



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**  
**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL**  
**EM REDE NACIONAL PARA O ENSINO DAS**  
**CIÊNCIAS AMBIENTAIS**



**ERIK LAUÃ GONÇALVES TENORO**

**TRILHA MINERAL NO ENSINO BÁSICO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS.**

**BELÉM-PARÁ**  
**2024**

ERIK LAUÃ GONÇALVES TENORO

**TRILHA MINERAL NO ENSINO BÁSICO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em rede nacional para ensino das ciências Ambientais – PROFCIAMB, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Recursos Naturais e Tecnologia  
Linha de pesquisa: Ensino de Ciências Ambientais.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rosemary da Silva Nascimento.

BELÉM-PARÁ  
2024

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

T289t Tenoro, Erik Lauã Gonçalves.  
Trilha mineral no ensino básico das ciências ambientais / Erik  
Lauã Gonçalves Tenoro. — 2023.  
62 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Rosemary da Silva Nascimento  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,  
Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Rede  
Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais, Belém, 2023.

1. Estratégias metodológicas. 2. Recursos minerais. 3.  
Geodiversidade na escola.. I. Título.

CDD 371.102

---

ERIK LAUÃ GONÇALVES TENORO

**TRILHA MINERAL-NO ENSINO BÁSICO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em rede nacional para ensino das ciências ambientais – PROFCIAMB, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Recursos Naturais e Tecnologia  
Linha de pesquisa: Ensino de Ciências ambientais.

Data da Avaliação: 11/12/2023

Conceituo: APROVADO

Banca Examinadora



Documento assinado digitalmente  
**ROSEMARY DA SILVA NASCIMENTO**  
Data: 06/03/2024 09:38:29-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profª. Rosemary da Silva Nascimento - Orientadora  
Doutora em Geociências  
Universidade Federal do Pará



Documento assinado digitalmente  
**WESLEY OLIVEIRA KETTLE**  
Data: 04/03/2024 22:21:47-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Wesley Oliveira Kettle-Examinador interno  
Doutor em História Social  
Universidade Federal do Pará



Documento assinado digitalmente  
**HELENA MIDORI KASHIWAGI DA ROCHA**  
Data: 01/03/2024 22:14:19-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Helena Midori Kashiwagi da Rocha- Examinador externo  
Doutora em Geografia  
Universidade Federal do Paraná

Dedico esta dissertação a meus pais por todo apoio até aqui, a minha esposa por estar ao meu lado nos momentos de fraqueza, a minha orientadora, por toda dedicação a este trabalho e a Deus, por ter me permitido chegar até aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências e ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais associada UFPA, em especial, a minha orientadora Profa. Dra. Rosemery da Silva Nascimento e aos demais professores do programa que muito contribuíram para o meu aprendizado e para a realização deste trabalho.

Agradeço também de forma especial a direção da Escola Municipal Dom Calábria, em Marituba, Belém-PA, pela autorização e colaboração na realização da Trilha Mineral, a escola nos recebeu de portas abertas sempre acreditando na realização e seriedade deste trabalho e aos alunos que participaram da aplicação do produto educacional com empenho e dedicação.

Agradeço a todos que de forma de direta ou indireta contribuíram para a execução deste trabalho.

Amizade é igual as drogas. Tome cuidado. (Silvia, Gonçalves)

## 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.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Granito formado por quartzo, feldspato e biotita.....	20
Figura 2- Mapa representando a distância entre Marituba e Bragança .....	20
Figura 3 – Visão Geral da Mina Vale do Caeté, em Bragança-PA .....	21
Figura 4 – Exploração de granito na Mina Vale do Caeté, em Bragança-PA.....	21
Figura 5 – Exploração de caulim (argila branca), rochas sedimentares, em Ipixuna-PA....	22
Quadro 1 – Composição principal de produtos da construção civil.....	26
Figura 7 – Mapa da Bacia hidrográfica do Rio Amazonas.....	31
Figura 8 – Mapa simplificado da região metropolitana de Belém .....	32
Figura 9 – Restaurante Rural Terra do Meio (Marituba-PA) .....	32
Figura 10 – Visão Geral do aterro sanitário de Marituba-PA.....	34
Figura 11 – Fachada principal da Escola Dom Calábria em Marituba-PA .....	35
Figura 12 – Pátio interno da Escola Dom Calábria em Marituba-PA .....	35
Figura 13 – Rua de acesso a Escola Dom Calábria em Marituba-PA .....	42
Figura 14 – Grade em processo de oxidação na Escola Dom Calábria em Marituba-PA...	42
Figura 15 – Copo descartável plástico (derivado do petróleo).....	43
Figura 16 – Lixeiras plásticas (material reciclado) .....	43
Quadro 2 – Itens e respostas do questionário juízes.....	51

## LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
UC	Unidade de Conservação
TEQ	Território Quilombola
APA	Áreas de Proteção Ambiental
RMB	Região Metropolitana de Belém
SESAN	Secretaria Municipal de Saneamento
SEDUC	Secretaria de Educação
PVC	Policloreto de Vinila
SiO <sub>2</sub>	Dióxido de silício (sílica)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Óxido de ferro III (hematita)
FeOOH	Oxihidróxido de ferro III (goethita)
(K, Na, Ca) (Si,Al) <sub>4</sub> O <sub>8</sub>	Silicato de alumínio (feldspato)
KAl <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> (OH,F) <sub>2</sub>	Mica (muscovita)
SiO <sub>2</sub>	Dióxido de silício (quartzo)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2.1 Geral</b> .....	16
<b>2.2 Específicos</b> .....	16
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	17
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	19
<b>4.1 A mineralogia - Ciências dos Minerais</b> .....	19
<b>4.3 Rochas sedimentares</b> .....	22
<b>4.4 Rochas metamórficas</b> .....	23
<b>4.5 Compostos Minerais- uso e aplicação</b> .....	23
<b>4.6 A Mineralogia e a Industrialização</b> .....	25
4.6.1 Cimento .....	26
4.6.2 Tijolo Cerâmico .....	28
<b>5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	30
<b>5.1 Contexto Histórico</b> .....	30
5.1.1 Contexto Histórico, Social e Geológico da Escola Dom Calábria, Município de Marituba nas proximidades do Rio Uriboça. ....	30
<b>5.2 Participantes da Pesquisa</b> .....	35
<b>5.3 Produto Educacional Técnico-Pedagógico</b> .....	36
<b>5.4 Descrição do Procedimento</b> .....	37
<b>5.5 Aspectos Éticos</b> .....	38
<b>5.6 Possíveis Riscos</b> .....	38
<b>5.7 Avaliação e Validação do Produto Educacional</b> .....	39
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	41
<b>7 ELABORAÇÃO DO PRODUTO TÉCNICO PEDAGÓGICO</b> .....	44
<b>8 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	48
<b>8.1 Primeiro contato (aplicação do questionário antes do produto Mineral educacional ser utilizado)</b> .....	48

<b>8.2 Segundo contato (aplicação do questionário pós aplicação do produto Mineral educacional).....</b>	<b>49</b>
<b>9 RESULTADO DOS QUESTIONÁRIOS DE VALIDAÇÃO.....</b>	<b>51</b>
<b>10 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICE A- .....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE B - .....</b>	<b>60</b>
<b>APENDICE C – CARTILHA DIGITAL .....</b>	<b>63</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em 2022, durante minha permanência, como professor temporário de química para 9º ano do ensino fundamental na Escola Dom Calábria, em Marituba, região Metropolitana de Belém do Pará, entusiasmado como recém formado em licenciatura em Química pela UFPA, observando as crianças no período do intervalo (recreio) e nas aulas práticas no laboratório de Ensino de Química da escola, notei como elas não se apercebiam dos recursos minerais que as cercavam e o quanto estes recursos minerais são importantes para estado do Pará, assim nascia a ideia, mais tarde amadurecida com minha orientadora, de elaborar uma trilha mineral dentro do ambiente escolar e como eu poderia usa-la em minhas aulas de química, despertando o interesse dos meus jovens estudantes pela origem dos recursos minerais que os cercavam, no ambiente da escola, afinal a educação, pode ser decorrente de processos espontâneos e divertidos, com atividades desenvolvidas de forma prática. Observei que os mais jovens não preservam os recursos naturais quando não entendem de forma clara sua origem, uso e aplicação.

Desta forma, este trabalho demonstra que o ensino básico para Ciências Ambientais está intimamente relacionado com a prática docente em ambiente de sala de aula, bem como em ambientes externos a sala de aula, mas ainda dentro do espaço escolar (jardins, pátios, quadra esportivas, laboratórios de ensino, banheiros, cantinas, etc.). Estas práticas ou ferramentas pedagógicas devem atuar de forma integrada para os diferentes conteúdos programáticos que abordam a educação em ciência 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.* 2023; Philipp Junior *et al.* 2000), em especial a sua própria escola, considerando que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) recomenda que a rede de ensino faça adaptações necessárias para adequar os projetos pedagógicos e componentes curriculares no ensino das Ciências Ambientais, motivando a práticas interdisciplinares, criativas, dinâmicas e divertidas (Brasil, 1996, 1998, 2012 e 2016). Contudo, práticas de ensino tradicionais em que o professor transmite o conteúdo para os alunos de forma passiva, sem contextualização ou prática ainda são predominantes no ensino básico em especial 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 ambientais, em especial daqueles causados pela mineração, se faz necessário conhecer a origem, conceito, uso e aplicação dos minerais.

