



**CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNVIC**



**Bruno Alves de Moraes Santos**

## **Impactos Ambientais da Catástrofe de Brumadinho**

**Pindamonhangaba-SP  
2021**



**CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNVIC**



**Bruno Alves de Moraes Santos**

## **Impactos Ambientais da Catástrofe de Brumadinho**

Artigo Científico apresentado como parte dos requisitos para obtenção do Diploma de Bacharelado pelo Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário FUNVIC.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Augusto Kelly

**Pindamonhangaba-SP  
2021**

**Bruno Alves de Moraes Santos**

## **Impactos Ambientais da Catástrofe de Brumadinho**

Artigo Científico apresentado como parte dos requisitos para obtenção do Diploma de Bacharelado pelo Curso de Engenharia de Produção do UniFUNVIC - Centro Universitário FUNVIC.

Data: 29/11/2021

Resultado: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Claudio Augusto Kelly - Centro Universitário FUNVIC

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Esp. Benedito Chaves Neto - Centro Universitário FUNVIC

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Me. Orlando Honorato da Silva - Centro Universitário FUNVIC

Assinatura \_\_\_\_\_

SANTOS, Bruno Alves de Moares.

Impactos Ambientais da Catástrofe de Brumadinho / Bruno Alves de Moraes Santos

Pindamonhangaba-SP : UniFUNVIC Centro Universitário FUNVIC, 2021.

25f. : il.

Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) UniFUNVIC-SP

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Augusto Kelly

1 Impactos Ambientais. 2 Meio Ambiente. 3 Aspectos econômicos. 4 Aspectos Sociais.

I Impactos Ambientais da Catástrofe de Brumadinho.

II Bruno Alves de Moraes Santos.

Este trabalho foi escrito na forma de artigo científico à ser submetido á Revista Científica FUNVIC cujas normas estão em anexo (ANEXO A).

# **IMPACTOS AMBIENTAIS DA CATÁSTROFE DE BRUMADINHO**

## **ENVIRONMENTAL IMPACTS OF BRUMADINHO CATASTROPHE**

Bruno Alves de Moraes Santos (Bacharelado em Engenharia de Produção do UNIFUNVIC)

\* Claudio Augusto Kelly (Doutor em Engenharia de Materiais – UniFUNVIC)

\*cakelly73@yahoo.com.br

### **RESUMO**

O rompimento de barragem em Brumadinho, em 25 de janeiro de 2019 foi o maior acidente de trabalho no Brasil em perda de vidas humanas e o segundo maior desastre industrial do século. Um dos maiores desastres ambientais da mineração do país, depois do rompimento de barragem em Mariana; até hoje não foram obtidas respostas sobre essa catástrofe. O artigo tem como objetivo analisar os impactos ambientais na visão de diferentes autores, portanto, foi utilizado a metodologia de revisão sistemática, cujo referencial teórico para composição foram estudos entre 2019 e 2021, disponíveis nas bases de dados Scielo e Lilacs. Foram selecionados 7 estudos para a elaboração dos resultados, e todos chegaram as seguintes conclusões quanto à catástrofe ambiental: houve falta de fiscalização, falta de manutenção e falta de sinalização da mineradora Vale. Para evitar que novas tragédias como essa ocorram novamente é necessário ter leis mais severas e abrangentes e um maior controle na fiscalização de barragens.

Palavras-chaves: Impactos Ambientais. Meio Ambiente. Aspectos Econômicos. Aspectos Sociais.

### **ABSTRACT**

The dam break in Brumadinho, on January 25, 2019 was the largest work accident in Brazil in loss of human lives and the second largest industrial disaster of the century. One of the biggest environmental disasters of mining in the country, after the dam break in Mariana; to this day, no answers have been obtained about this catastrophe. The article aims to analyze the environmental impacts in the view of different authors, therefore, we used the methodology of systematic review, whose theoretical reference for composition were studies between 2019 and 2021, available in the Scielo and Lilacs databases. Seven studies were selected to elaborate the results, and all reached the following conclusions regarding the environmental catastrophe: there was a lack of inspection, lack of maintenance and lack of signaling of the Vale mining company. To prevent new tragedies like this from occurring again it is necessary to have stricter and more comprehensive laws and greater control in the supervision of dams.

Key-words: Environmental Impacts. Environment. Economic Aspects. Social Aspects

## 1 INTRODUÇÃO

Em tempos onde se fala muito em preservação ambiental, desenvolvimento sustentável e sustentabilidade, é esperada proteção ao meio ambiente, mudança na postura de produção de indústrias em geral e outros segmentos, em especial ao ramo de mineração.

“A mineração corresponde à uma atividade econômica e industrial que consiste na pesquisa, exploração, lavra (extração) e beneficiamento de minérios presentes no subsolo” (BRASIL ESCOLA, 2019).

Segundo o site G1: “Quando o extraem da natureza, as mineradoras separam o minério do material sem valor comercial: esse processo é chamado de beneficiamento.”

A atividade mineral produz dois tipos principais de resíduos, subprodutos da extração sem valor comercial.

De acordo com Maurício Guimarães Bergerman, engenheiro de minas e professor da Universidade de São Paulo (USP):

"Um deles são os materiais estéreis, compostos por fragmentos grosseiros de rocha (com alguns centímetros de tamanho), resíduos da lavra (exploração da jazida mineral). São materiais dispostos em pilhas, chamadas pilhas de estéril, que costumam ser estáveis. Não temos relatos de problemas significativos com elas. O outro tipo são os rejeitos, produtos do beneficiamento mineral, que são mais finos (de alguns milímetros a frações de milímetros) e são dispostos em barragens de rejeitos".

Esta atividade é indispensável ao desenvolvimento socioeconômico do país, que tem crescido ao longo dos anos. Segundo dados do Governo Federal, faturamento do setor mineral atingiu, em 2020, a casa dos R\$ 209 bilhões. Em contrapartida, a atividade mineradora é responsável por diversos problemas provocados no meio ambiente. Um dos malefícios a natureza é que por meio do processo beneficiamento dos minérios, obtem-se o rejeito de mineração, o que sobra quando se usa água para separar o minério de ferro do material que não tem valor comercial. Como esse rejeito não tem um fim comercial e não é possível descartá-lo em qualquer lugar, esses rejeitos são acumulados em barragens.

“Barragens são estruturas projetadas por engenheiros, utilizadas como reservatório para contenção e acumulação de substâncias líquidas ou de mistura de líquidos e sólidos provenientes do processo de beneficiamento de minérios” (VALE, 2019).

Existem alguns tipos de barragens, cada uma com suas características e custo de instalação e manutenção. Os principais tipos de barragens utilizadas são alteamento a jusante (modelo convencional) e a montante.

