

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BIODIVERSIDADE, EVOLUÇÃO E MEIO AMBIENTE

JOÃO VICTOR DA CONCEIÇÃO

**UM MATERIAL DIDÁTICO PARA O ESTUDO SOBRE OS IMPACTOS DO  
PROCESSO DA CRIAÇÃO DE UMA MINA AO MEIO AMBIENTE**

Ouro Preto

2023

JOÃO VICTOR DA CONCEIÇÃO

**UM MATERIAL DIDÁTICO PARA O ESTUDO SOBRE OS IMPACTOS DO  
PROCESSO DA CRIAÇÃO DE UMA MINA AO MEIO AMBIENTE**

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Exatas e Biológicas – Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente – da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para obtenção do título de Biologia Licenciatura.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues e Silva  
Área de Concentração: Ensino de Ciências

Ouro Preto

2023

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

C744u Conceição, João Victor Da.

Um material didático para o estudo sobre os impactos do processo da criação de uma Mina ao meio ambiente. [manuscrito] / João Victor Da Conceição. - 2023.

46 f.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues e Silva.  
Monografia (Licenciatura). Universidade Federal de Ouro Preto.  
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas .

1. Mineração. 2. Barragens. 3. Caderno Temático. I. Silva, Fábio Augusto Rodrigues e. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 54

Bibliotecário(a) Responsável: Luciana De Oliveira - SIAPE: 1.937.800



## FOLHA DE APROVAÇÃO

João Victor da Conceição

**Um material didático para o estudo sobre os impactos do processo da criação de uma mina ao meio ambiente**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Biologia

Aprovada em 29 de março de 2023

### Membros da banca

Professor Doutor Fábio Augusto Rodrigues e Silva - Orientador Universidade Federal de Ouro Preto  
Professora Doutora Cristina de Oliveira Maia - Universidade Federal de Ouro Preto  
Professora Doutora Clarissa Rodrigues - Universidade Federal de Ouro Preto

Fábio Augusto Rodrigues e Silva, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 03/04/2023



Documento assinado eletronicamente por **Fábio Augusto Rodrigues e Silva, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 03/04/2023, às 15:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0503307** e o código CRC **E40E4375**.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, saúde e paciência para superar mais um obstáculo proposto por essa aventura insana chamada vida.

Aos meus familiares, principalmente minha avó Maria José Viegas (*in memoriam*) e a minha mãe Vanda, pela criação e companheirismo nesses quatro anos e meio de faculdade. Foram momentos difíceis durante esses anos, mas vocês estavam sempre presentes, segurando a minha mão e não deixando que nada faltasse.

Aos meus melhores amigos, Lara Luiza e Paulo Victor, pelo grande companheirismo e por estarem sempre ao meu lado nos momentos em que eu mais precisava, ouvindo meus desabaços e sempre lembrando os motivos de eu precisar vencer mais esta etapa.

Aos meus amigos do IFMG que comigo permaneceram, Ana Carolina, Hellen de Paula, Maria Clara, Thaís Generoso, Vinicius Guimarães e Vitória Almeida, pela amizade ter continuado e pelos grandes momentos que continuamos vivendo juntos em Ouro Preto/MG.

Aos meus grandes amigos da faculdade, Amanda, Carlieze, Daniel, Douglas, Henrique, Iasmin, Isabela, Isadora, Júlia, Larissa, Rennan e Roberta, por terem enfrentado junto a mim esses grandes obstáculos propostos no curso de Ciências Biológicas e pelos momentos vividos nessa etapa.

Aos amigos da vida, Isabella, Junio, Maria José, Rafael Viegas e Vinicius Alvarenga, obrigado pelo apoio e por estarem presentes mesmo com a distância.

Aos moradores da Casa 4 da Vila Universitária, em especial Eduardo, Leonardo, Lucas Ayres e Vinicius, por terem feito a convivência com muitas pessoas ser fácil e prazerosa. Morar em um ambiente tranquilo e respeitoso é essencial para se ter uma boa saúde mental.

Ao meu orientador Fábio Augusto Rodrigues e Silva, por todo conhecimento adquirido durante a graduação e por muitas vezes ter tido a paciência de lidar com minha personalidade e ansiedade, sendo por vezes uma figura paterna que nunca tive.

Aos meus professores, André Talvani, Cristina Maia, Maria Rita Pires, Samantha Ribeiro, Silvia Gomes e Wanderson Lima, por todo conhecimento repassado e por serem grandes inspirações como profissionais no futuro.

A Universidade Federal de Ouro Preto e ao Instituto de Ciências Exatas e Biológicas pelo suporte e estrutura durante toda a graduação.

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid), por me fazer se apaixonar pela área da educação e por toda a experiência que me ajudou a crescer muito como pessoa e profissional durante os dezoito meses.

Ao Laboratório de Química Tecnológica e Ambiental, em especial aos meus orientadores de iniciação científica, Eliane Gonçalves e Sérgio Aquino, por todo o aprendizado adquirido durante o tempo em que estive.

*“...someday when you get where you're going, you will know it was you and the people who love you who put you there, and that will be the greatest feeling in the world. Thank you for this moment.”*

*Taylor Swift.*

## **RESUMO**

A mineração está presente de várias formas no nosso dia a dia, mas, recentemente, essa atividade tem sido presença frequente em noticiários devido à grande sequência de crimes ambientais dos últimos anos, como por exemplo, o rompimento da Barragem de Fundão, na cidade de Mariana, Minas Gerais. A educação científica pode contribuir possibilitando um espaço para a discussão e reflexão acerca dessas grandes tragédias. Nesse sentido, o objetivo central do trabalho foi a elaboração de um caderno temático, pelo qual se espera que propicie aos alunos a realização de atividades sobre o processo de criação de uma mina, analisando todas as etapas por meio do ensino de ciências por investigação. No texto são apresentadas informações sobre o desenvolvimento do caderno temático, analisando seu potencial para a conscientização sobre os impactos da mineração ao meio ambiente. Nessa análise constata-se elementos, como textos e atividades, que permitem uma abordagem do tema com maior conscientização a respeito das práticas e das políticas minerárias em território brasileiro.

Palavras chaves: Mineração; Barragens; Educação Socioambiental; Ensino de Ciências Por Investigação; Caderno Temático.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1. Mineração .....	14
2.2. A Cidade de Catas Altas/MG.....	16
2.3. Educação Socioambiental.....	16
2.4. Ensino De Ciências Por Investigação .....	19
3. JUSTIFICATIVA.....	22
4. OBJETIVOS .....	25
4.1. Objetivo Geral.....	25
4.2. Objetivos Específicos.....	25
5. METODOLOGIA .....	26
6. ESTUDO SOBRE O POTENCIAL DO CADERNO TEMÁTICO.....	27
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES .....	39
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

## APRESENTAÇÃO

Sou João Victor da Conceição, tenho 25 anos e atualmente moro em Ouro Preto, Minas Gerais. Meu contato com os elementos do estudo da Ciência e Biologia começou desde cedo, pois o fato da minha cidade ser bem rural fez com que sempre tivesse a fauna e a flora muito presentes em minha vida. Meus avós tinham galinheiro, pasto e árvores em casa, isso fez com que eu tivesse bastante contato com fenômenos naturais ainda na infância. Minha primeira lembrança relacionada à Biologia está relacionada com a pergunta "onde viemos?" E perguntei à minha mãe como eu tinha surgido, de onde tinha vindo. Ela me explicou de forma resumida que para um ser humano existir, um homem e uma mulher precisam "namorar" e juntos terão uma criança.

A lembrança mais marcante que tenho relacionada ao Ensino de Ciências e Biologia foi a primeira experiência que fiz em casa, que foi a clássica do "Feijãozinho no Algodão". Aquela situação em si foi muito importante, porque acompanhar a germinação de um feijão num recipiente quando se tem 7 anos de idade é uma coisa bastante interessante.

Aos 15 anos, buscando uma estrutura melhor para a minha educação, mudei para a cidade de Ouro Preto para estudar no Instituto Federal Minas Gerais, no qual me formei em Técnico em Mineração. Essa experiência foi algo inspirador para realizar este trabalho.

Atualmente faço parte do projeto de Iniciação Científica, "Remoção de Agentes de Resistência Antimicrobiana em Lodos de Esgoto Sanitário por Alcalinização Química", no Laboratório de Química Tecnológica e Ambiental. Um projeto que tem por objetivo estudar a ação dos antibióticos excretados no sistema de esgotamento sanitário. A minha bolsa abrange o período de setembro de 2022 a setembro de 2023.

Em outro momento de minha graduação, fiz parte do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) durante o período de outubro de 2020 a março de 2022 e, até o momento, essa foi a minha maior experiência na área da educação. Um fato marcante que aconteceu no projeto foi a minha primeira oficina na qual fiquei responsável por conduzir atividades sobre tema "horta orgânica". Foi quando tive o primeiro contato com os alunos e fiquei respondendo as suas dúvidas, foi uma situação que ficará na memória porque foi a primeira vez que me senti como um professor.

No momento, pensando em minha formação inicial como educador, escolhi outro tema socioambiental para desenvolver uma investigação: a mineração. A mineração esteve presente

durante toda a minha vida por ter familiares que atuam na área e por morar numa cidade rica em recursos minerais, muito visada pelas grandes empresas para a extração desses materiais.

Um dos meus maiores desejos é realmente favorecer um processo de ensino e aprendizagem de qualidade. Oportunizar que os alunos de escola pública desenvolvam o pensamento crítico e consigam lutar por um mundo com mais igualdade.

Nesse sentido acredito que seja de extrema importância discutir o tema “mineração” nas escolas de Educação Básica.. É necessário, juntamente com a construção de sujeitos pensantes, que ao perceberem o crescimento de problemas socioambientais recorrentes no país, compreendem as suas causas e consequências e se mobilizem para lutar contra os processos de degradação da vida e dos nossos ambientes.

## 1. INTRODUÇÃO

A República Federativa do Brasil é o maior país localizado na região da América do Sul, com o número estimado de habitantes em 213.317.639 pessoas e área territorial de 8.510.345,540 km<sup>2</sup>, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2021. Em 2023, é governado por Luiz Inácio Lula da Silva, do Partido dos Trabalhadores. Devido a sua grande dimensão territorial, o país é abundante em flora e fauna, sendo grande alvo de exploração dos países estrangeiros e também de grandes empresas nacionais.