De forma geral, os minerais 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). 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 (Nickel, 1995), 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), marcando 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 realidade, este trabalho apresenta um roteiro básico de trilha mineral em ambientes escolares (internos e externos) para ser usado por professores de química e/ou áreas afins 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), quando destaca que os conteúdos referentes a ciências da natureza devem ser trabalhados visando a qualidade de ensino e não a quantidade de elementos desconectados da realidade dos discentes. O objetivo é impedir que o ensino se torne fragmentado como normalmente ocorre no formato tradicional. Para Gadelha (2016) os conteúdos referentes a 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 está 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.

De forma geral, 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 o estudante apresenta baixa capacidade de identificar 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.

É relevante pensar em estratégias de ensino em Ciências Ambientais que sejam dinâmicas e interativas, como a trilha mineral, pois, segundo Anastasio e 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 gerar valores que buscam conceitos de sustentabilidade.

Diante do exposto, foi elaborado e aplicado um roteiro de Trilha Mineral Educacional em uma escola municipal de Marituba, Dom Calábria, abordando as principais aplicações da mineração no cotidiano e seus impactos socioambientais, mas também destacando a origem e valoração da matéria prima destes recursos minerais. A partir dessa aplicação, demonstro como tal estratégia pedagógica pode contribuir na implementação de uma educação ambiental mais reflexiva e crítica.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

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

### **2.2 Específicos**

- Investigar se os conceitos de recursos minerais (rochas, minerais, solo), proveniência, uso e aplicação, são de interesse e compreensão dos estudantes de ensino básico na rede escolar municipal de Marituba, região metropolitana de Belém do Pará;
- Motivar o interesse de docentes e discentes às práticas pedagógicas aplicadas ao ambiente escolar ao ar livre com matérias da geodiversidade amazônica;
- Conscientizar docentes e discentes do ensino básico de Marituba, que sua escola está inserida no contexto geológico da Bacia Hidrográfica do rio Amazonas, que tem relevante importância histórica e socioambiental na região;
- Validar o produto Trilha Mineral Educacional em Ensino Básico em Ciência Ambientais, a fim de promover ações educativas voltadas para o conceito de recursos minerais.

### 3 JUSTIFICATIVA

Este trabalho busca de forma interdisciplinar e estratégica, com um instrumento pedagógico prático e aplicado, diversificar e incentivar mudanças de atitudes e cuidados com os recursos minerais, visando um ambiente escolar mais consciente dos conceito 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).

Concomitante, 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 de forma geral, entretanto, é indiscutível que práticas de ensino, como a proposta neste trabalho, na forma de Trilha Mineral Educacional, são capazes de deixar as aulas mais divertidas, leves e menos conteudistas. Segundo Vieira (2005) os espaços não formais de ensino como Museus, Jardins botânicos ou zoológicos, 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 cidade de Marituba conta com um projeto de educação ambiental assegurado pela Lei municipal Nº 611/2022, de 30 de junho de 2022 que dispõe sobre a criação da Horta Orgânica e Eco coletora nas Escolas, que tem como objetivo promover a Alimentação saudável, o descarte consciente e alternativas para uma educação ambiental permanente, sob enfoque interdisciplinar. Neste projeto os alunos saem das salas e têm contato com o plantio, defensivos naturais, práticas de reutilização de materiais, contação de histórias, dentre outros conceitos referente ao cultivo, a reciclagem e a natureza. Embora seja um grande avanço no ensino desta ciência na cidade, 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 arquitetura 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 observação e estudo.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 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 na edificação, como o prédio de uma escola. 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.

- a) Estudando as suas propriedades físicas (gravidade, magnetismo)
- b) Realizando simulação em laboratório (petrologia experimental)
- c) 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.

### 4.2 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 ( $\text{SiO}_2$ ), 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 (Fig.1), 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

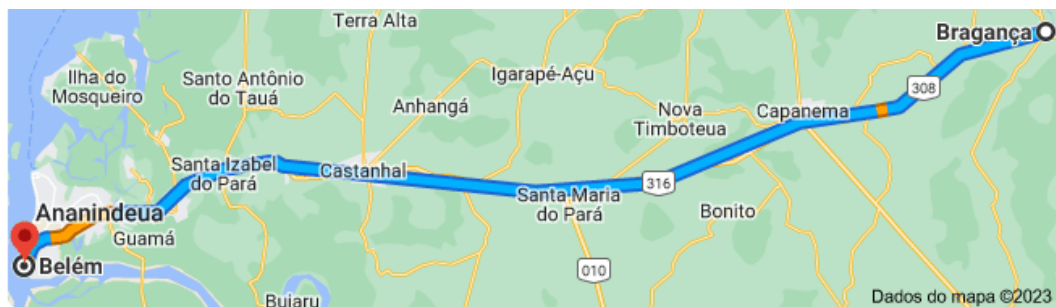
intrusivas, formadas em subsuperfície), riolito e basalto (rochas extrusivas formadas na superfície da terra). Não há afloramentos ou exposições de rochas ígneas na região metropolitana de Belém, muito menos nas proximidades da Escola Dom Calábria em Marituba, o que eleva o custo na construção civil de rochas como o granito. 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 (Figuras 2 e 3).

Figura 1 – Granito formado por minerais como o quartzo, feldspatos e biotita, na forma de brita.



Fonte: (Almeida,2018)<sup>1</sup>

Figura 2 – Mapa representando a distância entre Marituba e Bragança



Fonte: (Aplicativo Maps, 2023).

<sup>1</sup> 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.

Figura 3- 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)<sup>2</sup>.

Figura 4- Exploração de granito na Mina Vale do Caeté, em Bragança-PA, beneficiamento de brita para a construção civil na região metropolitana de Belém.



Fonte: (Nascimento, 2023)<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Imagem autoral, retirada em 2023 na vila do Caeté, Bragança. PA.

<sup>3</sup> Imagem autoral, retirada em 2023 na vila do Caeté, Bragança. PA

### 4.3 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 detríticas (exemplo: arenito) e rochas químicas (exemplo: calcário, caulim). Os sedimentos detríticos 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 detríticos. 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 silito, também muitos utilizados em paisagismo e construção civil em edificações.

Figura 5- Exploração de caulim (argila branca na imagem), rochas sedimentares, em Ipixuna-PA, uso na construção civil, tinta, papel, cerâmica, entre outros



Fonte: (Nascimento, 2023)<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Imagem autoral realizada na cidade de Ipixuna-PA.

#### **4.4 Rochas metamórficas**

Como as rochas ígneas são divididas em intrusivas e extrusivas e os sedimentos em detríticos e químicos, da mesma forma, as rochas metamórficas são classificadas em duas grandes classes genéticas. Elas são o resultado do metamorfismo regional ou do metamorfismo 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 gnaiss. Estas rochas também são raras na região metropolitana de Belém, e seu uso, em geral, fica restrito aos elementos de decoração de ambientes internos.

#### **4.5 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 e 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, hoje tão utilizados pelos estudantes do ensino básico. 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 dependência do homem moderno às substâncias e produtos minerais, pois fornece subsídios para a pesquisa, a lavra e o beneficiamento de recursos minerais utilizados pelas indústrias de extração e transformação para obtenção das

matérias primas usadas na fabricação de inúmeros produtos, 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.

Ao longo da história, o homem vem fazendo uso intensivo dos minerais e rochas, mesmo em tempos mais antigos, sendo os minerais um dos mais importantes fatores da evolução humana, tanto que, ao longo da história, as fases da evolução humana vêm sendo dividida em função dos minerais mais utilizados: idade da pedra lascada, polida, idade dos metais do bronze, do ferro, etc. Um dos maiores saltos da humanidade se deu pela transformação dos minerais em utensílios cerâmicos, permitindo-lhes preparar alimentos, conservá-los e guarda-los, evitando a necessidade diária de caça e pesca, expondo menos os caçadores aos riscos iminentes que esta atividade proporcionava, além de representar um grande salto para a agricultura, onde o homem passa a restringir sua vida a ser caçador e coletor. Este avanço favoreceu a vida sedentária e a formação de sociedades, aldeias e, posteriormente, pequenos núcleos urbanos. Outro importante salto para a evolução foi a comunicação a partir de pinturas nas paredes, que eram feitas com pigmentos de hematita (vermelho) ou óxidos de manganês. (Klein; Dutrow, 2012).

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 era industrial surgiu com a máquina a vapor, trem, navios, todos favorecidos pela ampla distribuição de ferro, aço, cimento e uso intensivo do carvão mineral e do petróleo. Já no século XX, com a entrada do metal alumínio e melhoramento do aço, promoveram uma grande revolução nos transportes terrestres e, principalmente nos aéreos. Isso também impulsionou novas fontes de energia, como a energia nuclear e as grandes usinas hidrelétricas, além de fontes de energia alternativas, como a eólica.

A importância dos bens minerais é amplamente visualizada em nosso dia-a-dia, em coisas básicas como a fivela do cinto de nossas calças, no relógio que usamos, na aliança, nos óculos escuros que utilizamos. Na nossa casa ou escola, por exemplo, os minerais estão por todo lugar: Na base da casa entram barro (minerais de argila e quartzo), cimento (calcário, areia, gipso, argila e hematita), ferro (hematita), etc. As paredes 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).

