. O rio Guamá, situado na porção sul de Belém, é de grande importância no aspecto hidrográfico e de abastecimento de água, em especial em Marituba, onde está localizada Escola Dom Calábria (Berino, 2013; CEPI, 2015). Como o tema água é um tema transversal no ensino das ciências ambientais é importante para a realização da trilha mineral que o professor realize uma breve explanação destes aspectos hidrográficos da região, uma vez que as escolas de Marituba são abastecidas pela captação destes elementos hídricos, importantes como recurso mineral e natural.

Os rios mais importantes de Marituba, afluentes do Rio Guamá, são: Uriboca, Itapecuru e Ananindeua. Somente um trecho do rio Uriboca que passa pela propriedade do Restaurante Terra do Meio, utilizado para o turismo (CEPI, 2015). É um ponto de recreação e de encontro conhecido no meio dos estudantes e professores da Escola Dom Calábria. Os aspectos geológicos da região, é o mesmo encontrado em toda a área da região metropolitana de Belém, representado por rochas sedimentares do Terciário da Formação Barreiras, constituídas por arenitos, siltitos e argilitos, e pelos sedimentos inconsolidados do período recente, em geral muito utilizados na construção civil (CEPI, 2015).

De acordo com Marques (2004), nestas áreas de proteção ambiental existem outros aspectos importantes históricos ligado aos elementos hídricos, como sítios arqueológicos de engenhos de canaviais e de extração de seringa. Dentro deste enfoque seria importante

despertar o interesse dos estudantes da Escola Dom Calábria nesta temática, uma vez que muitos destes locais são conhecidos pelos seus familiares. Dentre eles, destacamos o sítio histórico do Engenho Uriboca, localizado na margem esquerda do rio Uriboca, afluente do rio Guamá, nas proximidades da escola. Esta região passou a ser chamada mais tarde de Fazenda Oriboca, posteriormente Fazenda Guamá e finalmente Fazenda Pirelli que corresponde ao empreendimento da Pirelli S/A na região entre 1950 a 1980. Com o final das atividades da empresa em 1980, a região do sítio arqueológico do Engenho Uriboca passou a integrar a Unidade de Conservação (UC) da Região Metropolitana de Belém (RMB). Marques (2004), destaca ainda que dentro da área do conjunto de achados arqueológicos do Engenho Uriboca há registros de atividades de quilombo, hoje esta região foi consolidada como Território Quilombola (TEQ) Abacatal 30.

Contudo, atualmente toda a região está impactada diretamente pela abertura da Alça Viária (complexos de pontes da rodovia PA-151) que liga Belém aos municípios de Barcarena, Abaetetuba, Cametá, Mocajuba, Igarapé-Mirim, Acará e Moju. Apesar do contexto histórico e de estar inserido dentro de Áreas de Proteção Ambiental (APA), o rio Uriboca e seus arredores são também impactados pelo aterro sanitário de Marituba (lixão de Marituba). O aterro de Marituba gera uma série de impactos socioambientais, considerando o alto volume de detritos descartados, entre eles a poluição das águas do rio Uriboca, realidade bem conhecida pelos estudantes da Escola Dom Calábria.

Essa realidade também prejudica os moradores da região tanto no aspecto pessoal como profissional, uma vez que parte da população sobrevive da agropecuária familiar com plantio de cupuaçu, açaí e mandioca, tendo o rio Uriboca como principal fonte hídrica. Assim, a partir de intervenção prática e demonstrações contextualizadas da problemática no espaço escolar, espera-se que o estudante obtenha maior compreensão de seu papel na sociedade e a importância de preservar o meio ambiente, identificando que os problemas socioambientais não são fatores distantes de sua realidade.