Desde antes da chegada dos portugueses ao Brasil, no ano de 1500, quando os povos originários já residiam por aqui, o país já se mostrava rico em recursos da biodiversidade e também de minerais. Fausto (2004) explica que esses recursos, até então, eram utilizados pelos povos originários para sua alimentação, agricultura, caça e pesca e que, apesar dos povos originários naturais não apresentarem o senso de conservação, como entendemos atualmente, não causavam tantos danos ao ambiente. Ele afirma que:

De qualquer forma, não há dúvida de que, pelo alcance limitado de suas atividades e pela tecnologia rudimentar de que dispunham, estavam longe de produzir os efeitos devastadores da poluição de rios com mercúrio, ou da derrubada de florestas com motosserras, características das atividades dos brancos nos dias de hoje. (FAUSTO, 2004, p. 38).

Com relação à extração de recursos, o território das Minas Gerais se destaca historicamente e economicamente. O estado de Minas Gerais é uma das 27 unidades federativas da República Federativa do Brasil, com a área territorial de 586.513,983 km<sup>2</sup> e a população estimada em 21.411.923 pessoas, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2021. Ele é o segundo maior estado populoso do país, sendo superado apenas pelo estado de São Paulo, pertencente também a região Sudeste do país. A descoberta do ouro em Minas Gerais nos primórdios do século XVII ativou a vida socioeconômica do Brasil (SOBREIRA, 2014).

A atividade econômica da exploração do ouro no estado perdurou por quase um século. Ainda segundo Sobreira (2014), durante a primeira metade do século XVIII, o desenvolvimento da província e a riqueza gerada para a Coroa tornaram sua capital Vila Rica (atual Ouro Preto) um dos maiores centros populacionais do interior do território. Este foi o

auge da extração de ouro no estado, pois a partir da outra metade do século, a sua exploração<sup>1</sup> começou a cair.

A forma de uso dos recursos minerais sempre foi conhecida, como a utilização do minério de ferro na indústria do aço, fazendo parte da história da nação Brasil e contribuindo por meio da economia devido ao seu uso e devido à exploração dos insumos e das pessoas subalternas, que não tiveram escolha e foram escravizadas para o trabalho de extração desses materiais (JECUPÉ, 2020). O auge dessa extração aconteceu no Ciclo do Ouro, no século XVIII, onde hoje se encontram os estados de Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais.

Atualmente, no século XXI, a exploração de forma desordenada dos recursos minerais está perpetuando problemas e criando várias outras consequências para diferentes comunidades, para a natureza e os organismos vivos presentes no planeta. Segundo Farias (2002), entre as várias consequências das atividades minerárias se destacam: a urbanização desordenada, construção de barragens, uso não controlado de águas subterrâneas, entre outras. Quando se realiza uma atividade minerária, inevitavelmente haverá impactos e o resultado disso são ambientes muito degradados que não retornarão à forma que eram antes das ações antrópicas.

Um dos impactos mais dramáticos das atividades foram os rompimentos de barragens de rejeitos, que tem se destacando nos últimos anos da pior forma possível ocasionando crimes ambientais e, como resultado, várias pessoas estão tendo suas vidas alteradas ou até mesmo ceifadas, como Porto (2016) afirma que:

Em primeiro lugar, porque a vida e o meio ambiente valem pouco, caracterizando o que economistas chamam de externalidades negativas. O risco ou existência de desastres, mortes e destruição ambiental não são incorporados no preço do minério. (PORTO, 2016, p. 02).

Destaca-se que a atividade minerária tem um histórico desde o século XIX com crimes ambientais relacionados a rompimento de barragens. O primeiro caso registrado no mundo moderno é o rompimento da barragem de Dale Dyke, na Inglaterra, em 1864, após intensas chuvas. O rompimento causou uma enchente que resultou em mais de 250 mortes (HARRISON, 1974, p.136). Sobre as causas, Aguiar (2014) explica:

Ao longo dos anos diversas teorias tentaram explicar as causas do rompimento, porém somente em 1978, G.M. Binnie, vice-presidente do *Institute of Civil Engineers*, após uma extensa pesquisa pode concluir que o barramento rompeu devido à percolação de água através do núcleo impermeabilizante, a qual

---

<sup>1</sup> Define-se “Exploração” como “Ação de explorar, de tirar proveito financeiro de uma terra ou área, buscando seus recursos naturais (EXPLOTAÇÃO, 2022).”

desestruturou o talude da represa e levou ao rompimento drástico da estrutura. (AGUIAR, 2014, p. 08).

Enquanto isso, no Brasil, o primeiro caso de rompimento de barragem é datado em 1954, na cidade de Belo Horizonte em Minas Gerais, na até então conhecida Barragem da Pampulha. Segundo o site Museu Virtual da Pampulha, toda a área ao entorno do local foi evacuada após constatarem vazamentos de água da barragem. O Portal Belo Horizonte explica que o crime ambiental escancarou a grande desigualdade social que se tinha naquela época na capital:

O desastre foi amplamente noticiado e colocou em evidência os grandes contrastes da região, com a área elitizada das casas de final de semana; a precariedade dos serviços e das moradias destinadas aos trabalhadores; e as condições de urbanização medianas da área de ocupação mais antiga, conhecida como Pampulha Velha. (PORTAL BELO HORIZONTE).

Os rompimentos de barragem são problemas socioambientais que cada vez estão ocorrendo com frequência, causando grandes estragos ao meio ambiente e mudando, interferindo e até mesmo retirando a vida de várias pessoas. Considerando essa situação emergente, este trabalho irá fundamentar-se precisamente sobre os dois últimos maiores crimes ambientais que aconteceram no estado de Minas Gerais e foram amplamente noticiados em todo o mundo. Em 2015, na cidade de Mariana, a Barragem de Fundão se rompeu, fazendo com que o distrito de Bento Rodrigues sumisse do mapa, vitimizando 18 pessoas. Em 2019, na cidade de Brumadinho, a Barragem da Mina Córrego do Feijão se rompeu, levando embora a vida de mais de 270 pessoas.

É importante ressaltar que a palavra “acidente” evitará ser mencionada, pois, segundo o Ministério Público Federal (MPF), tratou-se de um crime sócio-ocupacional-ambiental cuja responsabilidade precisa ser apurada de forma rigorosa. A palavra “acidente” tende a expressar uma visão de evento fortuito, sem causas ou responsabilidades (LACAZ et al, 2017). Em relação aos crimes ambientais citados, existem causas e responsáveis, por isso não se deve ocorrer a naturalização do ocorrido. Os grandes rompimentos não podem ser considerados acidentes. As empresas responsáveis por eles foram, inclusive, reconhecidas como culpadas pela Justiça brasileira (CAMPOLINA et al, 2021).

A mineração brasileira é regulamentada por várias leis federais responsáveis pela não ocorrência ou diminuição desses impactos. O setor responsável por essa área é o Ministério de Minas e Energia, criado em 1960. Todas as competências desse ministério anteriormente eram responsabilidade do Ministério da Agricultura.

Além de impactar o ambiente, a mineração também impacta vidas, como por exemplo, das pessoas que residem na cidade em que foi realizado o trabalho presente. A cidade de Catas Altas está localizada no estado de Minas Gerais com uma população estimada de 5465 habitantes (IBGE, 2021). O município, que está aos pés da Serra do Caraça, fica a 120km da capital mineira Belo Horizonte. É uma cidade com a mineração bem presente, devido a parte de sua população trabalhar para as empresas mineradoras instaladas na região. As mineradoras que atuam aos arredores da cidade já fizeram alguns projetos com as escolas instaladas no município.

O “Programa Atitude Ambiental”, realizado pela mineradora Vale S.A., tem como objetivo despertar nas pessoas que passam pelas suas intervenções, o compromisso com visão e ações sustentáveis para a valorização da vida (DE FATO, 2013). Segundo o portal de notícias, em 2012, o programa realizou 760 atividades em Catas Altas e várias outras cidades da região, como oficinas, palestras, encontros de gestão e capacitação de líderes comunitários e professores em assuntos relativos à sustentabilidade.

Apesar de ser uma cidade minerária, ainda se tem uma grande falta de conhecimento em relação ao processo da mineração, desde a criação das minas, suas funções até como todo o processo impacta o meio ambiente de forma severa. Portanto, o caderno temático “O Processo de Criar uma Mina” é uma alternativa para a construção do conhecimento sobre o tema de forma mais contextualizada.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Mineração

A mineração é um dos pilares da economia brasileira. A palavra “Mineração” vem do latim “Mineralis”, que significa mineral, sendo do ato de extrair tais minerais do subsolo que se originou o verbo “minerar” (LOPES, 2014). Ela faz parte do nosso cotidiano por meio de várias atividades, passando por objetos como computadores, plásticos e até cosméticos. Sobre isso, Farias (2002) afirma que:

A mineração é um dos setores básicos da economia do país, contribuindo de forma decisiva para o bem-estar e a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade equânime, desde que seja operada com responsabilidade social, estando sempre presentes os preceitos do desenvolvimento sustentável. (FARIAS, 2002, p. 04)

O Brasil tem um histórico com a busca e exploração de recursos naturais, desde antes da invasão dos portugueses no ano de 1500. A maior delas que se tem registrado é a exploração da planta *Paubrasilia echinata*, conhecida popularmente como “pau brasil”, iniciando um período horrível para a história do nosso país de escravidão e morte de povos originários das Américas e negros sequestrados de várias nações do continente africano. Logo após veio o Ciclo do Ouro no século XVII e atualmente no século XXI temos a exploração de recursos minerais, como ferro, manganês, cobre etc, de forma exacerbada.

Para os produtos vindos da mineração chegarem em nossas casas, os minerais passam por três etapas: 1) Pesquisa e Exploração; 2) Lavra; e 3) Beneficiamento. O Ministério de Minas e Energia possui quatro Secretarias finalísticas que propõem diretrizes e implementam políticas nacionais em suas áreas de atuação: Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, Secretaria de Energia Elétrica e a Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético (BRASIL, 2020).

Com a importância de que todos os processos ocorram de forma segura e sem grandes impactos no meio ambiente, atualmente a mineração é regida por algumas leis e políticas.