#### **4.6 A Mineralogia e a Industrialização**

A área da construção civil cresceu muito nos últimos anos, por consequência a utilização de matéria prima também tem alavancado, isso gerou maior necessidade de extração de matéria prima e produção de materiais de construção inicial e acabamentos. Produtos como cimento, areia, seixo, brita, cerâmicas, tubos de PVC, cabos elétricos, dentre outros materiais são fundamentais para a construção de edificações em geral (pessoal, comercial, institucional).

Entre 2.600 e 1.900 a.c. as construções de taipa (casas de barro) tiveram origem na China, essa forma de construção mais rustica, utilizava poucos materiais e afetava pouco o meio ambiente quando comparada as construções modernas, de forma simplificada, sua base de construção se dava por barro (argilo minerais) e cipós, e em seu telhado se utilizava folhas grandes como de bananeiras (Franco, 1988; Kalil; Leggerini, 2009).

No Brasil não se sabe ao certo quando as casas de barro (conhecidas como Pau-a-pique) tiveram início, imagina-se que iniciaram com a colonização dos portugueses quando trouxeram africanos para o Brasil. As primeiras edificações de alvenaria amada em blocos de concreto possivelmente tiveram início em 1966 (Kalil; Leggerini, 2009). Devido a sua forma de construção apresentar maior resistência química e física, rapidamente se popularizaram, e hoje as casas de taipa são encontradas com mais frequência em cidades de interior e no nordeste do país.

Concomitante com o aumento do consumismo e das redes sociais à procura por bens materiais aumentou devido a uma necessidade de alto aceitação, e o sonho da casa própria é uma destas necessidades (Moreira, 2018). Com isso a extração de matéria prima fundamental para a construção dessas edificações intensificou gerando maior procura por regiões que possam conter estes materiais.

Assim, devido à grande necessidade de extração de matéria prima, problemas ambientais como, desmatamento predatório, poluição, queimadas, dentre outros são gerados com mais frequência. Infelizmente, estes fatos não circulam na mídia com tanta frequência, o

que impede que a população de regiões distantes das impactadas tomem conhecimento. Essa realidade impede a formação de uma caráter “altruísta-ambiental” na sociedade. Mas, é importante salientar que essa realidade exige a necessidade de políticas públicas e legislações focadas a regularização destas atividades, assim como uma maior fiscalização de regiões classificadas como Áreas de Preservação ambiental.

Apesar do avanço na legislação e fiscalização no que diz respeito a preservação ambiental na extração de recursos minerais, em especial para uso e aplicação na construção civil, as ações de conscientização, fundamentais para a promoção de um ambiente mais saudável, ainda são tímidas na sociedade. Embora, aparentemente a pessoa física não possa fazer diferenças significativas de forma individual, mas ações pessoais podem dar início a essa conquista. Por exemplo, o simples ato de utilizar (e/ou reciclar) os materiais da construção de forma correta pode diminuir a necessidade de readquirir certos materiais de origem mineral, reduzindo a frequência de extração da fonte (Maury; Blumenschein, 2012).

Segundo o (Ibge, 2023) (<https://educa.ibge.gov.br>), no Brasil há cerca de 72 milhões de domicílios, isso sem contar apartamentos, galpões, dentre outras edificações. Para efeitos de mensuração, vamos utilizar a construção de uma casa padrão como referência da quantidade de material utilizado.

Para iniciar a alvenaria de uma construção, são necessários materiais como cimento, areia, seixo, dentre outros, contudo vamos destacar os mais conhecidos para uma breve análise de acordo com critérios descritos por Abnt- NBR 7211, 1983; Franco, 1988; Kalil; Leggerini, 2009.

Quadro1 – Composição principal de produtos da construção civil.

<b>Produto</b>	<b>Composição</b>
CIMENTO	Calcário (carbonatos -calcita) e argilo minerais
AREIA DE QUARTZO	Dióxido de silício
TIJOLO CERÂMICO	Sílica, alumina e oxido de ferro

Fonte: (Abnt-NBR 7211, 1983).

## 6.1 Cimento

Embora a composição principal do cimento seja calcário e argilo minerais, materiais que estão em abundancia em nosso planeta, sua produção passa por um processo de extração

que quando mal planejada pode ampliar os impactos ambientais. De forma geral, o cimento passa por 5 etapas para sua produção:

- a) Extração da matéria prima
- b) A moagem e homogeneização das matérias primas (obtenção da farinha crua)
- c) Clinquerização (tratamento térmico) da farinha crua em fornos rotativos
- d) Moagem do clínquer para adição de gesso para obtenção do cimento
- e) Ensacamento e expedição do produto.

A indústria do cimento contamina o meio ambiente desde a extração a logística de distribuição, sendo que na extração ocorre a contaminação de solos e rios. Segundo Maury e Blumenschein (2012), a indústria cimenteira é responsável por 3% das emissões mundiais de gases de efeito estufa, e por 5% das emissões de CO<sub>2</sub>. Somente o processo de produção do cimento é responsável por 90% da emissão de poluentes considerando extração, moagem e clinquerização, outros 5% referentes ao transporte.

## **6.2 Areia de quartzo**

Embora a areia e o seixo não passem por um processo de produção industrial, elas demoram anos para serem formadas, ocorrem uma série de processos geológicos responsáveis pela formação desses materiais. A areia geralmente é encontrada próximo a rios ou cursos de água e sua extração, segundo Nogueira (2016), pode gerar depreciação da qualidade das águas, incidência de processos erosivos e alterações na geomorfologia fluvial dos cursos d'água. Essa interferência pode afetar os moradores das redondezas assim como a biodiversidade do ambiente. Os problemas não se encontram apenas na extração, mas sim desde a instalação da empresa no local. A Extração de Areia em Cursos d'Água, apresenta uma lista de consequências:

- a) Supressão da vegetação
- b) Geração de poeira e material particulado
- c) Emissão de gases provenientes da combustão dos motores das máquinas utilizadas
- d) Favorecimento do aporte de sedimentos para os cursos d'água, devido à remoção da mata ciliar
- e) Emissão de gases provenientes da combustão dos motores das máquinas utilizadas
- f) Compactação do solo
- g) Geração de ruído
- h) Alteração da paisagem

- i) Risco de vazamento de óleos/combustíveis/graxas, provenientes das máquinas utilizadas
- j) Consumo de combustíveis fósseis.

### 6.3 Tijolo Cerâmico

O tijolo cerâmico é um dos materiais que mais poluem dentre os já citados, desde a extração dos argilominerais a logística de transporte. Em levantamento realizado por Santos *et. al.* (2016), uma série de impactos oriundos do processo de produção de tijolos foram identificados:

- a) Queima a céu aberto e liberação de gases poluentes
- b) Degradação: a exploração predatória das jazidas de argila
- c) Alterando as características do meio ambiente, principalmente quando se trata de geração de resíduos
- d) Alteração da superfície topográfica e da paisagem e remoção da vegetação
- e) Desmatamento: o corte de árvores para utilizar como lenha no processo de queima
- f) poluição atmosférica decorrente da queima dos tijolos.

Apenas com uma breve exposição do processo de fabricação desses materiais da construção civil é possível mensurar a quantidade de problemas ambientais que provocamos de forma indireta quando iniciamos uma edificação, contudo, não é possível impedir que as cidades continuem crescendo e que as pessoas continuem construindo. Entretanto a procura por estes materiais pode diminuir com medidas simples de serem tomadas.

Primeiramente é importante optar por fornecedores de materiais certificados, que tenham passado pelo controle de fiscalização e que produzam de forma sustentável, assim como utilizar mão de obra qualificada na execução de projetos. Pois um serviço de má qualidade gera transtorno e por consequência a necessidade de reparos, uma nova compra de materiais, o que gera uma nova extração, produção e transporte, poluindo o ambiente duas vezes para o mesmo propósito. Essa repetição de ações pode causar diversos impactos ambientais (Sánchez, 2008).

Embora mão de obra qualificada tenha um custo mais elevado, a conta a ser realizada não compensa, pois segundo Jesus e Barros (2011), a mão de obra não qualificada pode sair apenas

25% mais barata. Entretanto comprar todo material novamente provavelmente não sai mais barato para o comprador e nem para o meio ambiente.

## 5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para aplicar os conceitos pesquisados no protótipo do roteiro da trilha mineral aplicado na Escola Municipal de Ensino Básico Dom Calábria, 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.

Em Marituba 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 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, poderemos avançar na conscientização da importância dos recursos naturais, motivando os docentes 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 desta proposta de trabalho, iremos apresentar os diferentes aspectos da geodiversidade que está inserido o Município de Marituba e cercanias.