Procedimento Metodológicos

A princípio os participantes da pesquisa foram a direção, professores e alunos da Escola Municipal Dom Calábria em Marituba (PA) que auxiliaram na atividade de pesquisa de campo nos arredores da escola e nos ambientes internos e externo da escola (Fig. 5 e

6). A escola atende cerca de 1.000 estudantes de ensino médio e fundamental, foi fundada em 4 de maio de 1993 pelo Instituto Pobres Servos da Divina Providência em parceria com a Secretaria de Educação (SEDUC).

Figura 4- Fachada principal da Escola Dom Calábria em Marituba, onde foram coletados os dados de campo para compor o protótipo do roteiro da Trilha Mineral Educacional.



Fonte: imagem autoral.

Figura 5 - Pátio interno da Escola Dom Calábria em Marituba, com piso de areia de quartzo (SiO_2). Os minerais do grupo do quartzo são abundantes na superfície da Terra e muito utilizados na construção civil.



Fonte: imagem autoral.

Produto Educacional Técnico-Pedagógico

A Trilha Mineral Educacional atua transformando o espaço escolar como um espaço não formal de ensino. Nessa perspectiva o espaço escolar será tratado como “vitrine” de elementos, minerais, objetos, dentre outras materiais que compõe a história de formação do nosso planeta. Esta estratégia é uma forma de aproveitar todo espaço escolar

(paisagem, solo, córregos nas proximidades, minerais e materiais pétreos de arquitetura etc.) como ferramenta de demonstração, cabendo ao professor identificar quais espaços melhor se adequam aos seus temas. O produto em questão será acompanhado por um roteiro em forma de cartilha dividida em 4 etapas; Análise paisagística, Imersão discente, Construção do conhecimento, Avaliação. Estas etapas consistem em apresentar as características dos materiais estudados, assim como seu processo de fabricação, custo, extração e descrição dos possíveis danos ambientais causados em algumas dessas etapas.

Resultados e Discussão

Neste item serão apresentados os dados a partir das observações de campo na visita técnica realizada no dia 19 de setembro de 2022 na Escola Municipal Dom Calábria no Município de Marituba, região metropolitana de Belém, proximidades do rio Uriboca e aterro sanitário de Marituba, com autorização da direção da escola. Abaixo segue a descrição do ponto inicial do roteiro digital da trilha. No mesmo modelo seguirão os demais pontos elaborados com dados coletados no interior da referida escola, mas que poderá ser adequada as demais escolas do Município de Marituba, uma vez que as situações ambientais e edificações são similares.

Na rua que dá acesso a escola é possível observar materiais como o asfalto (betume) que reveste parcialmente a rua (Fig. 7). O professor ao ministrar a trilha já poderá iniciar, por exemplo, sua explanação com os conceitos básicos sobre a origem do petróleo e seus derivados, como o betume (asfalto), bem como óleo, gás, gasolina etc., que resultam de organismos fósseis que viveram a milhares de anos. Neste ponto é também possível observar que o asfalto da pavimentação da rua está em processo de erosão e intemperismo físico e químico, processos de oxidação (Fig. 8) que atuam fortemente na região amazônica, expondo o solo amarelo avermelhado da região (latossolos), formado por minerais como a hematita (Fe_2O_3) e goethita ($FeO(OH)$). Estes minerais também podem ser destacados no uso da construção civil, como no caso do muro da escola onde há uma porção com tijolos aparentes. Neste caso o professor poderá aplicar o conceito de mineral sintético, isto é, o mineral hematita que está no solo da rua é diferente do mineral hematita que sintético que forma os tijolos cerâmicos. Poderemos aqui aplicar o conceito de mineral

de Nickel (1995), mineral é um elemento ou composto químico formado por processo geológico. Logo, uma substância é considerada mineral se for formada por processo geológico, mas esta substância pode ser recriada em condições controladas em laboratório, como é o caso do diamante natural e diamante sintético, o mesmo acontece com a hematita do pavimento da rua e do tijolo cerâmico. No caso de turmas de estudantes de nível médio, poderá ser explorado o tipo de ligação química da hematita e goethita e os elementos químicos que formam estes minerais, bem como o tipo de rochas sedimentares (argilitos) que ocorrem, onde são exploradas e processo de fabricação de tijolos em olarias.