As principais citadas neste presente trabalho para uma ampla compreensão serão os artigos presentes na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988:

Art. 176 - As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra. (BRASIL, 1988)

Este artigo esclarece que todos os bens minerais em solo brasileiro são pertencentes à União e é preciso a autorização da própria para sua exploração. Em contrapartida, também afirma que:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1988)

Em relação a esses aspectos, as instituições responsáveis pela proteção são o Ministério do Meio Ambiente, que tem como obrigação “formular e coordenar as políticas ambientais, assim como acompanhar e superintender sua execução” (FARIAS, 2002, p. 6), o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, tendo como função “formular as políticas ambientais, cujas Resoluções têm poder normativo, com força de lei, desde que, o Poder Legislativo não tenha aprovada legislação específica” (FARIAS, 2002, p. 6) e pela regulamentação, a Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA, Lei n. 6.938. de 1981, tendo como objetivo “a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana” (BRASIL, 1981, p. 01).

Infelizmente, o Brasil ainda se encontra carente de leis mais rígidas em relação ao processo de mineração e à destruição do meio ambiente. E isto se revela de forma bem dramática na região do chamado Quadrilátero Ferrífero.

O Quadrilátero Ferrífero é uma região que se encontra na região Centro-Sul do estado de Minas Gerais/Brasil rica em recursos minerais. A expressão “Quadrilátero Ferrífero” foi mencionada pela primeira vez pelo trabalho de Dorr II em 1969 (SOUZA, 2021). É uma região de grande importância socioeconômica para o estado. O quadrilátero abrange cidades como a capital Belo Horizonte, Ouro Preto, Mariana, Congonhas, Brumadinho e Catas Altas, que será utilizada como base para este trabalho.

A região é subdividida em três grandes grupos: “o supergrupo arqueano Rio das Velhas, o supergrupo proterozóico Minas e o grupo proterozóico Itacolomy” (ROESER,ROESER, 2010, p. 33). Os autores também afirmam que cada grupo é composto por tipos de rochas diferentes, sendo o supergrupo Minas, no qual está pertencente a cidade de Catas Altas, o maior deles.

## **2.2. A Cidade de Catas Altas/MG**

Localizada no estado de Minas Gerais, o município de Catas Altas está a 120km da capital mineira Belo Horizonte. Segundo o último censo, feito em 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a cidade tem 4846 habitantes, com estimativa de 5465 pessoas no ano de 2021 e está localizada aos pés da Serra do Caraça.

A história de Catas Altas, assim como de diversos municípios mineiros, está relacionada com o ciclo da mineração no século XVIII e atribui-se ao bandeirante Domingos Borges a fundação do arraial original em 1703 (CATAS ALTAS, 2021). A Prefeitura Municipal também afirma que o município recebeu esse nome das profundas escavações que se faziam no alto dos morros. A palavra “catas” significa garimpo, escavação mais ou menos profunda, conforme a natureza do terreno para a mineração.

Após o fim do ciclo da mineração, o município ficou praticamente abandonado. Com isso, o padre português Monsenhor Manoel Mendes Pereira de Vasconcelos ensinou a técnica de produzir vinho para a população de Catas Altas devido ao fim da economia gerada pelo ouro. O vinho passou a ser uma das principais fontes econômicas da cidade (CATAS ALTAS, 2021).

Entre 1839 e 1995, Catas Altas pertenceu ao município de Santa Bárbara/MG, emancipando-se por meio da lei nº12. 030, de 21 de dezembro de 1995 (Biblioteca IBGE, 2022). Nos dias de hoje, Catas Altas vive da mineração de ferro e tem o turismo como uma alternativa de renda e sustentabilidade, garantindo às futuras gerações as paisagens naturais e plena harmonia entre economia, geração de renda e qualidade de vida (CATAS ALTAS, 2021).

Por ser uma cidade minerária rica em recursos naturais, é de extrema importância que a educação dessa população esteja relacionada com a necessidade de uma construção ainda mais intensa sobre os problemas socioambientais enfrentados no município, pois com a motivação de sujeitos críticos, é possível que se tenha mudanças em um futuro não tão distante.

## **2.3. Educação Socioambiental**

No país em que se encontra um dos maiores biomas do planeta, a Floresta Amazônica, e também uma diversidade de ambientes e seres vivos, a educação socioambiental é de

extrema importância. Desde a Revolução Industrial, no século XVIII, o nosso planeta se encontra cada vez mais ameaçado e o risco de seu colapso é iminente. Humanos sempre afetaram o meio ambiente em que viveram, mas os impactos até certo tempo atrás eram locais ou regionais (ARTAXO, 2014). Hoje esses impactos estão acontecendo em maior escala e gravidade, como aumento das secas nas regiões mais quentes, oceanos subindo devido ao descongelamento das geleiras, perdas de espécies e tempestades de chuvas intensas no Brasil.

Os sinais já são mostrados: o clima não está mais definido e ficando mais quente, as chuvas causando enchentes por meio de tempestades severas e o aumento da seca de água cada vez mais frequente. O meio ambiente é o endereço do futuro para o qual haverá a maior convergência de demandas entre todas (ZULAUF, 2000). Uma das atividades que impulsiona algumas dessas demandas que estão em conflito com o meio ambiente é a mineração.

A mineração é um processo bastante complexo e agressivo, atingindo níveis globais, contribuindo para o aumento das consequências do aquecimento global. Uma das opções para superar essa questão é a educação. A construção de uma sociedade mais crítica, consciente e sustentável por meio da educação pode ajudar a refletir acerca desses impactos.

Os primeiros movimentos envolvendo a educação ambiental, no Brasil, realizaram-se na década de 1960, quando ambientalistas e educadores começaram a discutir a situação ambiental do país e do planeta. Ormezano e Poma (2013) ainda ressaltam que os debates políticos-culturais que ocorreram no final da década de 70 formaram os primeiros educadores ambientais com enfoques filosóficos, políticos e pedagógicos, implicando na resolução de obstáculos sociais e didáticos.

Em 27 de abril de 1999, o então presidente da república, Fernando Henrique Cardoso, instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), Lei n. 9.795, de 1999. A PNEA se instaurou como componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo (BRASIL, 2012). Por meio da Lei n. 9.795, se definiu educação ambiental como:

Art.1.º: Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Art. 2.º: A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal. (BRASIL, 1999)

A educação socioambiental também é algo que não esteve desde sempre presente na realidade do cidadão brasileiro. Entende-se educação socioambiental como:

o construir alinhado à formação de práticas educativas condizentes com a formação de sujeitos ecológicos e transformadores da realidade, ou seja, práticas educativas que aglutinem educação, sociologia e questões ambientais (LUZ; SILVA, 2022, p.03).

A legislação deixa explícita a importância da educação ambiental para a população brasileira. A conscientização sobre a preservação e impacto ambientais é um dever de todo cidadão. É importante seu desenvolvimento desde os primeiros anos para a construção de sujeitos pensantes sobre a importância do meio ambiente para o planeta, transmitindo este conhecimento para as gerações futuras.

Se evidencia também dentro dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) – diretrizes feitas para organizar e orientar a educação brasileira – que a educação ambiental contribui para o “desenvolvimento individual um caráter social em sua relação com a natureza e com os outros seres humanos, visando potencializar essa atividade humana com a finalidade de torná-la plena de prática social e de ética ambiental” (BRASIL, 2012, p. 02).

O tema sobre desastres ambientais, como os ocorridos nas barragens de Fundão e Brumadinho, não são abordados de forma explícita dentro da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018). Não há uma seção própria para o conteúdo dentro do currículo, fazendo os professores debaterem sobre o assunto por meio de outros conteúdos, o que pode acarretar em uma discussão simplista. Entretanto, é possível favorecer uma educação científica que habilite os cidadãos a participar da vida política de um país (SILVA, 2019, p. 30). O autor ainda ressalta que para isso aconteça, é necessário levar para os ambientes escolares temas que envolvam problemas científicos, tecnológicos e socioambientais.

A educação científica é de suma importância para uma sociedade que convive com a mineração, pois ajuda a refletir acerca do tema. Alguns materiais educacionais que abordam e retratam o assunto de forma investigativa estão sendo criados. Por exemplo, em Reis (2018) é proposta uma oficina pedagógica de produção de jornais, tendo como tema o crime socioambiental de Bento Rodrigues. A partir dessa oficina, foi possível analisar o processo de aprendizagem de alunos do terceiro ano do ensino médio. Em Celestino (2019) é proposta uma abordagem de sequência didática (SDI) sobre os impactos da mineração, também trabalhada com alunos do terceiro ano do ensino médio para analisar o processo de aprendizagem destes. O objetivo dos dois trabalhos foi investigar assuntos polêmicos e

relevantes para a sociedade com o intuito de mobilizar para atividades associadas a um objetivo de educação cidadã mais responsável.

Entretanto, ainda são necessários mais materiais educacionais para a construção de um pensamento crítico e consciente sobre o tanto que a mineração afeta o meio ambiente e as vidas de todos os seres que estão próximos de um empreendimento, como uma mina de extração de minério de ferro.

#### **2.4. Ensino De Ciências Por Investigação**

A abordagem pedagógica do Ensino de Ciências por Investigação está se tornando presente nas práticas de vários professores, que se encontram instigados gradativamente a realizar educação científica por meio de atividades investigativas. As atividades investigativas podem permitir que o cidadão analise situações cotidianas, compreenda problemas e desafios socioeconômicos e ambientais e tome decisões considerando conhecimentos técnico-científicos (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015, p. 99).

Segundo Sasseron e Carvalho (2011), o ensino por investigação pode ser descrito como um elemento norteador na elaboração dos currículos promovendo um ensino capaz de levar os alunos a investigarem temas das ciências e a discutirem suas inter-relações com a sociedade e o ambiente. As autoras também ressaltam “que esta forma de trabalho didático pode favorecer a construção de uma visão mais adequada da natureza do trabalho científico (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 102)”. Ao ter contato com atividades investigativas essa abordagem, os alunos podem se tornar sujeitos mais capazes de construir pensamentos para observar situações e realizar suas próprias conclusões, mas de maneira crítica.

Um dos maiores feitos do ensino por investigação, é colocar os alunos no papel principal de ação dentro da sala de aula. Os alunos precisam interagir com seus próprios colegas, com os materiais à disposição, com os conhecimentos já sistematizados e existentes (SASSERON, 2015, p. 58). Assim, se inicia uma abordagem investigativa promovendo um enriquecimento de novos métodos de aprendizagem e a alfabetização científica.