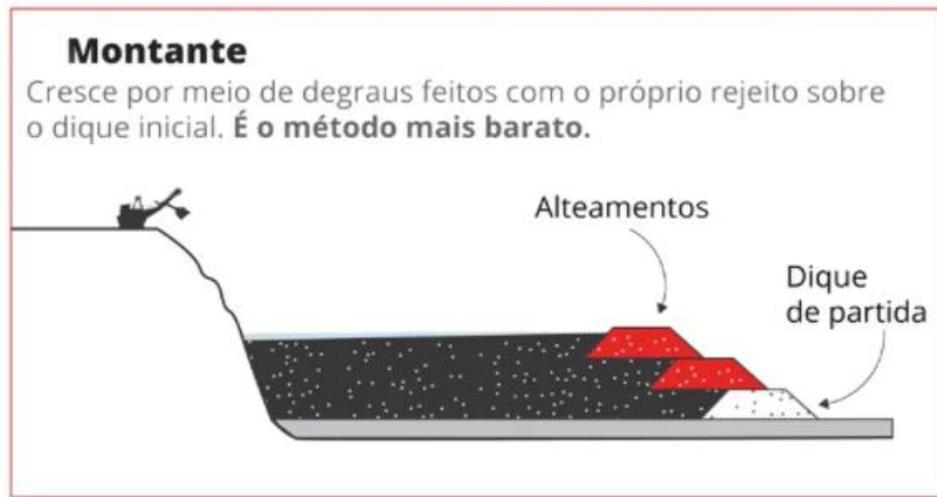


Figura 1 – Ilustração do modelo de Barragem tipo Montante

Fonte: [<https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/01/30/entenda-o-que-e-minerio-de-ferro-rejeito-e-barragem.ghtml>]

Conforme dados retirados do site da USP, no Ambiente Virtual de Apoio à Graduação e Pós-Graduação: As vantagens do método de barragem a montante: menor volume de material necessário; custo da construção é menor; pode ser construída em topografias acidentadas com terrenos íngremes, pois o crescimento da mesma se dá sobre o material depositado no reservatório, não demandando mais área a jusante. E as desvantagens do método de barragem a montante: capacidade de armazenamento do reservatório vai-se reduzindo com os sucessivos alteamentos; Segurança: a fundação dos alteamentos é a praia de rejeitos (material heterogêneo e com elevado índice de vazios); linha freática pode ficar muito próxima ao talude da jusante; Fundação constituída de areias saturadas fofas, com grande susceptibilidade à liquefação por sismos naturais ou vibrações decorrentes do movimento de equipamentos; a superfície crítica de deslizamento passa pelos rejeitos sedimentados; existe a possibilidade de ocorrência de “*piping*” (linha freática muito próxima do talude da jusante, rejeitos fofos ou concentração de fluxo entre dois diques compactados).

## 2. Jusante

A barragem cresce apenas sobre ela mesma, na direção da corrente dos resíduos, o que melhora a estabilidade da estrutura.

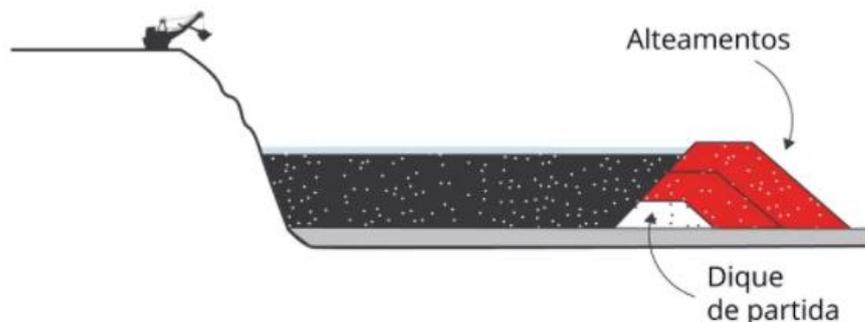


Figura 2 – Ilustração do modelo de Barragem tipo Jusante

Fonte: < <https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/01/28/entenda-como-funciona-a-barragem-da-vale->

que-se-rompeu-em-brumadinho.ghtml>

Ainda usando as informações obtidas no Ambiente Virtual de Apoio à Graduação e Pós-Graduação: as vantagens do método de barragem a jusante: controle da linha freática devido ao sistema de drenagem; possibilita a compactação do corpo da barragem; menor probabilidade de piping e liquefação. E as Desvantagens do método de barragem a montante: grandes quantidades de rejeitos; complexidade do dique de partida e do sistema de drenagem; não possibilita a proteção com cobertura vegetal do talude de jusante; não possibilita a construção de drenagem superficial durante a fase construtiva.

Segundo o site Brasil Escola, “As regiões de extração de ferro possuem barragens antigas, podendo ser rompidas.” Infelizmente, houve dois episódios de rompimento de barragens que teve grande impacto ambiental e ceifou várias vidas. A primeira catástrofe ocorreu na cidade de Mariana-MG, o segundo em Brumadinho-MG, tal fato ocorreu três anos após o primeiro rompimento de barragem.

No dia 25 de janeiro de 2019, a cidade de Brumadinho que está na região metropolitana de Belo Horizonte, enfrentou um grande desastre ambiental. De acordo com o site Mundo Educação: “a Barragem 1 da Mina Córrego do Feijão, da mineradora Vale, rompeu-se, desencadeando uma avalanche de lama, a qual destruiu a comunidade próxima e construções da própria Vale. O terrível mar de lama não causou apenas prejuízos financeiros, sendo responsável também pela morte de dezenas de pessoas.”

A mineradora declarou que rompeu-se apenas uma barragem, a qual apresentava um volume de 11,7 milhões de metros cúbicos de rejeitos. A altura da barragem era de 86 metros e o comprimento da crista era de 720 metros. Os rejeitos dispostos ocupavam uma área de 249,5 mil metros quadrados e a barragem tinha capacidade de 12,7 milhões de metros cúbicos.

Ainda segundo o site Mundo Educação: “A barragem que se rompeu em Brumadinho tinha como finalidade, de acordo com a Vale, a deposição de rejeitos. A mineradora relata que a barragem, que foi construída em 1976, estava inativada e, no momento, não havia nenhuma atividade operacional em andamento”.

Também segundo o site Globo: “Das opções à disposição, a adotada pela Vale em Mariana e Brumadinho, no estado de Minas Gerais, era a mais barata e menos segura, segundo especialistas.

Anos após o desastre, o povo brasileiro ainda não teve um retorno sobre a tragédia ocorrida em Minas Gerais, muitos não sabem o que ocorreu, os impactos causados, a extensão da catástrofe, o número de vítimas, a destruição da fauna e flora local. O foco deste artigo é a tragédia de Brumadinho e seus impactos ambientais e para isso foi realizado uma busca e coleta de informações para um maior entendimento desse triste acontecimento. Artigos com temas sobre a qualidade da água afetada, morte de espécies da fauna e flora, e o impacto sobre o solo que foi coberto pelos

rejeitos, serão abordados para a tentativa de responder as perguntas, até então, sem respostas.

## 2 MÉTODO

Foi utilizado como método a revisão sistemática da literatura. Segundo o documento conciso com algumas definições e orientações sobre revisões de literatura, da Biblioteca Prof. Paulo de Carvalho Mattos da Universidade Estadual Paulista (UNESP),

A revisão sistemática é um tipo de investigação científica. Essas revisões são consideradas estudos observacionais retrospectivos ou estudos experimentais de recuperação e análise crítica da literatura. Testam hipóteses e têm como objetivo levantar, reunir, avaliar criticamente a metodologia da pesquisa e sintetizar os resultados de diversos estudos primários”.