### 5.1 Contexto Histórico

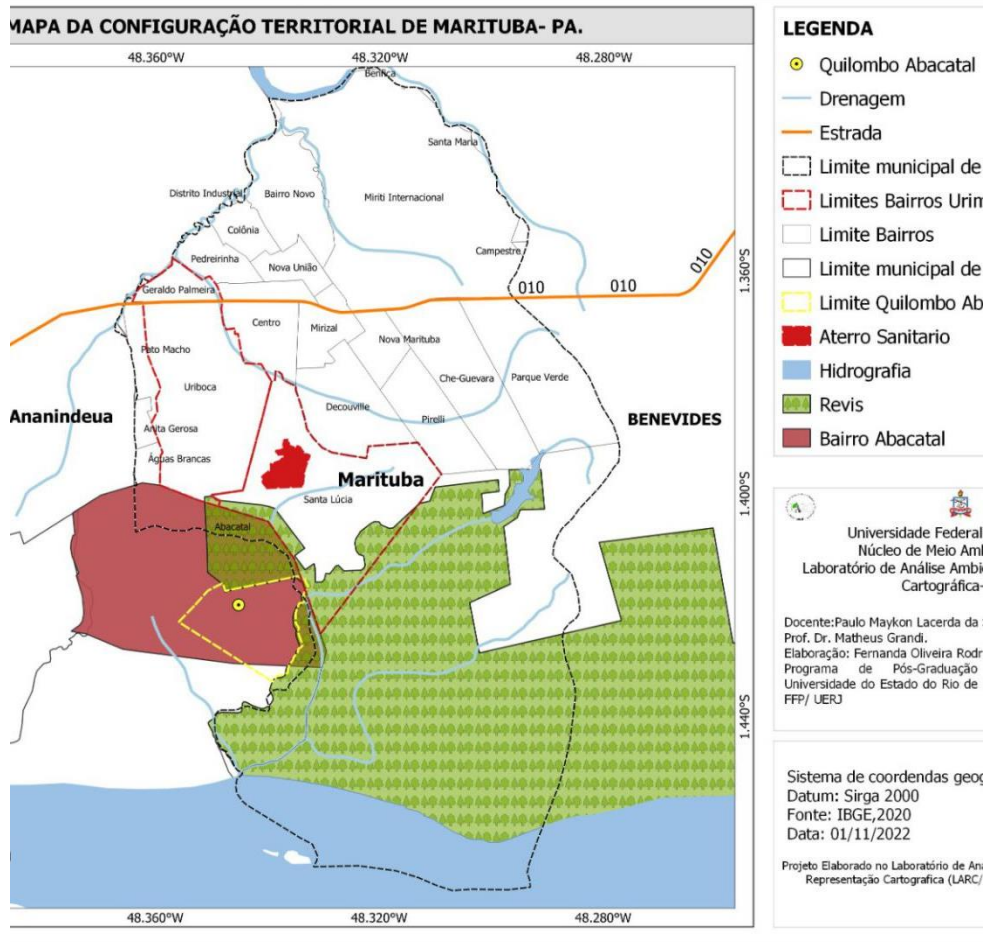
5.1.1 Contexto Histórico, Social e Geológico da Escola Dom Calábria, Município de Marituba nas proximidades do Rio Uruboca.

O Município de Marituba, região metropolitana de Belém, está inserida dentro do contexto da bacia hidrográfica do Amazonas (Fig.7). Esta região está sujeita a enchentes periódicas do Rio Uruboca, situação bem conhecida pelos estudantes da Escola Dom Calábria, apesar de 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, especialmente em Marituba, onde está localizada Escola Dom



Figura 8 – Mapa simplificado da região metropolitana de Belém destacando as unidades de conservação



Fonte: (Silva, 2023).

Figura 9 – Restaurante Rural Terra do Meio (Marituba-PA), a margem do Rio Uruboca



Fonte: (Mafa, 2021)<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Imagem em registro no Inventário da oferta turística do Pará.

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) (Fig.7), único aterro pertencente à RMB, principal metrópole da porção oriental da região amazônica. Sendo, uma área privada, o referido aterro foi instalado a partir de autorização do estado à revelia da população local, pois está localizado próximo a Rio Uriboca, moradias, área de proteção ambiental e outros (Steinbrenner *et al.*, 2020). De acordo com a Secretaria Municipal de Saneamento (SESAN), o aterro de Marituba recebe cerca de 2.800 toneladas de lixo por dia, oriundos principalmente de Marituba, Belém e Ananindeua. Juntas estas localidades apresentam um total de 2.168.903 habitantes, onde apenas 133.685 (6,5%) são referentes a cidade de Marituba.

O aterro de Marituba (Fig. 10) gera uma série de impactos socioambientais, considerando o alto volume de detritos descartados, entre eles a poluição das águas do Rio Uriboca (Peixoto, 2020), realidade bem conhecida pelos estudantes da Escola Dom Calábria. Este cenário de poluição, também enfrentar mais impactos antrópicos, a partir da ocupação de áreas urbanas (Santos *et al.*, 2015). Um exemplo disso ocorreu em 2017 quando no Município

de Marituba foi anunciado estado de emergência, por causa da situação de despejo irregular de chorume do aterro sanitário para a sub bacia hidrográfica do Rio Uriboca, causando poluição, produção de mau odor no entorno e outros impactos ambientais (Marituba, 2017; Dutra *et al.*, 2020). Há outros fatores importantes que devemos aqui destacar, de acordo com Rocha (2017), na sede do município, existem vários poços de abastecimento de água que servem a população. A qualidade dessa água foi investigada em trabalhos de pesquisas geoquímica (Costa, 2004; Bahia, 2004; Bahia; Fenzl; Piratoba Morales, 2008; Berino, 2013; Rocha, 2017) e revelaram o quanto esses fatores pontuais de poluição das águas subterrâneas rasas existentes na área estão afetando a qualidade das águas que a população envolvida está bebendo e suas relações com doenças de veiculação hídrica.

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.

Figura 10- Visão geral do aterro sanitário de Marituba-PA, apesar do protesto dos moradores das proximidades, segue em atividade, segue em atividade até agosto de 2023.



Fonte: (Ary Souza/O Liberal).<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Imagem registrada em O liberal - Atividades do aterro de Marituba são prorrogadas para agosto de 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2021/08/30/atividades-do-aterro-de-marituba-sao-prorrogadas-para-agosto-de-2023.ghtml>. Acesso em 28/02/2024

## 5.2 Participantes da Pesquisa

A princípio os participantes da pesquisa foram a direção (um gestor e um vice gestor), dois professores de matemática (que abriram espaço em suas aulas para implementação da atividade) e 40 alunos do 8º ano da Escola Municipal Dom Calábria em Marituba, a direção em especial auxiliou na atividade de pesquisa de campo nos arredores da escola e nos ambientes internos e externo da escola (Figura 11 e 12). 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). O roteiro da Trilha Mineral será enviado para a escola a fim de ser disponibilizado em seu site, dando visibilidade ao produto pedagógico.

Figura 11 – 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 12 – Pátio interno da Escola Dom Calábria em Marituba, onde é possível observar o piso de areia de quartzo ( $\text{SiO}_2$ ). Os minerais do grupo do quartzo são abundantes na superfície da Terra e utilizados na construção civil.

Fonte: imagem autoral.



### 5.3 Produto Educacional Técnico-Pedagógico

Teixeira (2018) argumenta que o modelo ensino atual se apresenta incompleto e mostrasse resistente a modificações e atualizações, dificultando o alcance dos objetivos educacionais. Os procedimentos pedagógicos ainda são baseados em uma relação vertical entre professores e alunos. Nesta perspectiva, este Produto desprendesse dos modos tradicionais de ensino, estimulado um aprendizado sem hierarquia professor/aluno e com modificação na estratégia de contato com os conteúdos, onde ambos, professores e alunos, somam seus conhecimentos. Assim, este produto irá atuar transformando o espaço escolar como um espaço-não-formal de ensino. Segundo Queiroz (2017) os museus e zoológicas são espaços destinados a observação e estudo de objetos e espécies de características raras, antigas, valiosas ou únicas. Nessa perspectiva o espaço escolar será utilizado como “vitrine” de elementos, minerais, objetos, dentre outros 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 de 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 do material observado, assim como seu processo de fabricação, custo, extração e descrição dos possíveis danos ambientais causados em algumas dessas etapas.

## 5.4 Descrição do Procedimento

### Etapa 1 – Análise paisagística

Nesta etapa o professor precisa analisar o espaço em que pretende utilizar o produto educacional levantando informações a respeito dos processos de extração, produção, comercialização, ciclo de vida dos materiais, e possíveis estratégias de reutilização. Esse rol não é taxativo, podendo o professor adequar para a realidade de seus alunos. Este acervo de informações deve ser utilizado como ferramenta de construção do conhecimento, o docente tem o papel de auxiliar os alunos na percepção do meio que o cerca, pois, de forma geral, apresentam dificuldades para relacionar os conteúdos ministrados em sala com o seu cotidiano (Cavalcanti Neto; Amaral, 2011). Deste modo, é importante que seja realizado um levantamento de pontos estratégicos dentro da escola, onde cada conteúdo e discussão será realizada na execução da trilha. É fundamental que esse levantamento seja acompanhado de estudo técnico, pois embora a cartilha digital contenha essas informações é importante o professor pesquisar propriedades e características da matéria que compõe a paisagem de estudo.

### Etapa 2 – Imersão discente

Nesta segunda etapa será fundamental para o andamento do projeto, apresentar o espaço escolar ao discente de forma a não analisar o conjunto da paisagem e sim suas particularidades (detalhes), como por exemplo, uma parede de alvenaria, de forma geral, visualizada como um retângulo pintado (muitas vezes na visão de um estudante de ensino fundamental), porém, o que compõe esse retângulo? Tijolos, areia, cimento, tinta etc.