A alfabetização científica é de grande importância pois desenvolve em uma pessoa qualquer a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que acerca (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 61). As autoras ainda definem a alfabetização científica para

“...designar as idéias que temos em mente e que objetivamos ao planejar um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver

o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico.” (SASSERON; CARVALHO, p. 61)

Portanto, podemos compreender que a alfabetização científica está interligada ao ensino de ciências por investigação, apresentando características em comum, como a propriedade de resolver questões usando conhecimentos científicos.

O Ensino por Investigação está presente desde o século XIX, por meio de três fases de perspectivas investigativas: a *descoberta*, a *verificação* e o *inquiry* (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p.05). Segundo os autores, a *descoberta* faria com que os estudantes explorassem o mundo natural, a *verificação* é a análise dos fatos ou princípios científicos por meio de um laboratório, enquanto o *inquiry* seria um método mais específico, pelo qual os alunos iriam desenvolver soluções para questões que eles não sabiam a resposta, por meio do método científico.

Sobre a utilização do método investigativo, Chinn e Malhortra (2002) explicam que para o trabalho ser considerado investigativo, é necessário que os alunos “tenham acesso a dados e a resolução de problemas com o uso de teorias como explicação e garantia possível na articulação entre dados e afirmação”. Com essas informações, os alunos conseguiriam desenvolver as atividades com mais clareza, tendo um índice de sucesso maior, como é esperado pelo método pedagógico.

A diretriz principal de uma atividade investigativa é o cuidado do(a) professor(a) com o grau de liberdade intelectual dado ao aluno e com a elaboração do problema (CARVALHO, 2018, p.767). Como a autora retrata, essas duas etapas são extremamente importantes, porque serão os fatores determinantes para desprender o raciocínio lógico dos alunos, pois sem a liberdade intelectual desses estudantes, eles podem se sentir acuados e não exporem seus pensamentos, raciocínios e suas argumentações.

O ensino de ciências por investigação não irá trabalhar apenas na resolução do problema. Uma de suas grandes contribuições é a etapa de sistematização de conhecimentos (CARVALHO et al, 2013, p.13). Segundo os autores, essa etapa é a parte mais importante da resolução do problema, pois ocorre a passagem da ação manipulativa, realizada pelos professores, para a ação intelectual, dessa vez realizada pelos alunos. Os autores ainda

concordam que perguntas instigantes como “O que nós fizemos para resolver o problema?”, fazem com que os próprios alunos tenham noção das ações praticadas pelo professor e demonstrar os dados de como chegaram nos resultados. Em seguida, perguntas como “ Por que quando eu realizei essas ações, o problema foi solucionado?”, oferecem cenários para os alunos iniciarem o processo argumentativo. Logo após irá acontecer um momento interativo discursivo, pelo qual os alunos irão pensar e expor suas argumentações e, somente depois, o professor terá a oportunidade de sistematizar o conceito que foi o objetivo do problema.

Consideramos que o ensino de ciências por investigação é uma abordagem interessante para trabalhar o tema “Mineração” por apresentar um método pedagógico alternativo de ensino, colocando os alunos no papel central da sala de aula. A oportunidade de explorar conceitos e trabalhar ideias proposta pelo método irá contribuir de forma substancial para a reflexão de um tema necessário para o mundo atual, levando a uma conscientização socioambiental e visão crítica sobre desastres ambientais.

### 3. JUSTIFICATIVA

Sabendo-se a importância da preservação do ambiente e a necessidade de combater a destruição de locais e vidas, considerando os crimes ambientais causados, não apenas pelos rompimentos de barragens, mas também pela exploração desenfreada de recursos minerais, o tema mineração precisa receber uma maior atenção e ser amplamente trabalhado, pois como Silva (2019) afirma:

É possível favorecer uma educação científica que habilite os cidadãos a participar da vida política de um país, mas para tanto precisamos levar para as salas de aula temas que envolvem problemas científicos, tecnológicos e socioambientais. (SILVA, 2019, p. 30)

É importante e necessário a participação da população na vida política da comunidade em relação ao próprio ambiente em que eles vivem. Por isso, é necessário a construção de sujeitos capazes de serem críticos por meio de uma educação científica, em que possam perceber a gravidade de situações como crimes ambientais envolvendo barragens mencionadas no trabalho presente, mas também outras situações complexas que ocorrem no cotidiano.

Segundo o Art. 205 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988,

A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1988).

A partir da construção de um sujeito pensante, continua sendo o seu dever a colaboração da criação de uma sociedade mais justa e igualitária. Quando se tem uma escola e educadores pedagógicos capazes de realizar esta construção, já se tem um grande passo. A necessidade de desenvolvimento de uma comunidade mais crítica sugere que os crimes ambientais que serão mencionados ao longo do trabalho não se repitam.

No dia 05 de novembro de 2015, às 16h20, a barragem de Fundão, localizada no distrito de Bento Rodrigues, no município de Mariana, Minas Gerais, rompeu-se causando uma tragédia irreparável para a história do Brasil. Nesse primeiro desastre, além do Rio Doce ser significativamente impactado, 19 pessoas perderam suas vidas.

A tragédia não afetou apenas o distrito de Bento Rodrigues, mas também “as comunidades de Paracatu de Baixo, Camargos, Águas Claras, Pedras, Ponte do Gama, Gesteira, além dos municípios mineiros de Barra Longa, Rio Doce e Santa Cruz do Escalvado” (BRASIL). É importante ressaltar que vários municípios mineiros e capixabas

foram afetados diretamente pelo crime ambiental. Estima-se que mais de duas mil pessoas foram afetadas. No total, 394 famílias foram desabrigadas de suas casas devido ao ocorrido (REPÓRTER BRASIL, 2021).

Quase quatro anos depois, no dia 25 de janeiro de 2019, às 12h28, a barragem B1 da Mina Córrego do Feijão da mineradora Vale S.A, localizada no município de Brumadinho/Minas Gerais, também rompeu. Imediatamente após, o presidente da empresa, Fabio Schvartsman, declarava “o dano ambiental será muito menor que o de Mariana, mas a tragédia humana deverá ser maior” (FOLHA, 2019). Dessa vez, 270 pessoas tiveram suas vidas levadas, além de uma grande perda na fauna, flora e destruição de várias regiões adjacentes à barragem.

Ao todo, 16 pessoas foram denunciadas pela tragédia em fevereiro de 2020 por homicídio duplamente qualificado, por 270 vezes – em referência ao número de vítimas (PODER 360, 2022). Três vítimas ainda continuam desaparecidas e sem previsão de quando podem ser encontradas.

Ao fazer um balanço das duas tragédias, os prejuízos que os acontecimentos trouxeram são incalculáveis. Até a presente data, várias famílias ainda não entraram em acordo financeiro com as empresas responsáveis pelos crimes ambientais e quem teve seus entes queridos mortos nessas grandes fatalidades levam no peito um grande sentimento de que a justiça ainda não foi feita.

Ainda hoje, mesmo após dois crimes ambientais de grande repercussão, algumas cidades ainda possuem barragens com risco iminente de rompimento. Isso ocorre devido à falta de fiscalização do estado, incompetência das próprias empresas e a ambição de conseguir mais dinheiro por meio da utilização desses recursos.

Em realidade, ainda não há nenhuma perspectiva de melhora nessa realidade dentro do estado de Minas Gerais. No ano de 2022, as autorizações concedidas pelo governador atual do estado, Romeu Zema (NOVO), para a mineração da Serra do Curral na cidade de Nova Lima viraram temas de grandes debates dentro da mídia mineira. Em novembro de 2022, segundo o jornal Folha de São Paulo, a Polícia Federal estava investigando supostas irregularidades nas autorizações, pois não seguiram o procedimento previsto, apesar da secretaria negar as irregularidades.

Segundo Campolina e Gianasi (2020), a mineração influencia diretamente nos sistemas educacionais dos municípios minerários, sendo parte de um "marketing social e

desinformação”. As autoras argumentam que a presença das mineradoras dentro das escolas contribui favoravelmente para os processos de desastres de rompimento de barragens. Elas ainda ressaltam que essas mineradoras desenvolvem projetos juntamente com as escolas, como visitas dentro dos complexos minerários, materiais didáticos, cursos de formação de professores e financiamento de eventos, projetos e concursos escolares e que dentro dos materiais didáticos fornecidos por estas mineradoras, não se tem um conteúdo crítico em relação à mineração.

Tendo como objetivo a conscientização de estudantes sobre a mineração e promover a educação científica, elaboramos um produto educacional com abordagem investigativa para a construção do conhecimento em relação ao processo da criação de uma mina, ao mesmo tempo que o trabalho recomenda um panorama socioambiental mais crítico para a não ocorrência de acidentes.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo Geral**

Elaborar um caderno temático, no qual os alunos irão realizar atividades sobre o processo de criação de uma mina, analisando todas as etapas por meio do ensino de ciências por investigação.

### **4.2. Objetivos Específicos**

- Produzir um material didático (Caderno Temático - CT) sobre o tema “Mineração” para a valorização da educação socioambiental;
- Analisar o potencial do caderno temático para a conscientização sobre os impactos da mineração ao meio ambiente.

## 5. METODOLOGIA

Para este trabalho, será apresentado o caderno temático (CT) como tema principal: o estudo do processo de criação de uma mina por meio de atividades investigativas. A abordagem proposta almeja identificar a interpretação dos estudantes, investigar quais são suas críticas e instigá-los a ter um pensamento crítico em relação ao tema proposto. O método escolhido de ensino por investigação para o material pedagógico produzido é importante, pois ele valoriza que os alunos desenvolvam suas próprias habilidades, colocando-os no papel central dentro da sala de aula, valorizando os seus conhecimentos. Sobre isso, Sasseron (2014), afirma que:

O ensino por investigação, desse ponto de vista, não é uma estratégia de ensino, mas uma abordagem didática, pois ele pode congrega diversas estratégias, das mais inovadoras às mais tradicionais, desde que seja um ensino em que a participação dos estudantes não se restrinja a ouvir e copiar o que o professor propõe. (SASSERON, 2014, p.121).

Foi proposto para o presente trabalho o uso do caderno temático, pois ele permite que os estudantes, ao manuseá-lo, tenham sua própria interpretação sobre o tema e desempenhem papel principal dentro da sala de aula ao utilizá-lo, inovando para uma nova abordagem didática de aprendizagem, que é o ensino de ciências por investigação.