Os critérios de inclusão foram artigos de revisão sistemática e artigos originais publicados nos últimos 03 anos, na língua portuguesa. A busca foi feita nos bancos de dados do Google Acadêmico; sites de universidades renomadas que disponibilizam artigos de seus alunos com o intuito de expandir conhecimento para quem busca sobre a temática; a biblioteca digital SciELO e sites confiáveis como Brasil Escola, Mundo Educação e InfoEscola.

Para realização do critério de revisão sistemática foram selecionados sete artigos voltados para o tema sobre o impacto ambiental causado pelo rompimento das barragens de rejeito em Brumadinho. Por ser um tema recente, o acesso a informação é limitado, principalmente de fontes confiáveis. Mas com base nestes artigos escolhidos foi possível dissertar sobre o assunto e verificar os diversos pontos de vista defendido pelo seu escritor.

## 3 RESULTADOS

As características dos estudos que abordam o tema em comum, tanto como sua abordagem e visão, assim como as intervenções e resultados estão sumarizadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Características dos artigos selecionados sobre impactos ambientais da catástrofe de Brumadinho

<b>Autor/Ano</b>	<b>Impactos Ambientais</b>	<b>Conclusão</b>
Stefano Navarro Pacchello <sup>1</sup> (2021)	O desastre contaminou rios como o Paraopeba e São Francisco, dizimando a fauna e a flora. Uma grande extensão de terras foi coberta pelos rejeitos, que danificaram, na sua maioria, vegetação nativa.	Para evitar esse tipo de desastre, ações mais sustentáveis devem ser tomadas, tais como terceirização da gestão do monitoramento e da fiscalização da integridade das barragens.

Continuação do Quadro 1 - Características dos artigos selecionados sobre impactos ambientais da catástrofe de Brumadinho

Luís Flávio Pereira e outros <sup>2</sup> (2019)	A drenagem dos rejeitos dizimou a ictiofauna e outros animais aquáticos, provavelmente por asfixia via aumento exacerbado da carga de sedimentos. Não só a ictiofauna foi afetada, mas toda a vida silvestre, pois 51% da área atingida são ecossistemas naturais ricos em biodiversidade, dos quais mais de 65% eram matas em estágio ecológico avançado.	São emergenciais os estudos que visem diagnosticar o quadro ambiental pós-catástrofe; abordem as propriedades e o potencial poluidor dos rejeitos; avaliem efeitos imediatos da contaminação sobre a saúde humana e do ecossistema.
Fernanda Bento Rosa Gomes e outros <sup>3</sup> (2020)	Tais impactos estão relacionados com alteração do meio físico, provocando desmatamento, erosão, contaminação dos corpos hídricos, alteração da paisagem, e comprometimento da fauna e da flora.	Análise de amostras coletadas após o desastre apresentaram resultados que extrapolaram os valores de referência propostos, indicativo de que a metodologia adotada demonstrou-se sensível ao impacto avaliado.
Juliana Massignam <sup>4</sup> (2019)	O rompimento da barragem do Córrego do Feijão, ocasionou muitos danos ao recursos hídricos e à biodiversidade, ameaçando de extinção diversas espécies como a jaguatirica, onça-parda, veados, lobo-guará e alguns peixes.	As sequelas ainda são imprevisíveis e imensuráveis, porém certas e irrecuperáveis. Portanto, punições severas devem ser aplicadas para coibir que tais catástrofes continuem a ocorrer.
Fabrício Wantoil Lima e outros <sup>5</sup> (2019)	Rompeu-se apenas uma barragem, liberando três milhões de metros cúbicos de rejeito para o meio ambiente, que levaram à morte pessoas, animais, peixes, plantas e todo um ecossistema ali verificado.	Melhor do que reparar danos, seria a prevenção destes. Ou, caso não se consiga preveni-los, que se faça seu reparo de forma justa e o mais breve possível, com o intuito de se amenizar o sofrimento, que um desastre como os de Mariana e Brumadinho causam às pessoas e ao meio ambiente atingidos.

Continuação do Quadro 1 - Características dos artigos selecionados sobre impactos ambientais da catástrofe de Brumadinho

Alexandra Fátima Saraiva Soares e outros <sup>6</sup> (2020)	Houve dano ocasionado na vegetação e na alteração da qualidade das águas da bacia do rio Paraopeba. Também ocorreu o espalhamento do rejeito em Brumadinho até a confluência com o Rio Paraopeba, abrangendo uma área de aproximadamente 290 hectares.	Para fins de valoração dos danos ocasionados à qualidade da água do Rio Paraopeba pelos rejeitos oriundos da Barragem B1, o método que emprega o cálculo emergético para determinação do Valor Econômico do Recurso Ambiental demonstrou-se viável.
Ana Carolina Nunes da Silva e outros <sup>7</sup> (2020)	Devido à velocidade e à grande quantidade com que foram liberados os rejeitos, a maior parte da vegetação daquele local foi destruída. Consequentemente, ocasionou a morte de várias espécies de animais. Tem-se conhecimento de 25 espécies de mamíferos no entorno da mina; 259 espécies de aves registradas na região e 86 espécies de peixes, e alguns desses animais estão ameaçados de extinção.	Foram avaliados os impactos gerados pelo rompimento da barragem em todo local afetado, tanto no solo como em outras áreas, que, como se viu, foram várias áreas e o prejuízo pode durar por anos.

#### 4 DISCUSSÃO

A abordagem do tema é iniciada com um dos artigos selecionados, que relata o resultado do rompimento da barragem de rejeitos. Ele classifica a catástrofe como um dos maiores desastres com rejeitos de mineração no Brasil, o segundo maior desastre industrial do século e o maior acidente de trabalho do Brasil.

O desastre contaminou rios, dizimando a fauna e a flora e uma grande extensão de terras foi coberta pelos rejeitos, que danificaram, na sua maioria, vegetação nativa. A presença desses rejeitos de mineração nesses ecossistemas poderá provocar diversos males irreversíveis, tais como bioacumulação, biodisponibilização, distribuindo regionalmente metais pesados que tenderão a continuar comprometendo a biodiversidade em grande escala. Outro ponto importante é a lama

ainda presente no rio São Francisco, esta pode prejudicar diretamente a fauna marinha uma vez que a lama, através da foz do rio, atinja o oceano<sup>1</sup>.

Além dos impactos ambientais citados, que é o nosso foco, comenta-se também sobre os impactos socioeconômicos, que também afetaram a região de Brumadinho. Na figura 1 são mostradas as áreas cobertas pelos rejeitos e também a cobertura original das terras, anteriormente à catástrofe:

