

**MESTRADO PROFISSIONAL
EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**SUPRESSÃO
VEGETAL E
POLUIÇÃO DE
SOLOS POR FERRO
EM ÁREA AFETADA
POR REJEITO DE
MINERAÇÃO
PROVENIENTE DO
ROMPIMENTO DA
BARRAGEM DE
MARIANA-MG**

Raquel Nascimento Souza

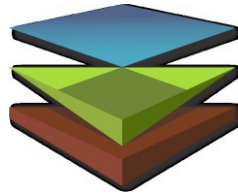
Serrinha - Bahia - Brasil - 2022



INSTITUTO FEDERAL

Baiano

Campus Serrinha

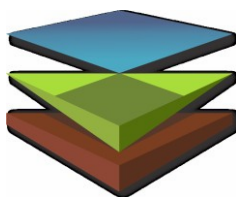


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
CAMPUS SERRINHA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

RAQUEL NASCIMENTO SOUZA

**SUPRESSÃO VEGETAL E POLUIÇÃO DE SOLOS POR FERRO
EM ÁREA AFETADA POR REJEITO DE MINERAÇÃO
PROVENIENTE DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE
MARIANA-MG**

SERRINHA
BAHIA - BRASIL
2022



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
CAMPUS SERRINHA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

RAQUEL NASCIMENTO SOUZA

**SUPRESSÃO VEGETAL E POLUIÇÃO DE SOLOS POR FERRO
EM ÁREA AFETADA POR REJEITO DE MINERAÇÃO
PROVENIENTE DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE
MARIANA-MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *campus* Serrinha, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Ciências Ambientais, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Alisson Jadavi Pereira da Silva

SERRINHA
BAHIA - BRASIL
2022

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Ricardo Santos do Carmo Reis - CRB – 5ª / 1649

Souza, Raquel Nascimento

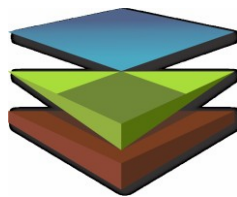
S729s Supressão vegetal e poluição de solos por ferro em área afetada por rejeito de mineração proveniente do rompimento da barragem de Mariana-MG/ Raquel Nascimento Souza.- Serrinha, Ba, 2022.
52 p.; il.: color.

Inclui bibliografia.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências Ambientais) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – Campus Serrinha.
Orientador: Prof. Dr. Alisson Jadavi Pereira da Silva.

1. Minério de ferro 2. Solo. 3. Supressão vegetal. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano. II. Silva, Alisson Jadavi Pereira da (Orient.). III. Título.

CDU: 504.53



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
CAMPUS SERRINHA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**SUPRESSÃO VEGETAL E POLUIÇÃO DE SOLOS POR FERRO
EM ÁREA AFETADA POR REJEITO DE MINERAÇÃO
PROVENIENTE DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE
MARIANA-MG**

**Comissão examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso de Mestrado da discente
RAQUEL NASCIMENTO SOUZA**

Aprovado em 29 de setembro de 2022

Dr. Alisson Jadavi Pereira da Silva
IF Baiano - *Campus* Governador Mangabeira
(Presidente - Orientador)

Dr. Delfran Batista dos Santos
IF Baiano - *Campus* Serrinha
(Examinador Interno)

Dr. Lúcio Aderito dos Anjos Veimrober Júnior
IF Baiano - *Campus* Seabra
(Examinador Externo)

AUTOBIOGRAFIA

Prepare o seu coração para as coisas que eu vou contar, eu venho lá do sertão e posso não lhe agradar. Nascida e criada na zona rural do município de Valente, no sertão da Bahia, filha de agricultores familiares, estudante de escola pública, carrego a força e a resiliência dos cactos que sobressaem nos rochedos da caatinga. Gestão Ambiental foi a formação escolhida, Assistência Técnica e Extensão Rural, nas suas variadas formas e funções é a profissão que exerço, amor e dedicação ao que faço são os combustíveis que regem minha vida profissional.