O modelo do caderno temático (CT) deste trabalho é baseado nas Unidades Temáticas (UT) apresentadas em Santos (2007, p. 05). Portanto, o produto educacional segue as seguintes características que estão presentes numa UT: 1) O material proposto deve ter uma linguagem clara de leitura e assimilação. 2) O material proposto deve apresentar uma produção de conhecimento científico de casos específicos. 3) Deve apresentar um bom design gráfico, com ilustrações e textos didáticos de fácil compreensão. 4) O material possibilita a todos os estudantes se apropriarem de conhecimentos científicos. 5) As propostas avaliativas do trabalho são coerentes e baseadas nos recursos didáticos utilizados e atividades desenvolvidas. O CT ainda apresenta uma coesão, garantindo a integração de todas as atividades didáticas propostas no produto educacional.

Para a elaboração dos textos didáticos apresentados no CT, foram utilizados textos de sites especializados no assunto de mineração e suas legislações. Foi realizada uma pesquisa na literatura científica por meio do site “Google Acadêmico”, no qual encontraram-se artigos científicos em várias plataformas. Após os textos e artigos serem selecionados, sucedeu-se uma adaptação para tornar o conteúdo mais didático e de fácil leitura e compreensão.

## 6. ESTUDO SOBRE O POTENCIAL DO CADERNO TEMÁTICO

Para a obtenção de resultados do presente trabalho, será realizado a apresentação do caderno temático “O Processo de Criar Uma Mina” (APÊNDICE 1), sendo este idealizado para a disciplina “BEV296 - Prática de Ensino de Ciências e Biologia”, ministrada pelo docente Professor Doutor Fábio Augusto Rodrigues e Silva, na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), em Ouro Preto/MG e reformulado posteriormente.

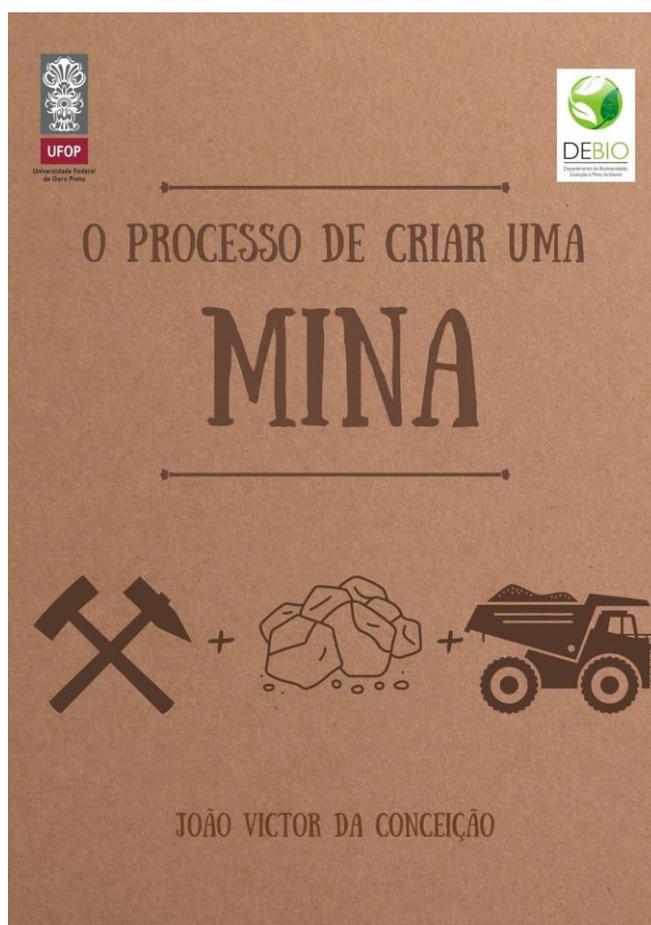


Figura 1: Capa do Caderno Temático “O Processo de Criar Uma Mina”.

Anteriormente chamado de Unidade Temática, o caderno temático<sup>2</sup> “pode ser desenvolvido segundo diversos enfoques curriculares, privilegiando as contextualizações históricas, tecnológicas e sociais e buscando dar destaque e favorecer mudanças conceituais etc” (SANTOS, 2007, p.05). O termo “Caderno Temático” é utilizado, pois a autora também ressalta que o enfoque das características do conteúdo a

---

<sup>2</sup> O termo foi mudado para “Caderno Temático” para não coincidir com o termo “Unidade Temática” utilizada para a estruturação da BNCC.

ser tratado e do contexto de utilização dependerá do professor que irá produzir e aplicar o caderno.

O caderno temático foi pensado inicialmente para alunos de curso técnico em mineração, devido ao autor ter experiência na área. O técnico em mineração tem como especificidade estar diretamente envolvido na produção de matéria-prima e minério das indústrias, como eletrodomésticos, carros, computadores, celulares etc. As expectativas iniciais para a produção do CT para o nível técnico era criar uma visão mais crítica em relação à mineração para que os futuros técnicos contribuíssem para a diminuição de desastres.

Buscando uma visão mais crítica e a conscientização ambiental sobre desastres naturais trazidos pela mineração, é importante ressaltar o papel do ensino de ciências por investigação dentro do presente trabalho. O CT é um material pedagógico em que os próprios alunos podem realizar as atividades de forma mais independente, apresentando questionamentos em que os próprios alunos precisam buscar esclarecimentos para solucioná-las.

Os textos propostos para os módulos do CT foram retirados de sites especializados no conteúdo de mineração e suas legislações, como os sites “Instituto Minere”, uma escola com especialização em desenvolvimento profissional em mineração, geologia, meio ambiente, geotecnia e barragens, “MINAS JR.”, empresa júnior do curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), e “Cristal Jr”, também empresa júnior do curso de Engenharia de Minas mas da Universidade Federal da Bahia (UFBA). Além disso, foram utilizados artigos para a demonstração de termos mais técnicos. Ao longo da produção do CT foram realizadas alterações da linguagem técnica, substituindo por uma linguagem mais acessível, ocorrendo assim uma transposição didática, para que todos os professores que quisessem realizá-lo com seus alunos conseguissem um maior sucesso em sua utilização, respeitando uma característica proposta às UT.

A produção do caderno temático aconteceu pela plataforma “Canva”, um site de *design* gráfico gratuito. Foram utilizados elementos e cores que lembravam o tema “mineração”, fazendo com que o aluno ao utilizar o caderno se sentisse mais conectado e familiarizado com o que estava sendo proposto.

Para maior entendimento do assunto, o caderno temático foi dividido em seis módulos e um desafio no final, que serão descritos a seguir:

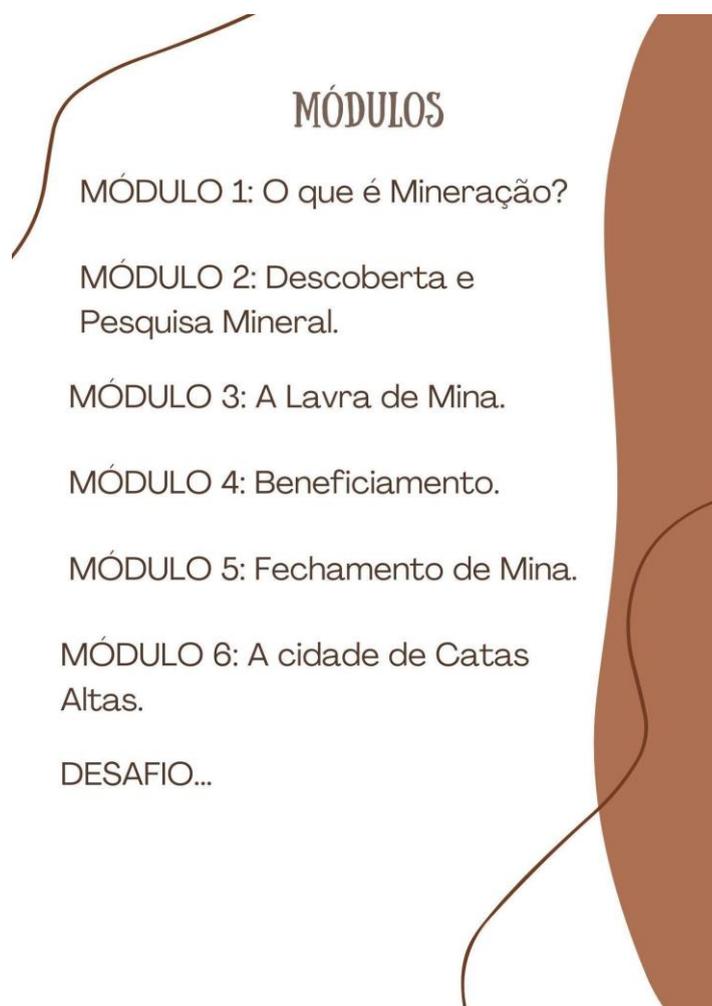


Figura 2: Os módulos apresentados no caderno temático “O Processo de Criar Uma Mina”.

Os módulos foram escolhidos para demonstrar as etapas necessárias para uma mineração legalizada, seguindo todos os requisitos para a extração de materiais de forma mais adequada, sem que o meio ambiente sofra com grandes impactos e as pessoas não percam suas vidas, como já mencionado em seções anteriores. É importante ressaltar que em nenhum momento a mineração é romantizada no caderno temático, pois um dos objetivos do trabalho é justamente a conscientização sobre o tema.

Cada módulo tem um conjunto de atividades para o desenvolvimento das habilidades do aluno em relação ao conteúdo proposto pelo caderno temático. Essas questões são contextualizadas a partir da construção dos módulos e seus respectivos temas.

Para se familiarizar com o conteúdo do caderno temático, no Módulo 1 “O que é Mineração?”, é explicado como a mineração é importante para a nossa vivência, seus benefícios econômicos e os malefícios. O Módulo 2 “Descoberta e Pesquisa Mineral” retrata os passos ao se descobrir uma jazida mineral e as etapas de pesquisa para reconhecer se o local descoberto é propício economicamente ou não. O Módulo 3 “A Lavra de Mina” mostra como ocorre a extração do material após a autorização de lavra e de que forma irá ocorrer todo o processo seguindo o Código Brasileiro de Lavra. O Módulo 4 “Beneficiamento” irá explicar sobre a divisão do material viável economicamente do que não é viável, a forma de transporte desse material e seu tratamento. O Módulo 5 “Fechamento de Mina” demonstra quais são os planos com a área em que ocorreu a extração de recursos até a mina exaurir e qual será o seu futuro. O Módulo 6 “A cidade de Catas Altas” é diferenciada dos outros, pois conta a história de uma cidade histórica, que sua economia é grande parte vinda do turismo e atualmente está sendo tomada pelas mineradoras da região.