De acordo com Cavalcanti Neto e Amaral (2011), a educação quando trabalhada de forma crítica e discursiva no ensino fundamental em Ciências Ambientais, explorando aspectos extraclasse é capaz de desenvolver saberes e consequentemente encontrar soluções. Assim, o professor apresentará na Trilha Mineral Educacional as características destes materiais, assim como aspectos gerais do processo de produção/extração, impactos ambientais e sociais. A trilha deve ocorrer de acordo com a necessidade, embora Ikemoto *et al.* (2009) ressalte que o trajeto deva ser curto para evitar cansaços e melhorar a concentração dos alunos, deixaremos esta decisão a critério do professor, pois cada ambiente tem suas particularidades, assim não estipulamos um limite mínimo de caminhadas e observações, uma vez que ela será realizada no espaço escolar onde o aluno circula diariamente, logo a entrada à escola e a passagem pelos corredores deixam de ser algo comum e se tornam um aprendizado que o aluno sozinho, após a primeira trilha, será capaz de observar e construir.

### Etapa 3 – Construção do Conhecimento

O momento é de deixar o aluno pensar, indagá-lo sobre materiais alternativos, dentro das possibilidades e conhecimentos dos estudantes. Chapani e Cavassan (1997) relatam que é importante expor fatos que permeiam o meio ambiente, acarretando ao indivíduo, consciência e sensibilidade para questões ambientais. Neste sentido pretende-se gerar debates em sala de aula, pois, segundo Reis (2009), a discussão pode aumentar o nível de compreensão, uma vez que entra em contato com experiências e opiniões de outros indivíduos. É necessário seguir uma metodologia em que o discente seja construtor do conhecimento e não uma página em branco, deste modo, teremos o conhecimento sendo construído de dentro para fora do ambiente escolar.

### **5.5 Aspectos Éticos**

Descrever a ética não é uma tarefa fácil, deste modo trabalharemos de modo a tornar um ambiente mais saudável, respeitando os indivíduos, sua cultura, valores e privacidades, em especial no ambiente escolar. Segundo Martins (2010), a ética tem como princípios fundamentais: a autonomia, beneficência, não-maleficência e justiça. Nesta perspectiva trabalharemos, ao elaborar a trilha mineral, de forma a mitigar os riscos, acidentes ou colocações pronominais que possam de alguma forma ofender ou desconfortar os participantes durante as atividades, assim como distribuir tarefas e cobrá-las de forma proporcional ao nível de escolaridade e realidade a qual o discente está inserido.

### **5.6 Possíveis Riscos**

Alguns aspectos precisam ser destacados visando a segurança e o bem-estar dos participantes da pesquisa. Devido a atividade em sua maior parte ocorrer em ambiente aberto, necessitamos tomar medidas preventivas quanto a possíveis riscos, os quais podemos destacar a exposição ao sol, picada de insetos, relevo do solo e a necessidade de alimentação durante o trabalho.

Para minimizar a exposição ao sol, os alunos serão orientados a utilizar protetor solar, chapéus e ou guarda-chuvas. Para tal perguntaremos ao aluno se ele tem em seu histórico algum tipo de alergia ou sensibilidade a raios UV. Como prevenção a insetos, tomaremos como medida a utilização de repelentes a base de água também levando em consideração o histórico de alergia dos discentes. Em relação ao relevo do solo evitaremos que os alunos adentrem em espaços

com alto grau de irregularidade para evitar lesões, entorses ou desconfortos. Por fim para a questão da alimentação, os discentes receberam um lanche antes do início da atividade.

### **5.7 Avaliação e Validação do Produto Educacional**

Cada professor tem seu meio de analisar os resultados de suas práticas de ensino, é importante destacar que uma análise coletiva pode proporcionar a identificação de falhas não observadas na produção inicial. Esta perspectiva justifica a utilização de dois questionários (APÊNDICE A e APÊNDICE B) um direcionado aos alunos participantes da pesquisa na escola Dom Calábria, e o outro direcionado aos professores do Departamento De Educação Ambiental de Marituba (DEA) que serão apresentados a toda aplicação realizada na escola Dom Calábria. Essa estratégia tem por finalidade realizar o levantamento de opinião dos professores apresentando como o produto funciona e quais resultados foram obtidos na primeira utilização.

Etapa 1, avaliação.

A avaliação ocorrera durante todo o processo de aplicação do produto educacional, de modo a observar todos os fatores positivos e negativos da prática. A avaliação pode dar-se por um processo de registro de observações pertinentes ao tema e ao objetivo central da prática. Concomitante os alunos da escola dom Calábria preencheram um questionário antes e depois da aplicação do produto educacional, estes questionários serão 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.

Etapa 2, validação.

A validação do produto Trilha Mineral Educacional como já mencionado se dará pelo preenchimento de questionário por professores do Departamento De Educação Ambiental de Marituba (DEA), profissionais que atual na área de educação ambiental e podem com propriedade técnicas realizar observações pertinentes sob o Produto educacional.

O questionário conta com 12 perguntas divididas em 4 eixos; 1) formação, 2) pós-graduação, 3) experiencia profissional e 4) crítica e sugestão. Os eixos formação e pós-graduação busca identifica quais cursos o professor avaliador participou, o objetivo é analisar quais observações os professores realizaram e de que modo a área de formação pode influências nestas repostas.

O eixo experiência profissional busca identificar como o professor observa o tema educação ambiental dentro da sala de aula e como o produto educacional seria recebido por este professor, estimulando a identificação das vantagens e desvantagem do produto educacional se estas existirem segundo a opinião de cada docente participante.

O 4 e último eixo, crítica e sugestão, permite que os professores realizem observações, sugestões, e se posicionem de forma mais abrangente. Embora o questionário contenha espaços para marcações de alternativas, também disponibilizamos um espaço para as respostas abertas, subjetivas ao posicionamento e entendimento de cada docente referente ao produto educacional.

Após explanação das informações, os professores preencheram os questionários sobre a aplicação realizada na escola Dom Calábria. Para organização dos dados da prática será utilizada a análise de Bardin (2009), onde serão realizadas três etapas: a pré-análise onde ocorrerá uma pré-leitura para seleção dos dados levantados; a exploração do material, etapa em que os dados selecionados serão divididos por categorias definidas após a pré-análise; e o tratamento dos resultados, etapa onde todo material é estudado de modo a entender suas relevâncias para assim chegarmos em resultados coerentes com a pesquisa. De modo a evoluir o produto educacional, deixaremos no questionário uma questão aberta sobre o que o professor adicionaria, melhoraria ou mudaria no produto educacional.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico serão apresentados os dados obtidos na análise de campo realizada no dia 19 de setembro de 2022 na Escola Municipal Dom Calábria no Município de Marituba, região metropolitana de Belém, proximidades do Rio Uruboca e aterro sanitário de Marituba, com autorização da direção da escola. Na figura 13, segue a descrição do ponto inicial do roteiro digital da trilha. No mesmo modelo seguirão os demais pontos a serem 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. 13). 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. 14) que atuam fortemente na região amazônica, expondo o embasamento formado por solo amarelo avermelhado da região (latossolos) formados por minerais como a hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) e goethita ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ). 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 formam estes minerais, bem como 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*, açazeiro *Euterpe oleracea*, amendoeira do tipo castanhola *Terminalia catappa* Linn. <https://www.jardineiro.net/plantas>).

Figura 13 – Rua de acesso a Escola Municipal Dom Calábria em Marituba



Fonte: imagem autoral.

Figura 14 – 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, 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 (Fig. 15), o lugar do lixo é nas lixeiras da escola (Fig. 16) 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 15 – Copo descartável plástico (derivado de petróleo) descartado de forma inadequada em frente à escola.



Fonte: imagem autoral.

Figura 16 – Lixeiras plásticas (em geral de material reciclado) de coleta seletiva na entrada da Escola Municipal Dom Calábria em Marituba, nas cores de acordo com a legislação ambiental para descarte de resíduos sólidos.

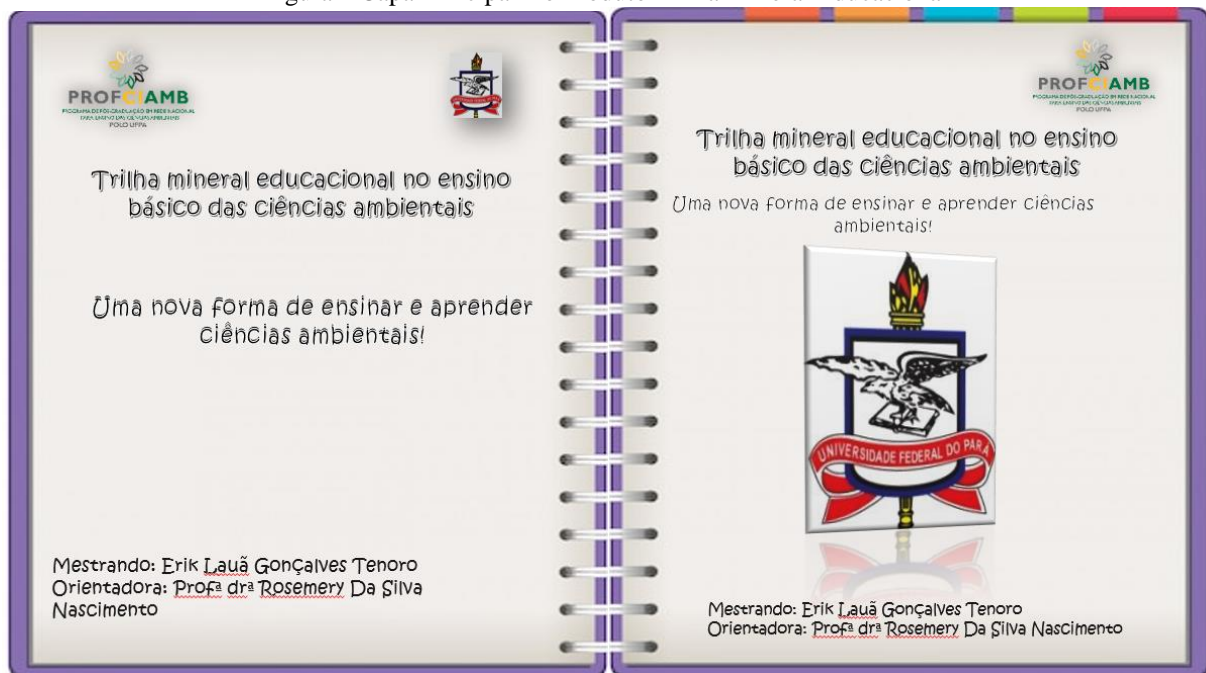


Fonte: imagem autoral.