Os desafios sempre estiveram comigo, e me fizeram mais forte e corajosa. O novo nunca foi problema, sempre foi o desejado. Carrego comigo experiências incríveis de lugares e trabalhos. Vivendo e sobrevivendo em lugares, culturas, costumes e línguas diferentes, busco aprendizados e experiências, que deem sentido e cores à vida. Mantenho uma relação de amor com a terra e a agricultura familiar, e foi em uma dessas visitas de campo que conheci o edital do curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Campus Serrinha, imensamente feliz pela oportunidade de estudar em meu território, ingressei no curso, onde tive a oportunidade de adquirir experiências novas e incríveis.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelas graças alcançadas, que a mim permitiu forças necessárias para superar os desafios durante essa jornada.

A minha família, meus pais, minhas irmãs pela paciência, apoio, compreensão e incentivo.

A Davi, meu menino que sempre foi a força maior e o motivo de não desistir.

Ao Programa de Mestrado Profissional em Ciências Ambientais e todos os professores e colegas do programa que contribuíram na minha formação científica.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alisson Jadavi pela orientação, voto de confiança, parceria, paciência e apoio.

Aos professores da banca que trouxeram elementos importantes para melhoria do trabalho.

Aos meus amigos, em especial Maria Cecília que foi uma grande parceira nessa jornada, ajudou, apoiou, não me deixou desistir, foi uma dupla de trabalho e de vida durante essa jornada.

Enfim agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente!!!

SUPRESSÃO VEGETAL E POLUIÇÃO DE SOLOS POR FERRO EM ÁREA AFETADA POR REJEITO DE MINERAÇÃO PROVENIENTE DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE MARIANA-MG

RESUMO

O estado de Minas Gerais é marcado pela grande quantidade de extração de minério, principalmente o ferro, e por consequência, grandes tragédias ambientais. Diante desta realidade, o estudo teve como objetivo quantificar a supressão vegetal e caracterizar a condição atual do solo e vegetação em áreas atingidas em consequência do derramamento da barragem com rejeito proveniente da mineração de ferro em Minas Gerais no ano de 2015. A metodologia é composta por abordagem mista, através de revisão bibliográfica e análise de solo, apresentando dados quantitativos e qualitativos acerca da supressão de vegetação causada a curto e longo prazo após o derramamento de rejeitos da barragem do Fundão em Mariana-MG. Verificou-se que três espécies vegetais se tornaram ameaçadas e em categoria vulnerável nas áreas de abrangência do derramamento da barragem. Quanto aos efeitos químicos no solo, destaca-se que a concentração do Ferro (Fe) apresentou teor cinco vezes maior do que o valor que é considerado alto, ou seja, acima de 45. O Fe embora seja essencial para as plantas, em excesso no solo causa danos ao desenvolvimento, dificulta a absorção de minerais e causa um desbalanço nutricional nos vegetais. Por fim, aborda-se o emprego de ectomicorrizas como uma provável alternativa viável para descontaminação de solos com a presença de metais pesados, como o encontrado neste estudo. Espera-se que dados encontrados subsidiem o planejamento de ações de monitoramento e mitigação de possíveis impactos nas áreas impactadas por tragédias ambientais decorrentes da atividade de mineração.

PALAVRAS-CHAVE: Minério de Ferro. Solo. Supressão de Vegetação.

SUMÁRIO

<u>INTRODUÇÃO</u>	11
<u>METODOLOGIA</u>	13
<u>Caracterização da pesquisa</u>	13
<u>Localização da barragem e áreas de estudo</u>	13
<u>Coleta e análise de dados e informações bibliográficas</u>	15
<i><u>Análise química de solo</u></i>	16
<u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	16
<u>Levantamento das espécies vegetais</u>	17
<u>Taxa de cobertura suprimida</u>	18
<i><u>Supressão primária</u></i>	19
<i><u>Supressão secundária</u></i>	19
<u>Proposições para redução de contaminação por excesso de ferro (Fe) no solo</u>	30
<u>CONSIDERAÇÕES FINAIS</u>	31
<u>REFERÊNCIAS</u>	32
<u>APÊNDICE A</u>	35
<u>APÊNDICE B</u>	40
<u>ANEXO A</u>	41

INTRODUÇÃO

A mineração é uma atividade mundial que emprega milhões de pessoas, sendo condicionante para grande parte da produção industrial, uma vez que os produtos da mineração são necessários para a produção de diversos setores, como a indústria e a construção civil. As quatro principais *commodities* de mineração que geram mais receita são: carvão, cobre, minério de ferro e ouro (PEREIRA *et al.*, 2021).