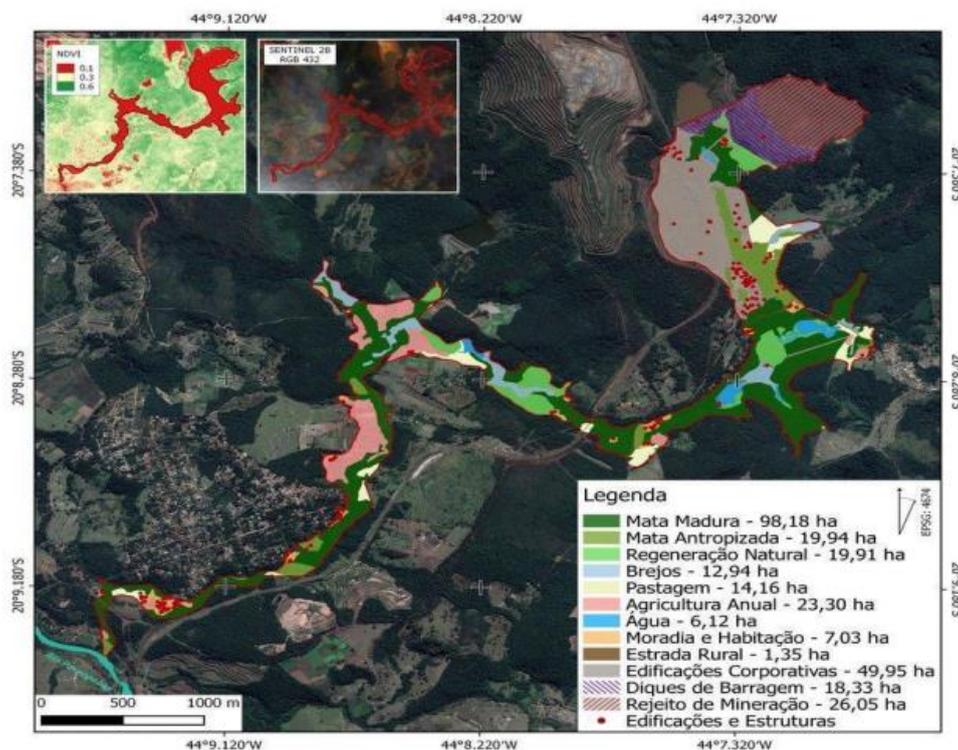


Figura 3 – Área atingida pelos rejeitos.

Fonte: [Luís Flávio Pereira<sup>2</sup>]

Uma breve explicação acerca de uma esquematização da distribuição dessas coberturas de terra poderia ser dada considerando que, antes do rompimento, as atividades agropecuárias ocupavam cerca de 37,9 hectares. Embora a maior área destruída estivesse relacionada com atividades empresariais, os imóveis familiares foram os mais atingidos, total de 193 residências destruídas<sup>1</sup>.

A contaminação comprometeu a sobrevivência de comunidades tradicionais à jusante e afetou o abastecimento hídrico de áreas urbanas<sup>2</sup> (Figura 2).



Figura 4 – Contaminação do abastecimento hídrico.

Fonte: <[https://brasil.elpais.com/brasil/2019/01/29/album/1548769697\\_827819.html#foto\\_gal\\_1](https://brasil.elpais.com/brasil/2019/01/29/album/1548769697_827819.html#foto_gal_1)>

Destaca-se também, a presença de amônia na composição do rejeito, o que causa uma redução na quantidade de oxigênio da água, incidindo na mortandade de peixes e plantas aquáticas<sup>4</sup>.

As terras atingidas eram as relativamente mais férteis, em comparação aos recursos oferecidos pelos latossolos e cambissolos dominantes regionalmente. Por ocuparem esses solos, extensas áreas de agricultura anual foram destruídas, principalmente culturas olerícolas, como alface e outras culturas folhosas (Figura 3a). Ao destruir 14,16 ha de pastagens, a lama também soterrou bovinos e outros animais domésticos<sup>2</sup> (Figura 3b).



Figura 5 – (a) Contaminação do solo; (b) Lama soterrou bovinos e outros animais domésticos.

Fonte: <[https://brasil.elpais.com/brasil/2019/01/28/album/1548699604\\_617278.html#foto\\_gal\\_1](https://brasil.elpais.com/brasil/2019/01/28/album/1548699604_617278.html#foto_gal_1)>.

O rompimento da barragem do Córrego do Feijão, ocasionou muitos danos, ameaçando de extinção diversas espécies como a jaguatirica, onça-parda, veados, lobo-guará e alguns peixes. Alguns cientistas destacam que a lama afetou muito o bioma Mata Atlântica e o Cerrado de Minas, dentro da Reserva da Biosfera da Unesco da Serra do Espinhaço, conhecido como refúgio da vida selvagem<sup>4</sup>.

Tem-se conhecimento de 25 espécies de mamíferos no entorno da mina; 259 espécies de aves

registradas na região e 86 espécies de peixes, e alguns desses animais estão ameaçados de extinção. Santos (2019) afirma, “É importante salientar que a região abrigava uma grande área remanescente da Mata Atlântica, um bioma com grande biodiversidade. Houve, portanto, uma enorme perda<sup>7</sup>.”

O Projeto Águas de Minas, desenvolvido pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), é responsável pelo monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas de Minas Gerais. Para o estudo, foram considerados dados obtidos pela análise de amostras coletadas nas estações de monitoramento do Igam ao longo do curso do rio Paraopeba, com a localização conforme apresentado no mapa, tendo como referência local aproximado do rompimento da Barragem B1 (Figura 4).

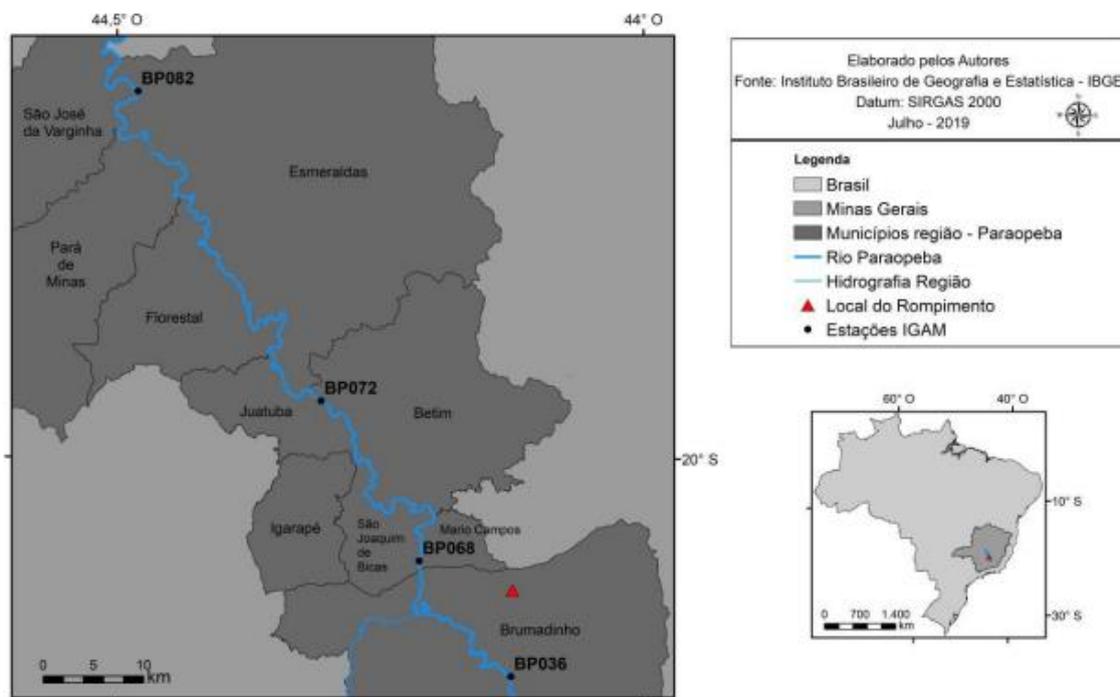


Figura 6 – Mapa da área de estudo: Rompimento de B1 e estações de monitoramento da qualidade de água do Rio Paraopeba.