A importância do caderno temático ser uma metodologia diferenciada que o ambiente escolar está acostumado é a possibilidade dos professores mostrarem uma prática pedagógica nova, em que os alunos se sintam motivados a buscar conhecimentos e principalmente envolvidos diretamente no processo de aprendizagem, ao simplesmente ficarem restritos à utilização do livro didático.

A organização do CT se deu da seguinte forma:

### **Módulo 1: O que é Mineração?**

No Módulo 1, é demonstrado sobre como a mineração está desde sempre presente nas nossas vidas. Se tem a introdução do conceito de mineração, seu histórico de exploração desde os primórdios, da invasão dos portugueses nas terras brasileiras, até os dias atuais e de que forma a temática já vinha impactando o meio ambiente e suas consequências. A definição do termo “mineração” é retratada dentro desse módulo. Por fim, na última seção do módulo é descrito todas as fases da mineração e como é legislado as leis para a sua realização.



Figura 3: Atividades Minerárias. Disponível em:

<<https://diariodocomercio.com.br/opinia/automacao-na-mineracao-os-desafios-do-setor/>> Acesso em:  
Março de 2023.

No primeiro módulo, foi proposto três atividades:

- 1 Quais outros métodos de exploração que você conhece? Escolha um e comente sobre.
- 2 Como você acredita que a mineração impacta o meio ambiente?
- 3 Relacione em um parágrafo as palavras ‘mineração’ juntamente com ‘sustentabilidade’.

As atividades propostas dentro do primeiro módulo possuem caráter investigativo e reflexivo. Munford e Lima (2007, p.05) afirma que é inadequado dissociar a aprendizagem de conceitos científicos e as práticas da comunidade científica a partir das quais esses conceitos emergem. Buscando a conscientização socioambiental de quem realiza o caderno, as atividades apresentam a característica exploratória de sempre estarem associadas de alguma forma à sustentabilidade, mas também sem fugir do tema que foi proposto pelo módulo.

## Módulo 2: Descoberta e Pesquisa Mineral

No Módulo 2, é abordado sobre a descoberta de uma jazida mineral e o processo de pesquisa mineral para o início de retirada do produto de valor econômico que está ali depositado. Diferentemente dos outros módulos, este apresenta dois assuntos por estarem igualmente relacionados e não estarem distantes um do outro durante o processo, resultando um módulo mais extenso e com mais conteúdo. Ao abordar sobre a descoberta, é citado um trecho da Constituição Brasileira de 1988, pois é importante explicar que qualquer jazida em solo brasileiro é pertencente à União e que existem legislações para a proteção dessas áreas, fazendo parte da didática proposta para o CT.

Em seguida, é mostrada a etapa de Pesquisa Mineral, tendo como objetivo explicar o que ocorre depois da descoberta de uma jazida e quais os planos para determiná-la se ela está viável economicamente ou não para a extração do recurso mineral em que ali se encontra. Outro aspecto importante abordado no módulo é a explicação de cada passo da Pesquisa Mineral, apresentando elementos envolvidos com tecnologia que podem fazer com que alunos interessados no ramo estejam mais familiarizados e animados a realizar o CT.



Figura 4: Atividades de Pesquisa Mineral. Disponível em:

<<https://blog.iazida.com/a-importancia-da-pesquisa-mineral/>> Acesso em: Março de 2023.

No segundo módulo, foi proposto três atividades:

1. Pesquise sobre o método de prospecção geoquímica e comente sobre.

- 2 Porque são necessários os órgãos reguladores da mineração? Como isso ajuda o meio ambiente?
- 3 Quais são as vantagens e desvantagens de fazer uma boa pesquisa mineral?

As atividades propostas no segundo módulo do CT apresentam um caráter mais técnico, exigindo um pouco mais de conhecimento em relação ao tema. É também necessário que os alunos sejam capazes de pesquisarem sobre as perguntas, como observado nas duas primeiras questões, no qual a primeira é questionada sobre um método de pesquisa mineral e a segunda sobre órgãos reguladores da mineração, tornando a atividade mais investigativa, sendo baseada nos recursos didáticos utilizados e tarefas desenvolvidas, respeitando uma das condições mencionadas em Santos (2007).

### **Módulo 3: A Lavra de Mina**

No Módulo 3, é abordado sobre o processo mais agressivo da mineração aos meios naturais até então. É abordado neste módulo sobre os tipos de lavra (a céu aberto e subterrânea), quais são as vantagens e desvantagens de cada método e de que forma elas impactam o meio ambiente. Esse módulo precisou de uma atenção especial ao realizá-lo, pois poderia fugir da proposta do CT em ter uma visão socioambiental mais crítica em relação à mineração. Foi utilizado o artigo “*Seleção do método de lavra: arte e ciência*” (MACEDO; BAZANTE; BONATES, 2001) para a complementação do conteúdo introdutório do tema para o módulo.



Figura 5: Lavra de Mina. Disponível em:

<https://institutominere.com.br/blog/4-dicas-para-a-melhor-elaboracao-de-planos-de-lavra-de-longo-prazo>  
> Acesso em: Março de 2023.

No terceiro módulo, foi proposto três atividades:

- 1 Explique porque a lavra a céu aberto impacta mais o meio ambiente que a lavra subterrânea.
- 2 Quais métodos podem ser utilizados para realizar a lavra sem causar grandes impactos ao ambiente?
- 3 Qual a diferença entre jazida mineral, mina e lavra?

As atividades propostas no terceiro módulo do CT possuem uma metodologia de caráter reflexivo, buscando os estudantes a pesquisarem conceitos que já foram apresentados nos módulos anteriores e a mediar entre as ações causadas pelos impactos da lavra, que é a principal atividade em todo o processo da exploração de recursos minerais, e a necessidade da mineração na vida do ser humano.

#### **Módulo 4: Beneficiamento**

No Módulo 4, é levantado sobre a etapa do beneficiamento, processo em que o mineral extraído é encaminhado para a indústria, se transformando na matéria-prima proposta. Este módulo está menos extenso devido o método ser muito detalhado, então foi necessária uma transposição didática apresentando o conteúdo de forma mais superficial para que os alunos não fiquem confusos ou entediados para resolver as questões propostas do CT.



Atividade de Beneficiamento. Disponível em:

<<https://cristaljr.com/concentracao-mineral-no-beneficiamento/>> Acesso em: Março de 2023

No quarto módulo, foi proposto três atividades:

- 1 Quando se deve utilizar britadores no processo de beneficiamento? E os moedores?
- 2 Como o clima e o tempo podem influenciar nas atividades de mineração?
- 3 Diferencie separação magnética de separação gravítica, falando sobre os pontos positivos e negativos de cada método.

No quarto módulo, foram propostas atividades de caráter investigativo,mediando com o módulo anterior que era apenas reflexivo. Para realizar as atividades,os alunos irão precisar apresentar um conhecimento prévio sobre o assunto de Beneficiamento no CT. É importante ressaltar que as questões desse módulo são mais técnicas, devido ser a etapa em que o material extraído finalmente irá virar um produto da indústria.

### **Módulo 5: Fechamento de Mina.**

No Módulo 5, é abordado sobre a etapa de fechamento de mina. Essa etapa é importante devido apresentar o que acontece com uma mina depois que acontece toda extração de material nela existente. Esse módulo apresenta quais os processos são realizados dentro do plano de fechamento de mina para que ele ocorra de maneira correta, legalizada e segura para o meio ambiente. Por fim, no final deste módulo, são apresentados exemplos de minas que foram fechadas por diversos motivos e quais foram seus destinos após a exaustão.



Parque das Mangabeiras em Belo Horizonte (MG) anteriormente era uma mina de ferro.  
Disponível em: <<https://dicasdacidade.com/parque-das-mangabeiras/>> Acesso em Março de 2023.

No quinto módulo, foi proposto três atividades:

- 1 O que pode levar ao fechamento de uma mina?
- 2 Na sua opinião, porque é importante e necessário o plano de fechamento de mina?
- 3 Comente sobre os pontos negativos para uma comunidade com o fechamento de uma mina.

Como nos módulos anteriores, no quinto módulo, foram propostas questões de caráter investigativo e reflexivo. Por ser um módulo em que finaliza todo o processo do tema do presente trabalho, foram elaboradas questões abordando todas as etapas da mineração. Com as questões propostas no módulo 5, os alunos podem apresentar uma produção de conhecimento científico de casos específicos, respeitando assim uma das condições propostas por Santos (2007).

#### **Módulo 6: A Cidade de Catas Altas.**

No Módulo 6, é apresentada a cidade de Catas Altas, localizada no estado de Minas Gerais. É uma cidade com 5 mil habitantes e rica em recursos naturais. Esse módulo se considera necessário devido Catas Altas ser um município minerário e tendo bastante da mineração presente no seu dia a dia, podendo assim ser usada como um exemplo dos impactos da mineração, realizando a consciência socioambiental proposta pelo CT.



A cidade de Catas Altas. Disponível em:

<<https://viagemeturismo.abril.com.br/cidades/catas-altas/>> Acesso em: Março de 2023.

No sexto módulo, foi proposto três atividades:

- 1 Podemos afirmar que Catas Altas é uma cidade minerária? Porque?
- 2 De que forma a população de Catas Altas pode se conscientizar em relação ao meio ambiente?
- 3 Investigue de que formas a população de Catas Altas pode sobreviver sem a mineração como principal fonte de renda.

As questões propostas dentro deste módulo possuem caráter investigativo e reflexivo. Com as questões propostas sobre Catas Altas, os alunos poderão refletir o quanto a mineração impacta o meio ambiente com o processo agressivo que é de abrir uma mina e investigar quais outros municípios podem ser considerados minerários por sobreviverem da renda da mineração.

**Na última seção do caderno, se tem o “Desafio”.**

O “Desafio” é uma junção de todo o material do caderno temático em apenas uma pergunta, no qual os alunos irão ter que analisar uma problemática proposta pelo autor, por meio da visão crítica resultada de uma educação socioambiental impulsionada pelos conteúdos propostos para a resolução do caderno.