O professor dependendo da turma e do conteúdo programático que ministra na escola poderá destacar para os estudantes o tipo de vegetação que cerca os arredores da escola, como gramíneas e árvores frutíferas com os seus respectivos nomes científicos, como por exemplo, mangueira – *Mangifera indica*, açaizeiro *Euterpe oleracea*, amendoeira do tipo castanhola *Terminalia catappa Linn.*.

Figura 6 – Rua de acesso a Escola, é possível observar elementos da Trilha Mineral que vai desde da pavimentação da rua, murro da escola, poste iluminação e bem como a vegetação que cerca os arredores da escola (gramíneas e árvores frutíferas).



Fonte: imagem autoral.

Figura 7- Detalhe da grade em ferro em processo de oxidação na Escola Dom Calábria.



Fonte: imagem autoral.

Ainda no ponto 1 da trilha, é possível destacar a importância da educação ambiental e da conscientização, mostrando para os estudantes nos diferentes níveis do ensino básico a importância de manter a fachada da escola limpa, não descartando objetos de forma inadequada, o lugar do lixo é nas lixeiras da escola (Fig. 9) que possuem cores distintas que correspondem ao tipo de material que deve ser descartado no seu interior. O professor ministrante da trilha mineral poderá explanar sobre a origem da cor das lixeiras (em termos de legislação ambiental) e da sua importância para a reciclagem. Um bom exemplo a ser usado é o descarte inadequado de um simples copo plástico descartável deixado na grama na frente da escola. O referido copo e as lixeiras da escola podem ser usados como exemplos de derivados de petróleo, lembrando que antes já foi explicado que o petróleo levou milhares de anos na escala de tempo geológica para se formar e que o descarte e uso desordenado é danoso par ao meio ambiente, uma vez que o copo plástico levará muitas décadas para se decompor de forma natural no meio ambiente.

Figura 8 – Lixeiras nas cores de acordo com a legislação ambiental para descarte de resíduos sólidos.

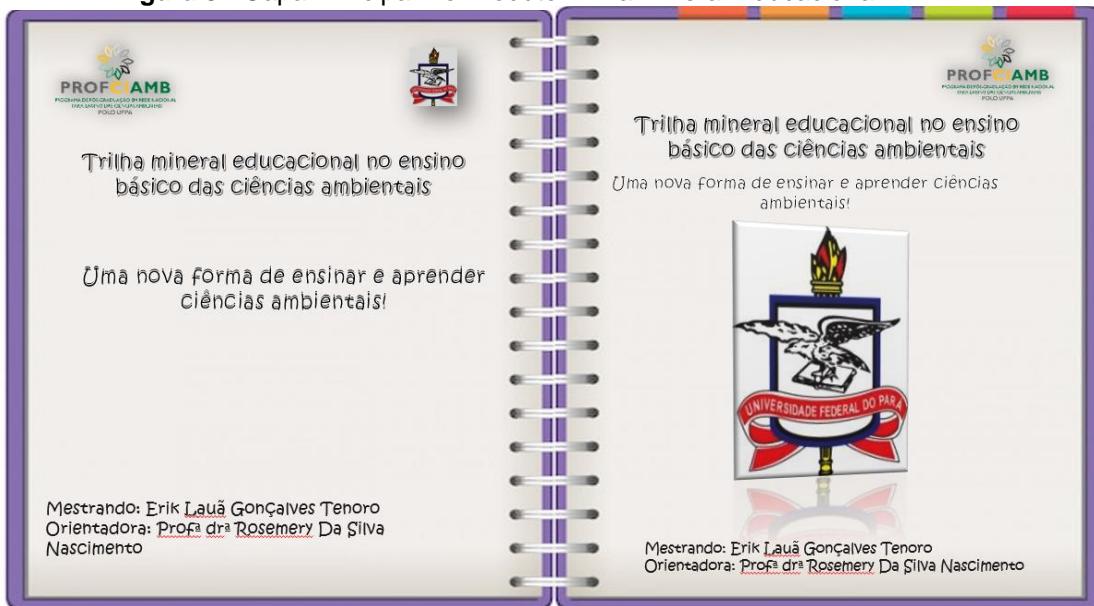


Fonte: autoral.