Fonte: [Fernanda Bento Rosa Gomes<sup>3</sup>]

Para o presente estudo foram considerados dados de 26/01/2019 a 27/05/2019, para os mesmos parâmetros físico-químicos analisados em amostras coletadas nas estações de monitoramento adotadas na etapa de estimativa de valores de referência. No Quadrilátero Ferrífero, por se tratar de uma região rica em recursos minerais com extensivas reservas de ferro e manganês (MELFI et al., 2016), espera-se que espécies químicas (ferro e manganês) ocorram naturalmente nos cursos d'água, por processos erosivos e lixiviação. Porém, a atividade mineradora pode contribuir consideravelmente para o aporte desses metais nos mananciais (USEPA, 2018)<sup>3</sup>.

As concentrações de manganês violaram, no período analisado, o padrão ambiental (0,1 mg/L), bem como ultrapassaram o máximo valor da série histórica de monitoramento (Projeto Águas de Minas) do Rio Paraopeba nas Estações de Monitoramento atingidas pela lama de rejeitos. As concentrações de chumbo total ultrapassaram os limites estabelecidos pela legislação vigente nos primeiros dias após o rompimento. Contudo, de acordo com os resultados obtidos no monitoramento, referentes ao dia 3 de fevereiro de 2019, os padrões ambientais se adequaram. Foram constatadas violações das concentrações de alumínio e ferro dissolvidos em todas as estações no trecho entre Esmeraldas e Pompéu (estações BP082, BP083, BP078 e BP099). Entretanto, alterações desses parâmetros já eram observadas na série histórica de monitoramento do IGAM por estarem presentes na constituição do solo da região. O mercúrio foi o único metal pesado detectado em 3 de fevereiro de 2019, na Estação BPE2 (Rio Paraopeba na captação da COPASA), em concentrações acima do padrão ambiental. O mercúrio não está presente na composição da lama e, de um modo geral, contaminações desse metal estão relacionadas à extração secular e recente do ouro, incluindo a atividade garimpeira. A turbidez constitui característica física da água decorrente da presença de substâncias em suspensão, ou seja, de sólidos suspensos finamente divididos, ou em estado coloidal, e de organismos microscópicos. Esses sólidos ocasionam interferências na penetração da luz no meio aquático, conferindo uma aparência turva à água e, conseqüentemente, reduzem a zona eufótica dos cursos d'água, prejudicando o processo de fotossíntese e a sobrevivência da biota aquática<sup>6</sup> (BAIRD, 2002).

A tendência de decréscimo significativo da turbidez com o tempo, para estações à jusante do rompimento (BP068, BP072 e BP082), foi evidenciada pelo teste de estabilidade temporal de Theil-Sen, resultado relacionado à possível deposição e/ou sedimentação dos sólidos suspensos, oriundo dos rejeitos, no fundo da calha do rio Paraopeba. Ferro, manganês e metais pesados porventura oriundos de atividades de extração apresentam riscos consideráveis de contaminação porque não se degradam e permanecem solubilizados nas águas ou precipitados como sedimentos de fundo<sup>3</sup>. O teste de estabilidade temporal de Theil-Sen nas estatísticas não paramétricas, é um método para ajustar de forma robusta uma linha aos pontos de amostra no plano, escolhendo a mediana das inclinações de todas as linhas através de pares de pontos.

A poluição atmosférica também foi destacada devido ao crescimento de doenças respiratórias geradas pela poeira dos rejeitos. Houve também o aumento de doenças diarreicas agudas causadas pela ingestão da água ainda afetada pelos rejeitos.

**Tabela 1 - Principais categorias CID-10 que apresentaram aumento no período 2018 – 2019, em Brumadinho-MG**

Diagnóstico CID10 (categoria)	2018	2019	Diferença	%
L98 Outras afecções da pele e tecido subcutâneo NCOP	22	51	29	132
O80 Parto único espontâneo	134	157	23	17
A41 Outras septicemias	19	38	19	100
R02 Gangrena NCOP	10	24	14	140
S82 Fratura da perna inclui tornozelo	20	33	13	65
A90 Dengue	1	11	10	1000
J15 Pneumonia bacter NCOP	68	78	10	15
N43 Hidrocele e espermatocele	2	12	10	500
I60 Hemorragia subaracnoide	0	9	9	0

Fonte: SIH - Datasus

Figura 7 – Tabela de doenças com aumento significativo em Brumadinho no período de 2018-2019.

Fonte: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252020000200008&tlng=pt#tab1](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252020000200008&tlng=pt#tab1)>

Os registros de dengue em 2019, em relação ao mesmo período do ano anterior, apresentaram aumento de casos, devido a quantidade de lama e água que foi lançada a natureza, causando água parada, o que é atrativo ao mosquito transmissor.

Além do desastre humano e ambiental, a saúde dos moradores sofrerá impactos acentuados. A perda de parentes na tragédia, estresse, transtornos pós-traumáticos, deterioração do saneamento básico, além de surtos de doenças e infecções são algumas das consequências que serão trazidas pela tragédia de Brumadinho<sup>4</sup>.

Há, então, questionamentos razoáveis a se fazer: houve, em ambos os casos, medidas preventivas suficientemente eficazes para evitar as tragédias? Houve, ainda, medidas corretivas para se contornar os problemas relacionados aos desastres ocorridos? Mesmo com o socorro do Corpo de Bombeiros, a participação da Força Aérea Brasileira e do Exército e com a ajuda de 130 militares israelenses envolvidos nas buscas e no socorro às vítimas, havia uma estratégia geracional da empresa Vale S/A destinada ao pronto atendimento aos envolvidos na tragédia? Além disso, por se tratar de uma atividade humana exercendo um poder de destruição da natureza, esses acidentes-crimes poderiam ter sido evitados? E se não, quais foram as razões para isso?<sup>5</sup>

O presente estudo abre perspectivas para novas análises, e incrementar sistemas de monitoramento, bem como caracterizar impactos e desastres decorrentes de atividades antrópicas<sup>3</sup>.

Infelizmente, possuindo dois desastres ambientais e humanos de grande porte em seu currículo, o Brasil e, principalmente, o Estado de Minas Gerais, devem adotar rigorosas e efetivas

medidas de acompanhamento e de fiscalização a este método de acoplagem de rejeito de minério de ferro<sup>4</sup>.

São emergenciais os estudos que visem diagnosticar os quadros socioeconômico, ambiental e psicológico pós-catástrofe; abordem as propriedades e o potencial poluidor dos rejeitos; e avaliem efeitos imediatos da contaminação sobre a saúde humana e do ecossistema<sup>2</sup>.

Questionado sobre o Plano de Ação de Emergência de Barragens de Mineração (PAEBM), a Vale informa que suas barragens possuem esse plano, conforme estabelece a Lei Federal nº 12.334 e à portaria nº 70.389, do Departamento Nacional de Produção Mineral.