## 7 ELABORAÇÃO DO PRODUTO TÉCNICO PEDAGÓGICO

Ao unir 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 – Capa Principal Do Produto Trilha Mineral Educacional



Fonte: imagem autoral.

Esta versão 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 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 benefícios do petróleo para o dia a dia, onde este pode ser encontrado, e quais os problemas ambientais que temos que enfrentar devido a sua exploração, sua refinação até o produto desejado, sua queima quando chega a população na modalidade combustível fósseis, ou sua poluição quando chega na forma de polímeros.

Figura – Conteúdo presente na Cartilha Digital



Fonte: imagem autoral.

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.

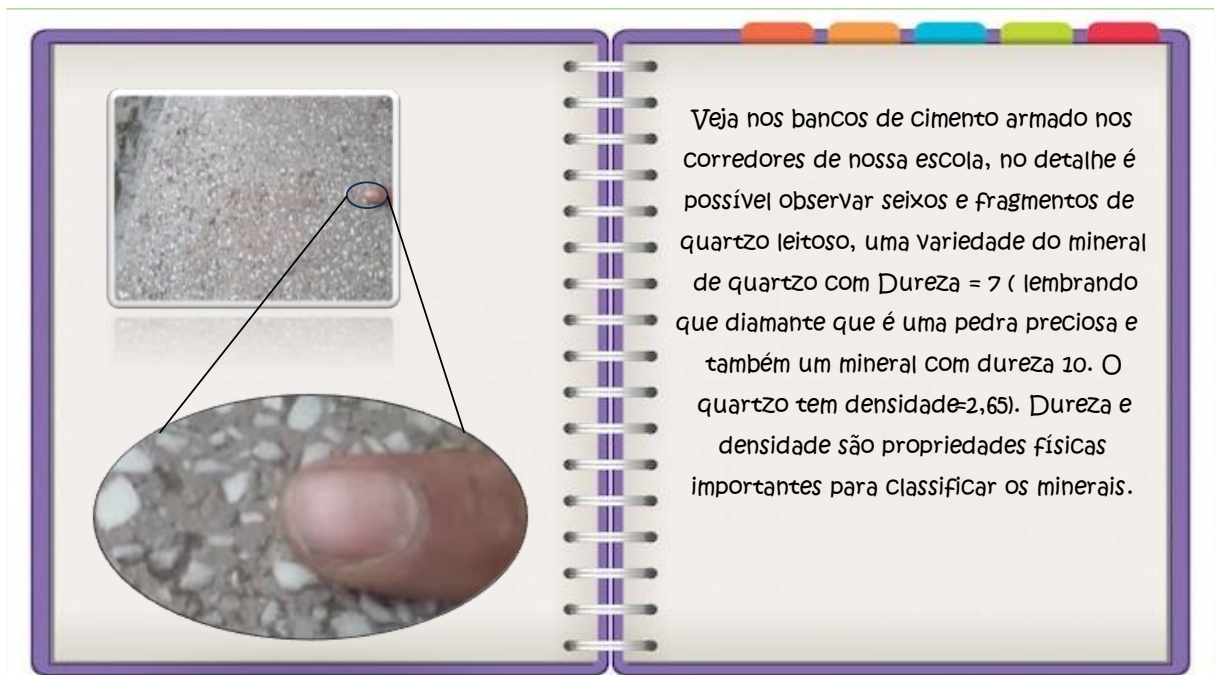
O objetivo é discutir o assunto, fazer com que os alunos possam pensar soluções e identificar quais atitudes podem ser repensadas, substituídas ou mantidas.

Figura – Conteúdo presente na Cartilha Digital



Fonte: imagem autoral.

Figura – Conteúdo presente na Cartilha Digital



Fonte: imagem autoral.

## 8 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.

### 8.1 Primeiro contato (aplicação do questionário antes do produto Mineral educacional ser utilizado)

No dia 19 de outubro de 2023, os 40 alunos do 8º ano da escola Don Calábria, participaram da aplicação do produto educacional. Primeiramente os alunos foram indagados sobre sua compreensão a respeito do tema educação ambiental. Um pequeno questionário foi aplicado aos alunos, todos foram orientados que o questionário não era obrigatório e que poderiam se recusar a fazer caso não estivessem à vontade.

O questionário em sua totalidade apresentava as seguintes perguntas:

- a) Para você o que significa meio ambiente?
- b) Para você o que é educação ambiental?
- c) Em poucas palavras defina o que significa proteger o meio ambiente
- d) você identifica no seu dia a dia objetos ou ações voltadas a proteção do meio ambiente?
- e) O que você ou sua família tem feito para ajudar o meio ambiente?
- f) Você consegue observar na escola algum indicador de impactos ambientais? Quais?
- g) Quantas vezes por dia você reflete em suas ações em relação ao meio ambiente?

O questionário foi produzido com perguntas abertas, onde o discente podia responder com suas próprias palavras, curiosamente muitos alunos não conseguiam encontrar as palavras que descreviam sua resposta, como por exemplo na questão 1 “*pra você o que significa meio ambiente?*”. 50% (20 alunos) responderam que não sabiam dizer, e destes, 75% (15 alunos) que sabiam a resposta, mas não sabiam descrevê-la.

Com esta Primeira questão já foi possível notar que os alunos eram confusos sobre o tema e que não havia um conceito formado, apenas achismos e chutes.

Continuando, o conceito de educação ambiental também não era algo que os alunos tinham familiaridade, repostas como “*cuidar do meio ambiente*” e “*não sei*”, tiveram percentual de 75 % (30 alunos).

A questão 3, teve as respostas mais coerentes, “*limpar as ruas*”, “*não jogar lixo no chão*”, “*cuidar das florestas*”, dentre outras, mostrando que os alunos tinham consciência do

que é certo é o que é errado no quesito atitudes. Entretanto em comparação com a questão 5 e 7 que buscava identificar como o aluno se comportava referente a temática, comprovamos 95% de negativas, os discentes e seus familiares, de acordo com a resposta dos alunos, não tinham o habito de práticas de proteção ambiental.

A questão 4 e 5, também apresentaram respostas coerentes, como por exemplo na questão 4, “*carros de lixo*”, “*meu quintal é cheio de plantas*”. curiosamente estas respostas foram de apenas 50% dos alunos, os outros 50% responderam que não sabiam e teve quatro respostas que destacaram quanto a esta pergunta, os quatro alunos responderam “em lugar nenhum”.

Ao serem indagados sobre as respostas os alunos que tiveram respostas do tipo “não sei, ou lugar nenhum”, relataram que não tinham contato com este assunto e que para eles tudo se resumia a floresta e animais.

## **8.2 Segundo contato (aplicação do questionário pós aplicação do produto Mineral educacional)**

O produto Trilha Mineral Educacional possibilitou que os alunos discutissem o tema educação e impactos socioambientais em uma perspectiva mais abrangente, após a apresentação de conceitos presentes no capítulo 4 e 5 deste trabalho sobre a mineralogia, contexto histórico e mineralogia e industrialização, os discentes foram convidados a dar um passeio pela escola em busca de identificar como os conceitos teóricos se manifestavam em sua rotina. Foi um momento de bastante perguntas e curiosidades.

Os discentes realizaram roda de discussão sobre o que foi apresentado na trilha e foram incentivados a identificar problemas ambientais e pensar soluções, para reduzi-los. O questionário novamente foi entregue aos alunos. As mesmas perguntas e respostas totalmente diferentes foram identificadas nesse segundo momento.

1) Para você o que significa meio ambiente?

“*É a soma dos elementos físicos, químicos e biológicos*”.

“*É onde vivem as pessoas e os animais*”.

“*É a natureza*”.

*“É tudo que existe no mundo”.*

2) Para você o que é educação ambiental?

*“É o meio pelo qual o indivíduo coletivo constrói valores sociais”*

*“É cuidar da natureza e do mundo”*

*“É não jogar lixo”*

*“É discutir sobre o que é melhor para o meio ambiente”*

3) Em poucas palavras defina o que significa proteger o meio ambiente.