Elaboração do Produto Técnico Pedagógico

Ao integrar as informações e registros coletados os dados foram organizados de forma a apresentar os pontos da escola legendados com informações a respeito de sua origem, composição e característica mineral. Surge então a versão digital da trilha educacional.

Figura 9 - Capa Principal Do Produto Trilha Mineral Educacional



Fonte: autoral

Esta versão digital tem como objetivo exemplificar como as atividades podem ser realizadas em outras escolas, assim como servir de material de estudos para alunos que participaram ou participarão de atividades semelhantes.

A cartilha digital aborda o espaço escolar de uma forma diferente, sob o ponto de vista do reino mineral e como suas aplicações são importantes na construção e edificação das nossas escolas. Estimula a reflexão e a discussão sob a origem de vários materiais e direciona o discente a perceber que cuidar bem da escola reflete em cuidar bem da natureza. A exemplo desta dinâmica temos a discussão sob os uso e aplicação do petróleo para o dia a dia, onde este pode ser encontrado, e quais os problemas ambientais, devido a exploração e refino até o produto desejado, em geral na forma de polímeros.

Também são discutidos os aspectos minerais do espaço escolar, o tipo de solo em que a região está situada, os tipos de matérias constituintes da edificação escolar, assim

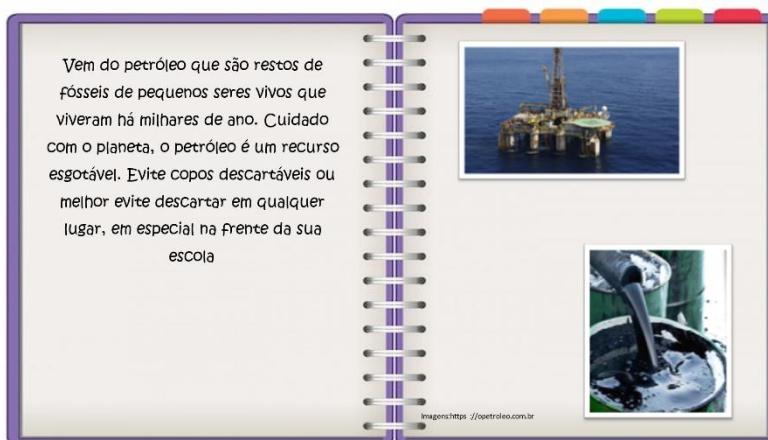
como sua origem, custos ambientais referentes a sua extração, produção, transporte, e má utilização. É importante destacar que o professor ao basear-se nesse trabalho, não precisa utilizar os conteúdos abordados de forma taxativa, ele é livre para criar e acrescentar novos saberes e áreas de conhecimento distintas, utilizando-se da interdisciplinaridade como ferramenta de expansão das possibilidades aqui apresentadas.

Figura 10 – Página 3 do Produto Educacional: comentário sobre a importância da reciclagem.



Fonte: autoral.

Figura 11 – Página 4 do Produto Educacional: comentário sobre a origem do plástico.



Fonte: autoral.

O objetivo é discutir o assunto, fazer com que os alunos possam pensar em soluções e identificar quais atitudes podem ser repensadas, substituídas ou mantidas.

Avaliação e Validação do Produto Educacional

A avaliação pode ocorrer durante todo o processo de aplicação do produto educacional proposto, de modo a observar todos os fatores positivos e negativos da prática.