Esse plano é construído com base em estudos técnicos de cenários hipotéticos para o caso de um rompimento. O PAEBM prevê qual será a mancha de inundação e também a zona de autossalvamento. A Vale também informa:

Conforme determina a portaria DNPM 70.389/2017, o PAEBM da Barragem I da Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho, foi protocolado na Prefeitura de Brumadinho e Defesas Cíveis Municipal, Estadual e Federal em julho, agosto e setembro de 2018. A estrutura possuía todas as declarações de estabilidade aplicáveis e passava por constantes auditorias externas e independentes. Havia inspeções quinzenais, reportadas à Agência Nacional de Mineração, sendo a última datada de 21/12/2018. A estrutura passou também por inspeções nos dias 8 e 22 de janeiro deste ano, com registro no sistema de monitoramento da Vale. Toda essa documentação sempre esteve e continua à disposição das autoridades. A Barragem I possuía sistema de vídeo-monitoramento, sistema de alerta através de sirenes e cadastramento da população à jusante. Também foi realizado o simulado externo de emergência em 16 de junho de 2018, sob coordenação das Defesas Cíveis e com o apoio da Vale, e o treinamento interno com os funcionários em 23 de outubro de 2018.

Sobre a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), conforme cita o site do Governo Federal: “Estabelecida pela Lei nº 12.334/2010, a PNSB tem o objetivo de garantir que padrões de segurança de barragens sejam seguidos, de forma a reduzir a possibilidade de acidentes e suas consequências, além de regulamentar as ações e padrões de segurança.

Se aplica à barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais que apresente pelo menos uma das seguintes características:

- Altura do maciço, contada do ponto mais baixo da fundação à crista, maior ou igual a 15m (quinze metros);
- Capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000m<sup>3</sup> (três milhões de metros cúbicos);

- Reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis;
- Classificação de Dano Potencial Associado, médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas.

## 5 CONCLUSÃO

Através da análise dos artigos escolhidos conclui-se que por consequência da devastação ambiental, os recursos hídricos foram afetados, causando desabastecimento de água em comunidades, aldeias e também de áreas urbanas. As áreas atingidas pelos rejeitos ficaram improdutivas, destruindo plantações e impossibilitando novos cultivos, impactando negativamente a agricultura da região, que também afetou a renda e alimentação de centenas de famílias.

A destruição causada pelos rejeitos neste episódio, teve um impacto enorme no meio ambiente, que até hoje não se sabe a dimensão e quanto tempo a natureza irá se recuperar dessa tragédia. Sérios danos ocorreram a fauna e flora, acarretando riscos de extinção de espécies. Devido a contaminação da água, ficou indisponível o consumo de água da região que acabou matando os animais sobreviventes da catástrofe, também vidas aquáticas, causada pela diminuição do oxigênio das águas devida a composição do rejeito.

Em suma, todo o efeito causado por este evento deve ser classificado como uma catástrofe e não como uma fatalidade, devido a série de erros da mineradora Vale que pode-se pontuar: falta de fiscalização, falta de manutenção, falta de sinalização (sirenes que não foram tocadas). Para evitar que desastres como este venha a ocorrer novamente, um exemplo a Tragédia de Mariana, deve-se tomar algumas iniciativas.

Num dos artigos citados o autor acredita que a terceirização da gestão do monitoramento e da fiscalização da integridade das barragens é uma atitude a ser tomada para evitar um evento desta proporção. A prevenção é a solução para que não ocorra mais tragédias, agindo com treinamentos de seus colaboradores, pondo em prática Plano de Ação de Emergência de Barragens de Mineração, técnicas de manutenção mais seguras e avançadas, investimentos em equipamentos mais inovadores.

Uma forma de prevenção eficiente seria o investimento em técnicas de produções que não gerassem resíduos, ou o mínimo possível, adequando o processo de exploração e beneficiamento quanto ao conceitos de reuso, reaproveitamento e otimização operacional, de forma a garantir serviços e produtos mais sustentáveis. Encontrar uma forma de utilizar esses rejeitos de mineração em outros setores seria interessante para que possa haver a diminuição do volume de rejeitos acumulados. Já existem tecnologias que possibilitam o aproveitamento de 100% desses resíduos

e sua transformação em coprodutos que podem ser aplicados em outras áreas.

O Laboratório de Geotecnologias e Geomateriais, do Centro de Produção Sustentável da UFMG, em Pedro Leopoldo (MG), conta com o forno flash para calcinação que possibilita calcinar - reação química de decomposição térmica - microparticulados. Evandro Gama, também do departamento de Engenharia da Minas, explica que os rejeitos da barragem de lama, quando levados ao forno, passam pelo processo de secagem e calcinação, que separa a areia da pozolana e do pigmento. Esses coprodutos podem ser empregados na produção de concreto, argamassa, cerâmica, tijolos e blocos, com aproveitamento em obras de infraestrutura e construção civil. Outra alternativa é metodologia de deposição a seco, que propõe a filtragem de deposição do rejeito para ser compactado, e a tecnologia da pasta mineral, que propõe adensamento de material muito fino, com drenagem da parte líquida e consequente aumento da estabilidade dos depósitos de rejeitos.

O ideal seria a prevenção, contrariamente a reparação. Entretanto, se não fosse possível em algum caso, é necessário um reparo de forma justa e o mais breve possível. Voltada a responsabilidade ambiental, a compensação aconteceria através da limpeza dos locais, busca a animais para tentar salvá-los, contenção dos rejeitos para evitar a dispersão da contaminação das águas e recuperação da qualidade da água através da implantação de estações de tratamento. E pra finalizar e não menos importante, o investimento em novas tecnologias e estudos, visando o diagnóstico do quadro ambiental após a catástrofe e avaliação dos efeitos imediatos da contaminação do ecossistema.

## REFERÊNCIAS

1. BRASIL, Escola. *Rompimento da barragem em Brumadinho*. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/rompimento-barragem-brumadinho.htm>>. Acesso em: 01 out. 2021
2. VALE. *Reparação e Desenvolvimento*. Disponível em: <[http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes\\_brumadinho/Paginas/default.aspx?utm\\_source=Google&utm\\_medium=CPC&utm\\_campaign=2019|Search|Barragens|Brumadinho&utm\\_content=Link8](http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes_brumadinho/Paginas/default.aspx?utm_source=Google&utm_medium=CPC&utm_campaign=2019|Search|Barragens|Brumadinho&utm_content=Link8)>. Acesso em: 01 out. 2021
3. INFOESCOLA. *Direito ambiental*. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/direito/direito-ambiental/>>. Acesso em: 15 out. 2021

4. BRASIL ESCOLA. *Os problemas gerados pela mineração*. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/os-problemas-gerados-pela-mineracao.htm>>. Acesso em: 28 out. 2021
5. SIMI. *Pesquisas apresentam soluções para o aproveitamento de rejeitos de mineração*. Disponível em: <<http://www.simi.org.br/noticia/Pesquisas-apresentam-solucoes-para-o-aproveitamento-de-rejeitos-de-mineracao>>. Acesso em: 03 nov. 2021
6. VALE. *Reparação e desenvolvimento*. Disponível em: <[http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes\\_brumadinho/paginas/agua.aspx](http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes_brumadinho/paginas/agua.aspx)>. Acesso em: 04 nov. 2021
7. GOV.BR. *Desempenho do setor mineral em 2020 supera expectativas*. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/financas-impostos-e-gestao-publica/2021/02/desempenho-do-setor-mineral-em-2020-supera-expectativas>>. Acesso em: 04 nov. 2021
8. GLOBO RURAL. *Agricultores prejudicados por lama de Brumadinho podem ser até 400*. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/noticia/2019/01/numero-de-agricultores-prejudicados-em-brumadinho-sera-entre-350-e-400.html>>. Acesso em: 15 nov. 2021
9. EL PAÍS. *Animais, as vítimas não contabilizadas do desastre de Brumadinho*. Disponível em: <[https://brasil.elpais.com/brasil/2019/01/28/album/1548699604\\_617278.html#foto\\_gal\\_1](https://brasil.elpais.com/brasil/2019/01/28/album/1548699604_617278.html#foto_gal_1)> Acesso em: 15 nov. 2021
10. EL PAÍS. *Lama da barragem em Brumadinho ameaça futuro da aldeia Pataxó Hãhã-hãe*. Disponível em: <[https://brasil.elpais.com/brasil/2019/01/29/album/1548769697\\_827819.html#foto\\_gal\\_1](https://brasil.elpais.com/brasil/2019/01/29/album/1548769697_827819.html#foto_gal_1)>. Acesso em: 16 nov. 2021
11. PACCHELLO, Stefano Navarro. *Impactos Ambientais e Socioeconômicos Causados pelo Rompimento da Barragem de Brumadinho*. São José dos Campos. 2021.