O desafio tem como proposta:

*Após conhecer o processo de criação de uma mina e a cidade de Catas Altas, observe a seguinte situação: "Uma mineradora deseja se instalar na cidade de Catas Altas, onde se tem grandes recursos naturais e que vive do turismo. A ação da mineradora causaria muitos danos ao meio ambiente, mas ao mesmo tempo, traria uma nova fonte de renda para a população." Na situação hipotética de você ser o prefeito da cidade, como resolveria essa questão?*



Cachoeira Cascatona no Caraça, pertencente a Catas Altas. Disponível em:

<https://guiadaestrada.com.br/listings/cachoeira-cascatona-catas-altas/>> Acesso em: Março de 2023.

A proposta investigativa e reflexiva do desafio tem como objetivo fazer com que o aluno reflita sobre todo o conhecimento adquirido durante a realização do CT, se tornando uma grande conclusão sobre o trabalho.

É importante ressaltar que o CT não tem pretensão em nenhum momento de romantizar a mineração ou relativizar seus impactos negativos. O CT tem um grande potencial para conscientizar e refletir sobre os impactos da mineração no meio ambiente e na vida das pessoas quando é realizada sem limites e não respeitando as legislações propostas.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

Este trabalho pretendeu apresentar um material didático com a finalidade de propiciar aos leitores entender sobre os impactos do processo de abertura de uma mina por meio da abordagem investigativa. A partir da criação de um caderno temático baseado nas unidades temáticas, foram propostas atividades para a construção da conscientização socioambiental e a reflexão em relação aos grandes desastres ambientais, principalmente causados pelo rompimento das barragens nos últimos anos. Essas tragédias que destroem o meio ambiente e tiram as vidas das pessoas e de outros seres vivos estão se tornando cada vez mais frequentes, por isso é de grande importância seu estudo.

Para atingir uma compreensão da produção do caderno temático sobre as etapas da abertura de uma mina, analisando todas as etapas por meio do ensino de investigação, definiu-se três objetivos específicos. O primeiro foi o desenvolvimento da produção do caderno temático (CT) sobre o tema em uma abordagem fundamentada no ensino por investigação. O ensino de ciências por investigação determina o aluno explorar a solução de uma questão proposta por meio de soluções e hipóteses. Depois exercitar a conscientização socioambiental de maneira crítica e por fim promover a alfabetização científica e o ensino de ciências por investigação. Como mencionado em Munford e Lima (2007), na escola os conceitos são apresentados de forma abstrata e distanciados do contexto que lhe deram origem. Portanto, a análise permitiu concluir que o caderno temático sobre o processo de criação de uma mina de maneira crítica tem potencial e é importante e necessário para a conscientização e reflexão socioambiental proposta pelos objetivos.

Entretanto, sobre o tema “mineração” não ser abordado dentro da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os professores podem se sentir uma falta de autonomia para abordar tal conteúdo dentro de sala de aula, seja por uma carência de conhecimento em relação ao assunto, não se sentir capaz de trabalhar algo tão pesado ou até mesmo não achar o assunto com tamanha relevância para ser estudado. Dessa maneira, o caderno temático pode ser uma alternativa para abordar o conteúdo de forma mais abrangente, pois além de apresentar um baixo custo em sua produção, é um grande artifício para que os alunos se sintam capazes de realizar algo por si mesmos. É importante ressaltar que a introdução do tema “mineração” nas escolas deveria ser algo

de extrema importância devido estarmos numa realidade em que tragédias estão acontecendo em sua maior frequência.

Por fim, a produção de cadernos temáticos sobre a temática socioambiental é apenas o início para a reflexão de um grande problema que já é historicamente complexo no mundo. Como já demonstrado no presente trabalho, a exploração de recursos minerais não é algo que começou nos dias atuais, então é importante se iniciar por algum lugar essa forma de conscientização e não há arma melhor que a educação para isso.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, O. P. D. **Contribuição ao Estudo do Índice de Segurança de Barragens (ISB)**. 2014. 166 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/02cb/5f9d70342f562103717a857681e5175260ef.pdf>> Acesso em: 28 dez. 2022.

Área Territorial: **Área territorial brasileira 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>> Acesso em: 26 dez 2022.

Área Territorial: **Área territorial brasileira 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg.html>> Acesso em: 26 dez 2022.

ARTAXO, P. **Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno?**. Revista USP, [S. l.], n. 103, p. 13-24, 2014. DOI: 10.11606/issn.2316-9036.v0i103p13-24. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/99279>. Acesso em: 8 fev. 2023.

**Barragem se rompe e casas são atingidas em Brumadinho, Grande BH**. Folha de S.Paulo 2019; 25 jan. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2019/01/barragem-se-rompe-e-casas-sao-atingidas-em-brumadinho-grande-bh.shtml>> Acesso em: Agosto em 2022.

Biblioteca. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2022**. Catas Altas. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?id=3302&view=detalhes>> Acesso em: Outubro de 2022.

BRASIL. **Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)> Acesso em: Dezembro em 2022.

BRASIL. **Ministério de Minas e Energia – MME. O Ministério**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/ministerio>>. Acesso em: 27 dez. 2022.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos . **Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999**. Brasília, 1999. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm)> Acesso em: 02 jan. 2023.

BRAUNER, C. F.; CIGALES, M. P.; SOARES JUNIO, R. C. **Algumas considerações sobre a teoria interpretativistas e o mundo indutivo na pesquisa social**. Revista Querubim – revista eletrônica de trabalhos científicos nas áreas de Letras, Ciências Humanas e Ciências Sociais, v. 10, n. 22, p. 36 – 199, dez. 2014.

CAMPOLINA, D.; RODRIGUES, C.; SILVA, F.. **Controvérsias sociocientíficas e mineração: formação cidadã crítica no enfrentamento aos processos de desastres**. Pág 127. In: Caminhos da ciência e tecnologia no Brasil: políticas públicas, pesquisas e redes [recurso eletrônico] / organizadoras Maíra Baumgarten [e] Julia Guivant. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2021. 182 p. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/225849>> Acesso em: Agosto de 2022.

CAMPOLINA, Daniela; GIANASI, Lussandra. **Rompimento de barragens: ensino em ciências e análise de riscos. Texto base para a disciplina Controvérsias sociocientíficas e território: barragens de rejeitos**. Unidade 2: Ciências, tecnologia e incertezas. Mestrado Profissional de Biologia. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2020.

CAMPOS, Claudinei José Gomes. **Método de análise de conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde**. Revista Brasileira de Enfermagem [online]. 2004, v. 57, n. 5, pp. 611-614. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-71672004000500019>>. Acesso em: Outubro de 2022.

Carvalho, A. M. P. (2013) **Ensino de Ciências por Investigação: Condições de implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2940926/mod\\_resource/content/1/CARVALHO%20Ana%20M.%20ENSINO%20DE%20CIENCIAS%20POR%20INVESTIGAC%CC%A7A%CC%83O%20-cap%201%20pg%20.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2940926/mod_resource/content/1/CARVALHO%20Ana%20M.%20ENSINO%20DE%20CIENCIAS%20POR%20INVESTIGAC%CC%A7A%CC%83O%20-cap%201%20pg%20.pdf)> Acesso em: 12 mar. 2023

CARVALHO, A. M. P. de. **Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>>. Acesso em: 2 mar. 2023.

CELESTINO, Marcelo Silva. **Uma sequência didática investigativa sobre impactos da mineração : uma proposta com enfoque CTSA e da Teoria Ator-Rede**. 2019. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/10888>>

CHINN, Clark A.; MALHOTRA, Betina A. **Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks**. Science education, v. 86, n. 2, p. 175-218, 2002. Disponível em <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.10001>>

Conselho Nacional de Saúde (Brasil). **Resolução 466/2012 - Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos**. Disponível em: <<https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>> Acesso em Outubro de 2022.

Conselho Nacional de Saúde (Brasil). **Resolução 510/2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais**. Disponível em: <<http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>> Acesso em: Outubro de 2022.

Conselho Nacional de Saúde (Brasil). **Resolução nº 196/96**. Bioética 1996, 4(2),Supl:15-25. Disponível em: <[https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/1996/res0196\\_10\\_10\\_1996.html](https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/1996/res0196_10_10_1996.html)> Acesso em: Outubro de 2022.

**Desastre em Mariana: 55 atingidos pela barragem da Samarco morreram sem ter casa reconstruída pela Fundação Renova**. Daniel Camargos. Repórter Brasil. Mariana, 2021. Disponível em: <<https://reporterbrasil.org.br/2021/03/desastre-em-mariana-55-atingidos-pela-barragem-da-samarco-morreram-sem-ter-casa-reconstruida-pela-fundacao-renova/>> Acesso em:09 jan. 2023.

**EXPLOTAÇÃO**. In: **DICIO, Dicionário Online de Português**. Porto: 7Graus, 2020. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/exploracao/>>. Acesso em: Outubro de 2022.

FARIAS, Carlos Eugênio Gomes. **Mineração e meio ambiente no Brasil**. Relatório do CGEE/PNUD, v. 76, p. 2, 2002. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5694145/mod\\_resource/content/1/10675%20-](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5694145/mod_resource/content/1/10675%20-)

[%20Minera%C3%A7%C3%A3o%20e%20meio%20ambiente%20no%20Brasil%20%281%29.pdf](#)>. Acesso em: Agosto 2022

FARIAS, Carlos Eugênio Gomes. **Mineração e meio ambiente no Brasil**. Relatório do CGEE/PNUD, v. 76, p. 2, 2002. Disponível em:

<[https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/mineracao\\_e\\_meio\\_ambiente\\_no\\_brasil\\_1022.pdf/e86e431e-1a03-48d0-9a6e-98655ea257b6?version=1.0](https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/mineracao_e_meio_ambiente_no_brasil_1022.pdf/e86e431e-1a03-48d0-9a6e-98655ea257b6?version=1.0)> Acesso em: Outubro de 2022.

FAUSTO, Boris. **História do Brasil**. São Paulo: Edusp, 2006. Acesso em: Setembro de 2022.

HARRISON, S. **A Complete History of the Great Flood at Sheffield**. Dewsbury, Yorkshire. Inglaterra: Evans & Longley Associates, 1974. 137 p.. Disponível em:

<<https://www2.shu.ac.uk/sfca/extra/A%20Complete%20History%20of%20the%20Great%20Flood%20at%20Sheffield.pdf>> Acesso em: 28 dez. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/catas-altas/panorama>> Acesso em: Setembro de 2022.