Elas podem realizar-se por um processo de registro de observações pertinentes ao tema e ao objetivo central da prática. Concomitante os alunos podem preencher questionários antes e depois da aplicação do produto educacional, estes questionários deverão ser tabulados para análise objetiva e subjetiva dos dados coletados (Cook & Hatala, 2016). Em seguida serão confrontados e comparados para avaliar a alteração ou não da perspectiva dos alunos sob o tema trabalhado, para assim comprovar a eficácia do produto.

Assim, pode se desenvolver a partir de perguntas simples, como por exemplo; para você o que significa meio ambiente? Para você o que é educação ambiental? Em poucas palavras defina o que significa proteger o meio ambiente. Você identifica no seu dia a dia objetos ou ações voltadas a proteção do meio ambiente? Você consegue identificar na escola algum indicador de impacto ambiental? Parecem perguntas simples, mas quando comparadas com as respostas anteriores a aplicação do produto educacional é possível perceber o quanto a experiência somou para o crescimento pessoal, crítico e analítico do estudante em relação a sua realidade.

Considerações Finais.

Espera-se que conteúdos programáticos que abordem a educação ambiental, com ênfase em conhecimentos geológicos e valoração dos materiais, tornem-se mais acessíveis e eficazes no ensino básico, aumentando o interesse dos discentes e docentes sobre o tema.

Temos como expectativa que o produto apresentado se torne uma ferramenta de ensino integrante dos materiais e instrumentos que compõe o repertório dos docentes da região, pois a Trilha Mineral Educacional, ao integrar conhecimentos geológicos e práticas de educação ambiental, pode contribuir para um ensino mais consciente das ciências ambientais.

Também é de interesse que esta ferramenta pedagógica possa chegar a outras escolas da mesma região, e que os docentes possam adaptar este roteiro de Trilha Mineral para seus ambientes escolares. Os resultados positivos em relação à aprendizagem dos alunos e ao interesse dos docentes na aplicação da Trilha Mineral realizada na escola Dom Calábria, podem ser facilmente reproduzidos em outras escolas, uma vez que os ambientes a serem explorados na trilha são comuns a várias escolas desta região de Marituba.

Mas, vale destacar que a Trilha Mineral não se limita apenas a região de Marituba, este produto pedagógico pode ser adaptado a qualquer região do território nacional, visto que aborda temas relacionados a mineralogia, que uma área de estudo que está presente em todas as arquiteturas, paisagens ou ambientes que possamos frequentar, é uma ferramenta que não requer investimentos digitais ou labororiais, logo é de interesse que a se propague, levando a partir de sua formatação novas formas de ensinar mineralogia com ênfase na educação ambiental.

Referências

- ANASTASIO, L. G. C.; ALVES, L. P. 2010. **Processos de Ensinação na Universidade:** Pressupostos e Estratégias de Trabalho em Sala de Aula. Joinville, SC: UNIVILLE.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1983. Agregado para Concreto – NBR 7211. Rio de Janeiro.
- BARDIN, L. 2009. **Análise de conteúdo.** Lisboa, Portugal; edições 70 LTDA.
- BERINO, M.O. 2013, Comportamento do fluxo hídrico subterrâneo na área da bacia hidrográfica da estrada nova, Belém-Pará, e sua relação com a ocupação do meio físico. Belém: Universidade Federal do Pará. Instituto de Geociências.59 p. (**Trabalho de Conclusão de Curso**).
- BRASIL. **Ministério da Educação.** Lei Nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/lei%209394.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2023.
- BRASIL. Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 12 jan. 2023.
- BRASIL. **LEI Nº 9.795, de 27 de ABRIL de 1999.** Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 28 de abril de 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9795.htm. Acesso em: 30 jan. 2023.
- BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio;** parte III – Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. 26 de junho de (1998). Último acesso em 20/02/2022, <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>.
- BRASIL. **Ministério da Educação.** Conselho Nacional de Educação; Conselho Pleno. Resolução Nº 2, de 15 de junho de 2012. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de junho de 2012, Seção

1, p. 70. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/dmddocuments/rcp002_12.pdf. Acesso em: 1 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Fundamental. 2.ed. Brasília: Fundação Carlos Alberto Vanzolini, 2016. 600p. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 6 jan. 2023.