12. PEREIRA, Luís Flávio e outros. *Impactos do rompimento da barragem de rejeitos de Brumadinho*. Minas Gerais. 2019
13. GOMES, Fernanda Bento Rosa e outros. *Avaliação de Impactos Ambientais do Desastre De Brumadinho-MG pela Proposição de Valores de Referência*. Belo Horizonte. 2020.
14. MASSIGNAM, Juliana. *Tragédia de Brumadinho: o Dano Ambiental e a Responsabilidade Civil do Estado e da Empresa Vale*. Nova Prata. 2019.
15. LIMA, Fabrício Wantoil e outros. *Rompimento das Barragens de Mariana e Brumadinho e seus Impactos Socioambientais*. Anápolis. 2019.
16. SOARES, Alexandra Fátima Saraiva e outros. *Valoração dos Danos aos Recursos Hídricos em Brumadinho*. Belo Horizonte. 2020.
17. SILVA, Ana Carolina Nunes e outros. *Estudo sobre os Impactos Causados ao Meio Ambiente, Provenientes do Rompimento da Barragem de Brumadinho – MG*. Lins. 2020.
18. BRASIL ESCOLA. *Mineração*. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/mineracao.htm>>. Acesso em: 19 nov. 2021
19. BBC. *Brumadinho: Quais são os tipos de barragem e por que a Vale construiu a menos segura na mina Córrego do Feijão?* Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-47048439>>. Acesso em 19 nov. 2021
20. GLOBO. *Modelo de barragem usado em Brumadinho e Mariana é o mais barato e menos seguro*. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Brasil/noticia/2019/01/modelo-de-barragem-usado-em-brumadinho-e-mariana-e-o-mais-barato-e-menos-seguro.html>>. Acesso em: 20 nov. 2021
21. VALE. *Entenda as barragens da Vale*. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas->

gerais/atualizacoes\_brumadinho/Documents/PT/entenda-as-barragens-da-vale-pt.html>.

Acesso em: 20 nov. 2021

22. MUNDO EDUCAÇÃO. *Desastre ambiental em Brumadinho*. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/desastre-ambiental-brumadinho.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2021

23. VALE. *Vale esclarece sobre seu Plano de Ação de Emergência de Barragens de Mineração (PAEBM)*. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/news/Paginas/Vale-esclarece-sobre-seu-Plano-de-Acao-de-Emergencia-de-Barragens-de-Mineracao-PAEBM.aspx>>. Acesso em 21 nov. 2021

24. SCIELO. *Sobreposição de riscos e impactos no desastre da Vale em Brumadinho*. Disponível: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252020000200008&tlng=pt#tab1](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252020000200008&tlng=pt#tab1)>. Acesso em: 21 nov. 2021

25. Planalto. *Lei Nº 14.066, de 30 de Setembro de 2020*. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2020/Lei/L14066.htm#art2](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14066.htm#art2)>. Acesso em: 21 nov. 2021

26. SNISB. *Perguntas Frequentes*. Disponível em: <<https://www.snisb.gov.br/perguntas-frequentes>>. Acesso em: 21 nov. 2021

27. ANA. *Barragem*. Disponível em: <<https://progestao.ana.gov.br/destaque-superior/boas-praticas/seguranca-de-barragens/curso-de-seguranca-de-barragens-dae-1/aula-2-segur-barragem-2016-pla.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2021

28. GLOBO. *Entenda como funciona a barragem da Vale que se rompeu em Brumadinho*. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/01/28/entenda-como-funciona-a-barragem-da-vale-que-se-rompeu-em-brumadinho.ghtml>>. Acesso em: 21 nov. 2021

## ANEXO A

### DIRETRIZES PARA A SUBMISSÃO DE ARTIGOS DA REVISTA CIENTÍFICA FUNVIC

Os trabalhos devem ser redigidos em português, com uso obrigatório da norma culta. Durante o preenchimento cadastral, o nome completo de cada autor e respectiva afiliação institucional devem ser inseridos nos campos adequados e devem aparecer no arquivo. A Revista Eletrônica de Ciências Exatas sugere que o número máximo de autores por artigo seja 6 (seis). Artigos com número superior a 6 (seis) serão considerados exceções e avaliados pelo Conselho Editorial que poderá solicitar a adequação. **Pesquisas feitas com seres humanos e animais devem, obrigatoriamente, citar a aprovação da pesquisa pelo respectivo Comitê de Ética, citando o protocolo de aprovação.** O não atendimento implica em recusa da submissão. Da mesma forma, o plágio implicará na recusa do trabalho.

O uso da norma culta da Língua Portuguesa, a obediência às normas da Revista e a originalidade do artigo são de total responsabilidade dos autores. O não atendimento a esses critérios implicará na recusa imediata do trabalho.

### APRESENTAÇÃO DO MATERIAL

O número máximo é de 20 páginas, incluindo referências, figuras, tabelas e quadros. Os textos devem ser redigidos em **Fonte Times New Roman, tamanho 12, espaçamento 1,5 cm, justificado.** Devem ser utilizadas margens de 2 cm em cada lado.

As Figuras (gráficos, imagens, desenhos, fluxogramas e esquemas) deverão apresentar boa nitidez, estar em formato JPEG, com resolução de 800dpi e com tamanho de 15cm x 10cm. As figuras deverão ser enumeradas consecutivamente em algarismos arábicos, encabeçadas pelas respectivas legendas; as fontes, logo abaixo das mesmas, com fonte de tamanho 11 e espaçamento simples.

Tabelas e Quadros deverão ser enumeradas consecutivamente com algarismos arábicos e encabeçados pelos respectivos títulos, com fonte de tamanho 11 e espaçamento simples.