No Brasil, a mineração é uma das atividades econômicas mais importantes. No ano de 2000 o país era o segundo maior produtor mundial de minério de ferro, e em 2008 totalizou 351,2 milhões de toneladas, e no mesmo ano a produção atingiu 27,7 bilhões de reais (TONIETTO; SILVA, 2011).

A atividade minerária no Brasil representa importância crucial para a soberania nacional (FONTANELLI *et al.*, 2019) Esta atividade representa 4% do Produto Interno Bruto (PIB) e contribui com 25% do saldo comercial brasileiro, segundo o Ministério de Minase Energia. Segundo Tonietto; Silva (2011) a produção de minério de ferro no Brasil se desenvolve a céu aberto e a metade das minas de grande porte estão localizadas no estado de Minas Gerais (BERTOLLO,2021).

A atividade produtiva da mineração em Minas Gerais, mais especificamente na região do quadrilátero ferrífero, a partir das décadas finais do século XX e nesta primeira década do século XXI, se conforma a partir de um novo padrão de reprodução do capital, o padrão exportador, em contexto de mundialização do capital e sob o domínio cada vez mais expressivo das economias/nações imperialistas. Sob tais determinações, as atividades assumem o caráter extrativista e ganham relevância devido à sua ampliação e intensificação, conseqüentemente, aos elevados índices de superexploração da força de trabalho e destruição, violência e violações que geram.

Minas Gerais é marcado historicamente pelo processo de desenvolvimento da mineração. De acordo com Rezende (2016), o estado de Minas Gerais, faz toda honra ao seu nome, sendo um dos maiores estados produtores de minérios do Brasil. Este estado transformou-se em um cenário de rompimento de algumas barragens nos últimos anos (SANTOS *et al.*, 2021). Conseqüentemente o rompimento de barragem desencadeia perturbações ao meio ambiente, com alterações nas características físicas, química e microbiológica e perda da resiliência

do sítio do solo, o que torna as áreas de difícil recuperação. Estas áreas na maioria das vezes configuram ambientes sensíveis, importantes para a conservação da biodiversidade, dos recursos hídricos, da paisagem e manutenção dos serviços ecossistêmicos (AMARAL *et al.*, 2020). A Floresta Estacional Semidecidual se estende do município de Mariana, no estado de Minas Gerais, até o município de Cachoeiro do Itapemirim, no estado do Espírito Santo, onde se inicia o domínio da Floresta Ombrófila Densa, relatada como bastante fragmentada e em diversos estados de sucessão (IBAMA, 2015).

Na tarde do dia 05 de novembro de 2015, a barragem do Fundão, pertencente ao complexo minerário de Germano, de propriedade da Samarco Mineradora, localizada no subdistrito de Bento Rodrigues, município de Mariana/MG, se rompeu de modo repentino, despejando no ambiente um volume de 50 milhões de m³ de rejeitos de mineração. Deste total, 34 milhões de m³, após galgarem uma segunda a jusante, a barragem de Santarém, foram lançados na bacia hidrográfica do rio Doce. No total, 663,2 km de corpos hídricos foram diretamente impactados pelo desastre (PINTO-COELHO, 2015).

Segundo Boghossian *et al.* (2018), este desastre gerou consequências socioambientais de grande magnitude, como: isolamento de áreas habitadas, desalojamento populacional daqueles que tiveram suas moradias destruídas, mortandade de animais domésticos, de produção e silvestres. Além de desmatamento, dificuldade de geração de energia elétrica pelas usinas atingidas, restrições à pesca, qualidade e quantidade na distribuição de água.