CAVALCANTI, N. A. L. G.; AMARAL, E. M. R. 2011. **Ensino de Ciências e Educação Ambiental no Nível Fundamental:** Análise de Algumas Estratégias Didáticas. Ciência & Educação, v. 17, p. 129-144.

CEPI, 2015. Coordenação de Estudos, Pesquisas e Informações. **Inventário da Oferta Turística de Marituba**, SETUR, PA. Disponível em: http://www.setur.pa.gov.br/sites/default/files/pdf/iot_de_marituba1_0.pdf Acesso em: 9/08/2022.

COOK, D. A.; HATALA, R. 2016. **Validação de avaliações educacionais:** uma cartilha para simulação e além. Adv Simul 1, 31.

COSTA, M. L., & RODRIGUES, S.F.S., 2010. **Ciência dos Minerais:** A mineralogia. Apostila da I especialização a Distância em Lavra e Tecnologia Minera-IG-UFPA.

COSTA, F. R. DA. 2004. Influência da neotectônica sobre os arranjos geométricos dos aquíferos na Região Metropolitana de Belém. Belém: Universidade Federal do Pará. Instituto de Geociências. 157 p. (Dissertação de Mestrado).

CHAPANI, D. T.; CAVASSAN, O. 1997. **O Estudo do Meio Como Estratégia Para o Ensino de Ciências e Educação Ambiental.** Mimesis, v. 18, p. 19-39.

FLORIANI, D. M. 2000. **Conceituais para o desenvolvimento da interdisciplinaridade.** In: PHILIPPI, JR., Arlindo. TUCCI, Carlos E. Morelli; HOGAN, Daniel Joseph; NAVEGANTES, Raul (orgs). **Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais.** São Paulo: Signus, 2000, p. 95-107. Disponível em: <file:///C:/Users/SAM/Downloads/3090-6192-1-PB.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2023.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido.** 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1987. 129p.

GADELHA, J. O. L. 2016. **Aulas Experimentais para um Ensino de Química mais satisfatório.** Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. Ens. Ci. Tecnol., Ponta Grossa, v. 9, p. 428-447.

GONÇALVES, D. R. P. A. 1990. Educação Ambiental e o ensino básico. In: **Seminário Nacional Sobre Universidade E Meio Ambiente**, 4., 1990, Florianópolis. Textos Básicos. Florianópolis, p.125-146.

KLEIN, C. & DUTROW, B. 2012. **Manual de ciência dos Minerais.** 23a.edição, Bookman, Porto Alegre.716p.

MARITUBA (MUNICÍPIO). 2017. **Decreto nº 508**, de 20 de março de 2017 - Declara Situação de Emergência nas áreas do Município de Marituba afetadas por outras infestações - 1.5.2.3.0. Marituba-Pará.

MARQUES, F. L. T. 2004 - **Modelo da Agroindústria Canavieira Colonial no Estuário Amazônico:** Estudo Arqueológico de Engenhos dos Séculos. Tese (Doutorado em História) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

MARTINS, P. C. 2010. Princípios Éticos Ou Pautas De Conduta Na Educação Escolar. **Rev. Científica eletônica de pedagogia** – ISSN: 1678-300X Ano VIII – Número 15.

NICKEL, E.H. 1995. **International Mineralogical Association, Commission on New Minerals and Mineral Names:** Definition of a mineral. Mineralogy and Petrology.25:323-326.