JECUPÉ, Kaká Werá. **A terra dos mil povos: história indígena do Brasil contada por um índio**. 2. ed. – São Paulo: Peirópolis, 2020. Acesso em: Setembro de 2022.

LACAZ, Francisco Antonio de Castro; PORTO, Marcelo Firpo de Sousa; PINHEIRO, Tarcísio Márcio Magalhães. **Tragédias brasileiras contemporâneas: o caso do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão/Samarco**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, v.42, p.1-12, 2017. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1590/2317-6369000016016>> Acesso em: Agosto em 2022.

LOPES, M. **O que é Mineração Afinal?**. Técnico em Mineração (Site), 2014. Disponível em:<<https://tecnicoemineracao.com.br/o-que-e-mineracao/>>. Acesso em: Outubro de 2022.

LUZ, Priscyla Cristinny Santiago da; SILVA, Maria de Fátima Vilhena da. **Fundamentos epistemológicos da educação socioambiental**. REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, online, v. 9, n. 1, p. e22008,

jan./abr. 2022. DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.v10i1.12178>. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/14568>. Acesso em: 30 jan. 2023.

Minas Gerais. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional, Política Urbana e Gestão Metropolitana. **Relatório: avaliação dos efeitos e desdobramentos do rompimento da Barragem de Fundão em Mariana-MG**. Belo Horizonte: Sedru; 2016. 289 p.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 8. ed. São Paulo: HUCITEC, 2004. Disponível em: <https://livrogratuitosja.com/wp-content/uploads/2022/04/O-DESAFIO-DO-CONHECIMENTO-ATUALIZADO.pdf>> Acesso em: Setembro de 2022.

Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. **RESOLUÇÃO Nº 2, DE 15 DE JUNHO DE 2012**. Brasil. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp002\\_12.pdf](http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp002_12.pdf)>. Acesso em: 02 jan. 2023.

Ministério Público Federal. **Caso Samarco – Grandes Casos**. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/o-desastre>> . Acesso em: Agosto de 2022.

MUNFORD, D., LIMA, M. E. C. C. (2007). **Ensinar ciências por investigação: Em que estamos de acordo? Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 9(1), 89–111. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172007090107>> Acesso em: Mar. 2023.

Museu Virtual Pampulha. **O rompimento da barragem da Pampulha**. Belo Horizonte, Minas Gerais. Disponível em: [http://www.museuvirtualbrasil.com.br/museu\\_pampulha/modules/news3/article.php?storyid=11](http://www.museuvirtualbrasil.com.br/museu_pampulha/modules/news3/article.php?storyid=11)> Acesso em: 28 dez. 2022.

ORMEZZANO, Graciela; POMA, Silviane Teixeira. **Educação socioambiental, imaginário e artes visuais**. Educação, Santa Maria, v.38, n. 1, p. 219-232, jan./abr. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/3499/4544>. Acesso em: 02 jan. 2023

**PF investiga autorizações do Governo de MG para mineração na Serra do Curral**. Leonardo Augusto, José Marques. Folha de São Paulo. 23 de nov. 2022. Disponível em:

<<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2022/11/pf-investiga-autorizacoes-do-governo-de-mg-para-mineracao-na-serra-do-curral.shtml>> Acesso em: 15 jan. 2023.

PIOVESAN, A.; TEMPORINI, E. R. **Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública.** Revista de Saúde Pública. 1995, v. 29, n. 4, pp. 318-325. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1590/S0034-89101995000400010>> Acesso em: Setembro 2022.

**Polícia identifica 267ª vítima do rompimento de Brumadinho.** Poder 360. 21 de dezembro de 2022. Disponível em:

<<https://www.poder360.com.br/brasil/policia-identifica-267a-vitima-do-rompimento-de-brumadinho/>> Acesso em: 09 jan. 2023.

POLIDORO, L. F.; STIGAR, R. **A Transposição Didática: a passagem do saber científico para o saber escolar.** Revista de Teologia & Cultura, São Paulo, ano VI, n. 27, 2010. Disponível em: <

[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/2010/Ensino\\_religioso/transposicao\\_didatica.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Ensino_religioso/transposicao_didatica.pdf)> Acesso em: Mar. 2023

**Política Nacional do Meio Ambiente, Lei 6.938.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 31 Ago. 1981. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm)> Acesso em: Outubro de 2022.

População estimada: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Estimativas da população residente com data de referência.** 1 de julho de 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>> Acesso em: 26 dez 2022.

Portal Belo Horizonte. **Pampulha - História.** Belo Horizonte, Minas Gerais. Disponível em: <<http://portalbelohorizonte.com.br/pampulha/patrimonio-mundial/historia>> Acesso em: 28 dez. 2022.

Porto MFS. 2016. **A tragédia da mineração e do desenvolvimento no Brasil: desafio para a saúde coletiva.** Cad. Saúde Pública 32 (2): 1-3. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/csp/v32n2/0102-311X-csp-32-2-0102-311X00211015.pdf>>

Acesso em: Setembro 2022.

**Programa Atitude Ambiental da Vale chegou a 25,6 mil pessoas em 2012.** De Fato Online. Disponível em:

<<https://defatoonline.com.br/programa-atitude-ambiental-da-vale-chegou-a-25-6-mil-pe-soas-em-2012/>> Acesso em: 03 de abril de 2023.

REIS, Alexsandro Luiz dos. **As controvérsias nas aulas de biologia a partir da leitura de jornais impressos: o desastre ambiental da Samarco**. 2018. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/9701>> Acesso em: 14 mar. 2023.

RICCOMINI, Claudio. **Geologia regional do quadrilátero ferrífero (MG, Brasil): uma tentativa de síntese e novas idéias**. Anais, v. 1, p. 199-213, 1982. Souza, Leandro de Aguiar e. Do Quadrilátero Ferrífero ao Quadrilátero Aquífero: territorialidades conflitantes na produção de um espaço social extensivo à Região Metropolitana de Belo Horizonte-MG. GEOUSP [online]. 2021, v. 25, n. 3. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2021.188865>>. Acesso em: Outubro de 2022.

ROESER, H. M. P.; ROESER, P. A. **O Quadrilátero Ferrífero - MG, Brasil: aspectos sobre sua história, seus recursos minerais e problemas ambientais relacionados**. Geonomos, v. 18, p. 34-37, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11598>>. Acesso em: Outubro de 2022.

SANTOS, F. M. T. **Unidades temáticas: produção de material didático por professores em formação inicial. Experiências em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 1, p. 01-11, 2007. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID28/pdf/2007\\_2\\_1\\_28.pdf](http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_ID28/pdf/2007_2_1_28.pdf)> Acesso em: 04 mar 2023.

SASSERON, L. H. **O ensino de ciências por investigação: pressupostos e práticas. PLC0704 - Fundamentos Teórico-Methodológicos para o Ensino de Ciências: a Sala de Aula. Licenciatura em Ciências – USP/Univesp – Módulo 7**. 2014. Disponível em: <[https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704\\_12.pdf](https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_12.pdf)> Acesso em: 04 mar 2023.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin**. Ciência & Educação, Bauru, v., n. 1, p. 97-114, 2011.

Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100007>> Acesso em: 02 mar. 2023.

SASSERON, L. H.; DE CARVALHO, A. M. P. **ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**. *Investigações em Ensino de Ciências*, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 59–77, 2016. Disponível em: <http://143.54.40.221/index.php/ienci/article/view/246>. Acesso em: 3 abr. 2023.

SASSERON, Lúcia Helena. **ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA, ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO: RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIAS DA NATUREZA E ESCOLA**. *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.*, Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p. 49-68, dic. 2015. Disponível em: <[http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-21172015000400049&lng=es&nrm=iso](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172015000400049&lng=es&nrm=iso)>. Acesso em 02 março 2023.

SILVA, F. A. R. **A MINERAÇÃO E SEUS CRIMES COMO TEMAS PARA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA**. *Boletim da AIA-CTS*, v. 9, p. 30, 2019. Disponível em: <[https://aia-cts.web.ua.pt/wp-content/uploads/2019/04/AIA-CTS\\_Boletim09.pdf](https://aia-cts.web.ua.pt/wp-content/uploads/2019/04/AIA-CTS_Boletim09.pdf)> Acesso em: Setembro de 2022

SILVA, Harley et al. **Mineração e cidade, cidade da mineração: notas sobre a produção do espaço urbano das cidades mineiras sob a égide da indústria mineradora**. Diamantina: Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, 2010. Disponível em: <<https://www.academia.edu/download/3467522/D10A056.pdf>> Acesso em: Setembro de 2022.

SOBREIRA, F. **Mineração do ouro no período colonial: alterações paisagísticas antrópicas na serra de Ouro Preto, Minas Gerais**. *Quaternary and Environmental Geosciences*, [S.l.], v. 5, n. 1, sep. 2014. ISSN 2176-6142. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/abequa/article/view/34432>>. Acesso em: 27 dec. 2022.

TRIVELATO, S. L. F., & TONIDANDEL, S. M. R. (2015). **Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia**. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), 17(SPE), 97-114. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s06>> Acesso em: 02 mar. 2023.

VOSGERAU, D. S. R.; MEYER, P.; CONTRERAS, R. **ANÁLISE DE DADOS QUALITATIVOS NAS PESQUISAS SOBRE FORMAÇÃO DE PROFESSORES**. *Revista Diálogo Educacional*, [S. l.], v. 17, n. 53, p. 909–935, 2017. DOI:

10.7213/1981-416X.17.053.AO10. Disponível em:  
<https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/9237>. Acesso em: 27 set.  
2022.

ZÔMPERO, A. F., LABÚRU, C. E. (2011). **Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens**. Ensaio Pesquisa em Educação, 13(3), 67-80. Disponível em:  
<<https://www.scielo.br/j/epec/a/LOnxWqSrmzNsrRzHh3KJYbO/?lang=pt&format=pdf>  
> Acesso em: 12 mar. 2023

ZULAUF, Werner E. **O meio ambiente e o futuro**. Estudos Avançados [online]. 2000, v. 14, n. 39, pp. 85-100. Disponível em:  
<<https://doi.org/10.1590/S0103-40142000000200009>>. Acesso em: 30 dez. 2022.