As citações deverão aparecer ao longo do texto, conforme Normas da ABNT (NBR 10520, 2002), seguidas pelo ano de publicação, cujas chamadas podem ser pelo sobrenome do autor, pela instituição responsável ou pelo título. As citações podem ser incluídas na sentença: sobrenome (ano). Ex.: Gomes, Faria e Esper (2006) ou entre parênteses: (SOBRENOME, ano). Ex.: (GOMES; FARIA; ESPER, 2006). Quando se tratar de citação direta (transcrição literal), indicar, após o ano, a página de onde o texto foi extraído. O trecho transcrito deverá estar entre aspas quando ocupar até três linhas. As citações diretas com mais de três linhas devem ser destacadas com recuo de 4 cm da margem esquerda, ser escritas com tamanho 11, com espaçamento entre linhas simples e sem aspas. Citações indiretas de vários documentos simultâneos devem constar em ordem alfabética (como nas referências). Citação de citação: deve-se fazer a referência do autor lido. Ex.: Pádua (1996 apud FERNANDES, 2012, p. 5) salienta que “[...] pesquisa é toda atividade voltada para a solução de problemas [...]”.

Teses e dissertações, quando não houver o respectivo artigo científico publicado em periódico, devem ser dos **últimos três anos**; obrigatoriamente indicando o **link** que remeta ao cadastro nacional de teses da CAPES ou das universidades onde esses documentos foram publicados. Não serão aceitas Monografias de Especialização como referência.

Grafia de termos científicos, comerciais, unidades de medida e palavras estrangeiras devem ser grafados por extenso, em vez de seus correspondentes simbólicos abreviados, quando citados pela primeira vez. Deve-se utilizar o Sistema Internacional de Unidades.

Palavras estrangeiras devem ser evitadas, utilizar preferentemente a sua tradução. Na impossibilidade, os termos estrangeiros devem ser grafados em itálico.

## **ESTRUTURA DO ARTIGO**

**PESQUISAS ORIGINAIS** devem ter no máximo 20 páginas com até 40 citações; organizar da seguinte forma:

**Título em português:** caixa alta, centralizado, negrito, conciso, com um máximo de 25 palavras.

**Título em inglês** (obrigatório): caixa alta, centralizado. Versão do título em português.

**Autor(es):** o(s) nome(s) completo(s) do(s) autor(es) e seus títulos e afiliações à Sociedade ou Instituições. Indicar com asterisco o autor de correspondência. Ao final das afiliações fornecer o e-mail do autor de correspondência.

**Resumo:** parágrafo único sem deslocamento, fonte tamanho 11, espaço simples, justificado, contendo entre 150 e 250 palavras. Deve conter a apresentação concisa de cada parte do trabalho, abordando objetivos, métodos, resultados, discussão e conclusões. Deve ser escrito sequencialmente, sem subdivisões. Não deve conter símbolos, equações, diagramas, fórmulas e contrações que não sejam de uso corrente.

**Palavras-chave:** de 3 a 5 palavras-chave, iniciadas por letra maiúscula, separadas e finalizadas por ponto.

**Abstract:** tradução literal do resumo, com formatação idêntica à do resumo.

**Keywords:** tradução literal das Palavras-chave em Português.

**Introdução:** deve apresentar o assunto a ser tratado, fornecer ao leitor os antecedentes que justificam o trabalho, incluir informações sobre a natureza e importância do problema, sua relação com outros estudos correlatos e suas limitações. Essa seção deve representar a essência do pensamento do pesquisador em relação ao assunto estudado e apresentar o que existe de mais significativo na literatura científica. Os objetivos da pesquisa devem figurar como o último parágrafo desse item.

**Método:** destina-se a expor os meios dos quais o autor se valeu para a execução do trabalho. Pode ser redigido em corpo único ou dividido em subseções. Especificar tipo e origem de produtos e equipamentos utilizados. Citar as fontes que serviram como referência para o método escolhido.

**Pesquisas feitas com seres humanos e animais devem, obrigatoriamente, citar a aprovação da pesquisa pelo respectivo Comitê de Ética, citando o protocolo de aprovação.**

**Resultados:** Nesta seção o autor irá expor o obtido em suas observações. Os resultados poderão ser apresentados em quadros, tabelas ou figuras, não podendo ser repetidos em mais de um tipo de ilustração.

**Discussão:** O autor, ao tempo que justifica os meios que usou para a obtenção dos resultados, deve confrontá-los com a literatura pertinente; estabelecer relações entre causas e efeitos; apontar as

generalizações e os princípios básicos que tenham comprovações nas observações experimentais; esclarecer as exceções, modificações e contradições das hipóteses, teorias e princípios diretamente relacionados com o trabalho realizado; indicar as aplicações teóricas ou práticas dos resultados obtidos, bem como, suas limitações; indicar, quando necessário, uma teoria para explicar certas observações ou resultados obtidos; sugerir, quando for o caso, novas pesquisas a partir da experiência adquirida no desenvolvimento do trabalho e visando a sua complementação.

**Conclusões:** Deve expressar de forma lógica e objetiva o que foi demonstrado com a pesquisa.

**Agradecimentos** (opcionais): O autor pode agradecer às fontes de fomentos e àqueles que contribuíram efetivamente para a realização do trabalho. Agradecimento a suporte técnico deve ser feito em parágrafo separado.

**Referências** (e não bibliografia): Espaço simples entre linhas e duplo entre referências. A lista completa de referências, no final do artigo, deve ser apresentada em ordem alfabética e de acordo com as normas da ABNT (NBR 6023, 2002). Quando a obra tiver até três autores, todos devem ser citados. Mais de três autores, indicar o primeiro, seguido de et al. Alguns exemplos:

Artigo publicado em periódico:

LUDKE, M.; CRUZ, G. B. dos. Aproximando universidade e escola de educação básica pela pesquisa. **Caderno de pesquisa**, São Paulo, v. 35, n. 125, p. 81-109, maio/ago. 2005.

Artigo publicado em periódico em formato eletrônico:

SILVA JUNIOR, N. A. da. Satisfação no trabalho: um estudo entre os funcionários dos hotéis de João Pessoa. **Psico-USF**, Itatiba, v. 6, n. 1, p. 47-57, jun. 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-82712001000100007&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-82712001000100007&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 13 jul. 2015.

Livro (como um todo)

MENDONÇA, L. G. et al. **Matemática financeira**. 10. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2010.

Capítulo de livro

MARTÍN, E.; SOLÉ, I. A aprendizagem significativa e a teoria da assimilação. In: COLL, C.; MARCHESI, A.; PALACIOS, J. (Org.). **Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia da educação escolar**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. cap. 3, p. 60-80.

## ARTIGOS DE REVISÃO

Poderão ser aceitos para submissão, desde que abordem temas atuais e de interesse. Devem ter até 20 páginas, incluindo resumos, tabelas, quadros, figuras e referências. As figuras não devem repetir dados já descritos em tabelas.

Devem conter: título em português e inglês, autores e afiliações, resumo e abstract (de 150 a 250 palavras), palavras-chave/keywords, introdução, método (como nos artigos de pesquisas originais) considerações finais (neste item serão retomadas as diferentes discussões dos autores estudados de maneira a conduzir a um fechamento, porém, não havendo conclusões definitivas), agradecimentos (opcional) e referências.

Artigos de revisão de literatura contendo metanálise, depois do item método deverá ser apresentado o item resultados (contendo a metanálise) e as conclusões.

Autorizo a cópia total ou parcial desta obra, apenas para fins de estudo e pesquisa, sendo expressamente vedado qualquer tipo de reprodução para fins comerciais sem prévia autorização específica do autor. Autorizo também a divulgação do arquivo no formato PDF no banco de monografias da Biblioteca institucional.

Bruno Alves de Moares Santos

Pindamonhangaba, 07 de dezembro 2021