*“É evitar que os recursos se acabem”.*

*“É evitar o desmatamento e evitar jogar lixo nas ruas”.*

*“É poluir menos e cuidar mais”.*

*“É cuidar das plantas e dos animais”.*

4) você identifica no seu dia a dia objetos ou ações voltadas a proteção do meio ambiente?

*“Sim, na escola temos latas de lixo coloridas”.*

*“Na escola temos o biodigestor que transforma resto de comida em gás”*

*“Em casa reciclamos as latinhas de bebidas”*

Os alunos apresentaram entendimento significativo do tema, chegando a respostas mais completas e estruturadas de acordo com os pontos destacados na trilha mineral educacional. Concomitante os alunos foram capazes de debater os temas e discutir entre eles as causas, consequências e possíveis soluções para problemas ambientais referentes a exploração de recursos naturais.

## 9 RESULTADO DOS QUESTIONÁRIOS DE VALIDAÇÃO.

Quadro 2 – Itens e respostas do questionário juízes.

Item da ficha	Observações	Avaliador
O que poderia ser feito para aperfeiçoar a cartilha digital.	<p><i>“criar atividades linkadas a cada tópico da cartilha, assim poderia utilizar também como forma de avaliação escolar”.</i></p> <p><i>“talvez um designe mais infantil, com desenhos ou um personagem falando com um balão”.</i></p>	P2 e P5
Qual o nível de satisfação com o produto	<i>“muito satisfeito, entretanto o produto poderia abordar mais detalhadamente tópicos de biologia como o habitat, de animais, que são alterados quando estes materiais são explorados”</i>	comentário P3
Como você classifica a ferramenta de educação ambiental?	Todos os professores consideraram o produto eficiente como ferramenta de educação ambiental.	Avaliador P1 – P10
Você consideraria utilizar a ferramenta em sua sala de aula?	<p>Todos os professores responderam que sim, em destaque os comentários:</p> <p><i>“esta ferramenta tem a capacidade de expandir o aprendizado em uma escola que os alunos não poderiam imaginar”.</i></p> <p><i>“utilizar qualquer espaço escolar como ferramenta de ensino prova que não há a necessidade de estruturas tecnológicas para uma boa aula, claro que elas facilitam, mas esta ferramenta pode ser utilizada em qualquer espaço escolar”.</i></p>	<p>Avaliador P1 – P10 Comentários P5 e P8</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

No mais, todos os professores classificaram o trabalho aprovado como ferramenta de educação ambiental apresentando satisfação com a proposta. As sugestões de validação guiaram os ajustes do produto educacional.

Todas as avaliações foram positivas confirmando que o produto educacional é viável e pode ser utilizado como ferramenta didático pedagógica no ensino das ciências ambientais.

## 10 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 efetivos no ensino básico, aumentando o interesse dos discentes e docentes sobre o tema.

Temos como expectativa que o produto apresentado se torne ferramenta de ensino integrante dos materiais e instrumento que compõe o repertório dos docentes da região, pois acreditamos na potencialização que uma ferramenta como esta, que explora o cotidiano e incentiva o aprendizado ativo, pode contribuir para um ensino mais consistente das Ciências Ambientais.

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

Vale destacar que o produto não se prende apenas a região de Marituba, mas pode ser adaptado para qualquer região, visto que aborda temas relacionados a mineralogia, área de estudo que está presente em todas as arquiteturas, paisagens, ou ambientes que possamos frequentar, além de ser uma ferramenta que não necessita de investimentos digitais ou laboratoriais, logo é de interesse que a ferramenta em questão se propague para outras regiões, levando a partir de sua formatação novas formas de ensinar mineralogia com ênfase na educação ambiental.

## REFERÊNCIAS

ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. **Processos de ensinagem na universidade: pressupostos e estratégias de trabalho em sala de aula.** Joinville, SC: UNIVILLE, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**- agregado para concreto – Rio de Janeiro, 1983.

BAHIA, V. E; FENZL, N.; PIRATOBA MORALES G. Caracterização da qualidade das águas subterrâneas da bacia hidrográfica do Utinga/Belém (PA)- a partir de dados hidrogeoquímicos. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 15., 2008, Natal. Anais[....].* Natal: ABAS, 2008.

<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23413>.

BAHIA, V. E; GOUVÊA, J. L.; FENZL, N. 2004. Influência do depósito sanitário metropolitano de Belém (Aurá) sobre as águas subterrâneas da área. **Revista Águas Subterrâneas**, v. 18, n.1,16 f. DOI: <https://doi.org/10.14295/ras.v18i1.1339>.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** Lisboa, Portugal: edições 70 Ltda., 2009.

BERINO, M.O. **Comportamento do fluxo hídrico subterrâneo na área da bacia hidrográfica da estrada nova, Belém-Pará, e sua relação com a ocupação do meio físico.** 2013. 59f. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 2013.

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](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](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9795.htm). Acesso em: 30 jan. 2023.

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. Ministério da Educação. **Resolução Nº 2, de 15 de junho de 2012.** Estabelece as diretrizes curriculares nacionais para a educação ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de junho de 2012, Seção 1, p. 70. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp002\\_12.pdf](http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp002_12.pdf). Acesso em: 1 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular:** ensino fundamental. 2.ed. Brasília, DF: Fundação Carlos Alberto Vanzolini, 2016. 600p. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 6 jan. 2023.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias, parte III**. 26 de junho de 1998. Último acesso em 20/02/2022, <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>.

CAVALCANTI, N. A. L. G.; AMARAL, E. M. R. Ensino de ciências e educação ambiental no nível fundamental: análise de algumas estratégias didáticas. **Ciência & Educação**, v. 17, p. 129-144, 2011.

COORDENAÇÃO DE ESTUDOS, PESQUISAS E INFORMAÇÕES-CEPI. **Inventário da oferta turística de Marituba**. Marituba: SETUR, PA, 2015. Disponível em: [http://www.setur.pa.gov.br/sites/default/files/pdf/iot\\_de\\_marituba1\\_0.pdf](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. Validação de avaliações educacionais: uma cartilha para simulação e além. **Adv Simul.**, v. 1, n.31, 2016. <https://doi.org/10.1186/s41077-016-0033-y>.

COSTA, M. L.; RODRIGUES, S.F.S. **Ciência dos minerais** – a mineralogia. Apostila da I Especialização a Distância em Lavra e Tecnologia Mineraria-IG-UFPA, 2010.

COSTA, F. R. da. **Influência da neotectônica sobre os arranjos geométricos dos aquíferos na região Metropolitana de Belém**. 2004. 157f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2004.

CHAPANI, D. T.; CAVASSAN, O. O estudo do meio como estratégia para o ensino de ciências e educação ambiental. **Mimesis**, v. 18, p. 19-39, 1997.

DUTRA, V. A. B.; TAVARES, P. A.; BELTRÃO.; N. E. S.; ASSUMPÇÃO, M. P.; CAMPOS, M. V. A. Disposição a pagar dos usuários pela despoluição do Rio Uruboca, em Marituba-PA. **Boletim Ecoeco**, v. 40, p. 65-71, 2020.

FLORIANI, D. M. Conceituais para o desenvolvimento da interdisciplinaridade. *In*: PHILIPPI JR. Arlindo; TUCCI, Carlos E.M.; 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.

FRANCO, L. S. Desempenho da alvenaria à compressão. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, BT – 20/88, 1988

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. Educação Ambiental e o ensino básico. *In*: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE UNIVERSIDADE E MEIO AMBIENTE, 4., 1990, Florianópolis. **Textos Básicos**. Florianópolis, 1990. p.125-146.

GOOGLE Maps. **Trajetos Marituba - Bragança.** Disponível em <https://www.google.com/maps/search/maps/@-1.2884692,-48.4010982,12z/data=!3m1!4b1?entry=ttu>. Acesso em 10/07/2023.

GOOGLE Maps. **Mapa simplificado da Bacia hidrográfica do rio Amazonas e Tocantins-Araguaia, região norte, Brasil.** Disponível em <https://www.google.com/maps/search/maps/@-1.2884692,-48.4010982,12z/data=!3m1!4b1?entry=ttu>. Acesso em 04/02/2022.

IKEMOTO, S.M.; MORAES, M.G.; COSTA, V.C. Avaliação do potencial interpretativo da Trilha do Jequitibá, Parque Estadual dos Três Picos, Rio de Janeiro. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 21, n. 3. p. 271-287, dez. 2009.

JESUS, C. R. Marques de; BARROS, M.M.S.B. Recomendações para elaboração de orçamento de obras de reabilitação de edifícios habitacionais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 57-72, 2011. ISSN 1678-8621 © 2005, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

KLEIN, C.; DUTROW, B. **Manual de ciência dos minerais**. 23.ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 716p.

KALIL, S.B.; LEGGERINI, M. R. **Estruturas mistas** – concreto armado x alvenaria estrutural. 2009. [Aula do] Curso de Graduação. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009. cap. iv. <https://www.politecnica.pucrs.br/mregina/T...PDF>.

MARITUBA. **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, 2017.

MARITUBA Imprensa. Comida amazônica, natureza e poesia em um só lugar: **Restaurante Rural Terra do Meio**. 2022. Disponível em <https://marituba.pa.gov.br/site/comida-amazonica-natureza-e-poesia-em-um-so-lugar-restaurant-rural-terra-do-meio>. Acesso em 8/8/2022.