NOGEIRA, G. R. F. 2016. **A Extração De Areia Em Cursos D'água E Seus Impactos:** Proposição De Uma Matriz De Interação. TCC. Universidade Federal de Juiz de Fora. 74 pag.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - BRASIL. **17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável no Brasil.** 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 12 mar. 2023.

PEIXOTO, R. C. D.; CONCEIÇÃO, S. R.; MORAES, F. T. 2020. **Fórum Permanente Fora Lixão:** ação coletiva no município de Marituba (PA). Paper do NAEA, v. 1, p. 12-18.

PIRELLI, R. PIRELLI, 1963. **Rivista d'informazione e di tecnica.** Disponível em: http://search.fondazionepirelli.org/bookreader/riviste/RivistaPirelli/1963_4.html#page/84/mode/2up. Acesso em 5/8/2022.

POPP, J. H. 1998. **Geologia Geral.** 5^a ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. Editora S/A.

PHILIPPI Jr. A.; TUCCI, C. E. M., HOGAN, D. J. 2000. NAVEGANTES, R. (Org.) **Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais.** São Paulo: Signus, 2000. Disponível em: <http://www.pnuma.org/educamb/documentos/interdisciplinariedade.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2023.

QUEIROZ, Ricardo et al. A caracterização dos espaços não formais de educação científica para o ensino de ciências. **Revista Areté| Revista amazônica de ensino de ciências**, v. 4, n. 7, p. 12-23, 2017.



REIS, L. C. L.; SEMÊDO, L. T. A. S.; GOMES, R. C. 2012. Conscientização ambiental: da educação formal a não formal. **Revista Fluminense de Extensão Universitária**, Vassouras, v. 2, p. 47-60.

REIS, P. 2009. Ciência e Controvérsia. **Rev. Sorocaba**, v. 35, p. 09-15.

STACCIARINI, J.M.R.; ESPERIDIÃO, E. 1999. Repensando estratégias de ensino no processo de aprendizagem. **Rev. Latino-am. enfermagem**, Ribeirão Preto, v. 7, n. 5, p. 59-66.

TEXEIRA, W.; FAIRCHILD, T.R.; TOLEDO, M. C. M.; TAIOLI, F. 2000. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de textos.

VIEIRA, V; BIANCONI, M. Lúcia; DIAS, M. Espaços-não-formais de ensino e o currículo de ciências. **Rev. Ciência e cultura**, V.57, n. 4, p. 21-23, 2005.

NOTAS

IDENTIFICAÇÃO DE AUTORIA

Erik Tenoro. Professor técnico no departamento de educação ambiental da prefeitura de Marituba. Mestrado profissional em Ciências Ambientais em andamento na Universidade Federal do Pará (UFPA), PA, Brasil.
E-mail: goncalvestenoro@gmail.com

Rosemery da Silva Nascimento. Doutora em Geociências pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professora titular da Universidade Federal do Pará, lotada no Instituto de Geociências (IG-UFPA), Belém, PA, Brasil.

E-mail: rsn@ufpa.br

id <https://orcid.org/0000-0001-8934-8502>

AGRADECIMENTOS

Não se aplica.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Autores mantêm os direitos autorais e concedem à revista ENSIN@ UFMS – ISSN 2525-7056 o direito de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartilhar e adaptar o trabalho, para fins não comerciais, reconhecendo a autoria do texto e publicação inicial neste periódico, desde que adotem a mesma licença, compartilhar igual.

**EDITORES**

Patricia Helena Mirandola Garcia, Eugenia Brunilda Opazo Uribe, Gerson dos Santos Farias.

HISTÓRICO

Recebido em: 17/07/2024 - Aprovado em: 1512/2024 – Publicado em: 31/12/2024.

COMO CITAR

TENORO, E.; NASCIMENTO, R. S. Trilha Mineral no Ensino Básico em Marituba, Estado do Pará, Região Amazônica. **Revista ENSIN@ UFMS**, Três Lagoas, v. 5, n. 9, p. 422-445. 2024.