MARITUBA. **Inventário da oferta turística do Pará**. Marituba-Pa, 2021.

MARITUBA. **Lei Municipal Nº 611/2022**, de 30 de junho de 2022. Acesso em: <https://marituba.pa.gov.br/site/c/publicacoes/>.

MARQUES, F. L. T. **Modelo da agroindústria canavieira colonial no estuário amazônico: estudo arqueológico de engenhos dos séculos**. 2004. xi, 196f. Tese (Doutorado em História) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MAURY, M. B.; BLUMENSCHNEIN, R. N. Produção de cimento: impactos à saúde e ao meio ambiente. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília,DF, v. 3, n. 1, p. 75-96, 2012.

MARTINS, P. C. Princípios éticos ou pautas de conduta na educação escolar. **Rev. Científica Eletônica de Pedagogia**, n. 15, 2010. ISSN: 1678-300X.

- MOREIRA, R. Consumo ou consumismo: uma necessidade humana? **Rev. Fac. Direito São Bernardo do Campo**, v. 24, n.1, 2018. <https://revistas.direitosbc.br/fdsbc/article/view/931>.
- NICKEL, E.H. International mineralogical association, commission on new minerals and mineral names: definition of a mineral. **Mineralogy and Petrology**, v.25, p.323-326, 1995.
- NOGEIRA, G. R. F. **A extração de areia em cursos d'água e seus impactos**: proposição de uma matriz de interação. 2016. 74f. TCC, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2016.
- 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. Fórum permanente fora lixo: ação coletiva no município de Marituba (PA). **Paper do NAEA**, v. 1, p. 12-18, 2020.
- PIRELLI, R. P. **Rivista d'informazione e di técnica**. 1963. Disponível em: [http://search.fondazionepirelli.org/bookreader/riviste/RivistaPirelli/1963\\_4.html#page/84/mode/2up](http://search.fondazionepirelli.org/bookreader/riviste/RivistaPirelli/1963_4.html#page/84/mode/2up). Acesso em 5/8/2022.
- POPP, J. H. **Geologia geral**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. Editora S/A., 1998.
- PHILIPPI JUNIOR, A.; TUCCI, C. E. M.; HOGAN, D. J.; NAVEGANTES, R. (org.) **Interdisciplinaridade em ciências ambientais**. São Paulo: Signus, 2000. Disponível em: <http://www.pnuma.org/educamb/documentos/interdisciplinariade.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. Conscientização ambiental: da educação formal a não formal. **Revista Fluminense de Extensão Universitária**, Vassouras, v. 2, p. 47-60, 2012.
- REIS, P. Ciência e controvérsia. **REU**, Sorocaba, v. 35, p. 09-15, 2009.
- ROCHA, A. G. A. **Qualidade das águas subterrâneas rasas do bairro centro do município de Marituba-PA e sua relação com as principais fontes potenciais de poluição**. 2017. 92f. Dissertação (Mestrado profissional em Recursos Hídricos) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos-IG-UFPA, 2017..
- SÁNCHEZ L. E. **Avaliação de impactos ambientais**: conceitos e métodos. São Paulo, Oficina de Textos, 2008.
- SANTOS, L. S.; GUTIERREZ, C. B. B.; DIAS, N. M.; PONTES, A. N. P. Análise Espacial na Gestão de Recursos Hídricos: Bacia Hidrográfica do Rio Uruboca, Belém, Pará. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, p. 161, 2015.

SANTOS, M. L.; MATIAS JUNIOR, A. R.; CAMPOS, G. M.; NUNES, K. S. T.; SEVERO, C.G. S. Impactos ambientais associados ao processo produtivo do tijolo cerâmico ocasionados, pela olaria cajazeiras localizada no Município de Cajazeirinhas-PB. *In: CONAPESC*, 1., 2016, Campina Grande. **Anais[...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2016.

**SILVA, Paulo Maykon Lacerda da. A espacialidade do conflito:** ações dos agentes produtores do espaço local e a luta em torno do “aterro sanitário” (lixão) em Marituba-PA. 2023. 186f. Dissertação (Mestrado) – Pós graduação em produção social do espaço: natureza, relações de poder e processos formativos em geografia. Programa: PPGGEO – instituição: Faculdade Formação de Professores/ Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

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

STEINBRENNER, R. M. A.; BRITO, R. S.; CASTRO, E. R. Lixo, racismo e injustiça ambiental na Região Metropolitana de Belém. **Cad. Metrop.**, São Paulo, v. 22, p. 935-961, 2020.

TEIXEIRA, L. H. A abordagem tradicional de ensino e suas repercussões sob a percepção de um aluno. **Revista Educação em Foco**, n. 10, p. 93-103, 2018.

UHMANN, R. I. M.; ZANON, L. B. 2013. Diversificação de estratégias de ensino de ciências na reconstrução dialógica da ação/reflexão docente. **Revista Ensaio**, v.15, p. 163-179.

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

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DISCENTE.**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL PARA  
O ENSINO DE CIÊNCIAS AMBIENTAL**

**QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTO DISCENTE**

**TURMA:  
TURNO:  
IDADE  
GRUPO:**

1) Para você o que significa meio ambiente?
2) Para você o que é educação ambiental?
3) Em poucas palavras defina o que significa proteger o meio ambiente
4) Onde você encontra no seu dia a dia objetos ou ações voltadas a proteção do meio ambiente?
5) O que você ou sua família tem feito para ajudar o meio ambiente?
6) Você consegue observar na escola algum indicador de impactos ambientais? Quais?
7) Quantas vezes por dia você reflete em suas ações em relação ao meio ambiente?

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO JUÍSES.



Universidade Federal do Pará/ Campus Universitário de Belém/ Proficiamb.

### QUESTIONÁRIO- Professores de Ciências – SEMED MARITUBA



Masculino ( )    Feminino ( )    Outro: \_\_\_\_\_

<b>Formação</b>	
<b>1ª) Em qual instituição de ensino você cursou a graduação?</b> <input type="checkbox"/> UFPA, ano do início: _____ <input type="checkbox"/> UEPA, ano do início: _____ <input type="checkbox"/> Outras: _____, ano do início: _____ <input type="checkbox"/> Não tem/Não concluiu/ Está cursando.	<b>2ª) Nome do Curso:</b> ( ) Quí; ( ) Bio; ( ) Fís] <input type="checkbox"/> Ciências Naturais [c/Habilitação em]: ( ) Quí; ( ) Bio; ( ) Fís]; ( ) S/Habilitação <input type="checkbox"/> Outras: _____  <div style="text-align: right; font-size: small;">           Caso tenha feito outros cursos de graduação:            Nome do Curso 2: _____, ano: _____.            (Caso tenha outros): _____, ano: _____.         </div>

<b>PÓS- GRADUAÇÃO (Caso tenha feito)</b>			
<b>3ª) Você concluiu qual pós?</b> (pode completar mais de um se tiver várias)			
	<b>Área da Pós</b>	<b>Instituição da Pós</b>	<b>Ano de Conclusão</b>
a) ESPECIALIZAÇÃO		( ) UEPA ( ) UFPA Outra: _____	
b) MESTRADO		( ) UEPA ( ) UFPA Outra: _____	
c) DOUTORADO		( ) UEPA ( ) UFPA Outra: _____	
d) *			
* Caso tenha feito o mesmo tipo de pós em outra área, insira as informações nesta linha (d)			

<b>EXPERIENCIA PROFISSIONAL</b>	
<b>4ª) Tempo de magistério:</b> _____ (anos)	<b>5ª) Trabalha na rede de ensino:</b> ( ) Pública ( ) Particular ( ) Ambas (Pub. + Part.)    Outras: _____
<b>7ª) Qual(is) conteúdo(s) referentes as Ciências Ambientais que os ALUNOS têm mais dificuldade de aprender?</b>	
5ª Série do ensino fundamental maior	
6ª Série do ensino fundamental maior	
7ª Série do ensino fundamental maior	
8ª Série do ensino fundamental maior	
1ª Série do ensino médio	
2ª Série do ensino médio	
3ª Série do ensino médio	
<b>10ª) Qual(is) conteúdo(s) referentes as Ciências Ambientais que são COMPLEXOS de serem ensinados?</b>	
5ª Série do ensino fundamental maior	
6ª Série do ensino fundamental maior	
7ª Série do ensino fundamental maior	
8ª Série do ensino fundamental maior	
1ª Série do ensino médio	
2ª Série do ensino médio	
3ª Série do ensino médio	

<b>NECESSIDADES FORMATIVAS</b>	
<b>12ª) Com que frequência costuma participar em ações de formação profissional?</b> <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> Raramente ( <i>menos que uma vez no ano</i> ) <input type="checkbox"/> Alguma vezes ( <i>pelo menos uma vez no ano</i> ) <input type="checkbox"/> Muitas vezes ( <i>mais que duas vezes ao ano</i> )	<b>13ª) Qual(is) tipos de ações de formação você gostaria de participar?</b> <input type="checkbox"/> palestra _____ ( ) seminário _____ ( ) minicurso _____ <input type="checkbox"/> oficina _____ Outras: _____  <b>Você considera a temática Ciências ambientais como relevante?</b> _____ _____



## APENDICE C – CARTILHA DIGITAL.