Os solos das áreas ciliares do Rio Doce, foram locais que receberam maior parte do rejeito, dois pontos ao longo dessas áreas foram selecionados para coletas, o Parque estadual do Rio Doce e áreas ciliares no município de Periquito-MG, para coleta e avaliação das condições do solo e conseqüentemente a supressão da vegetação. O parque é a primeira unidade de conservação criada no Estado de Minas Gerais e uma das primeiras do país, além de ser considerada a maior área contínua de mata atlântica preservada no Estado, detém rica biodiversidade e árvores centenárias (IEF-Instituto Estadual de Floresta).

Diante do contexto apresentado, se faz necessário esforços para produção e difusão de conhecimento científico que apresente dados atuais desta tragédia, bem como, que subsidie o planejamento de ações de monitoramento e mitigação de possíveis impactos no solo e vegetação.

Portanto, o presente estudo objetivou contribuir com a identificação das causas e dos impactos da supressão de algumas espécies vegetais em áreas atingidas pelo derramamento da barragem do Fundão em Mariana-MG e propor soluções para recuperação e/ou restauração das áreas afetadas.

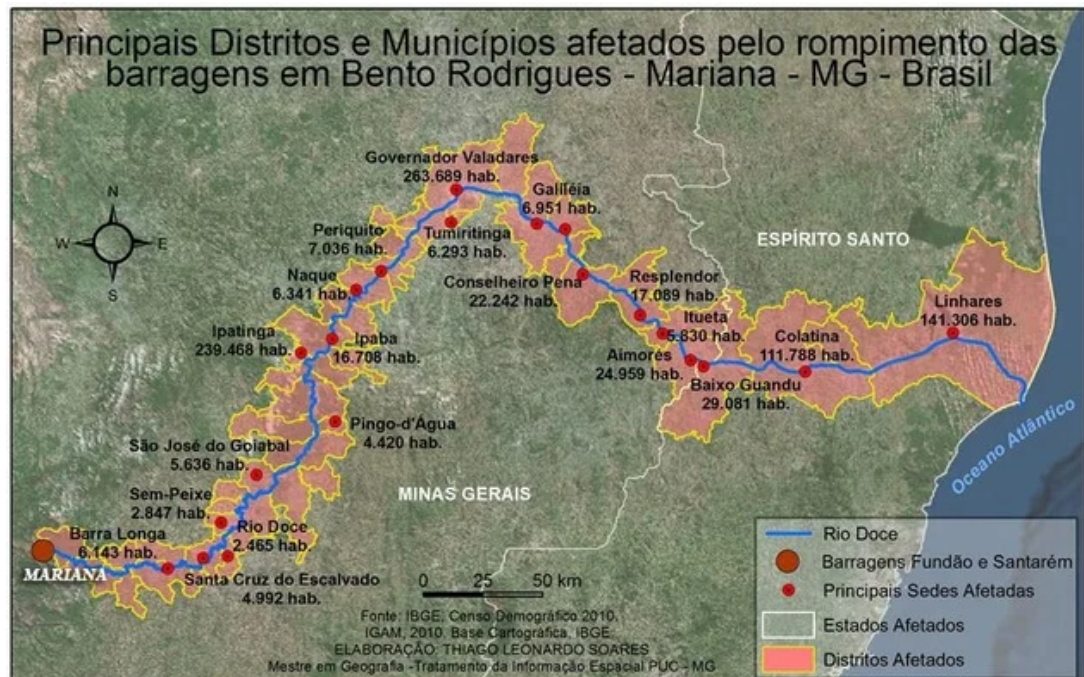
METODOLOGIA

Caracterização da pesquisa

Trata-se de um estudo básico, apropriado de dados qualitativos e quantitativos, que apresenta abordagem mista, composto pelos procedimentos técnicos de coleta de dados de revisão bibliográfica e análise de resultados laboratoriais. A supressão primária e secundária da vegetação foi levantada com base em dados já publicados. Alguns indicadores de contaminação foram resultantes das análises de solo realizadas em áreas atingidas (CASTRO *et al.*, 2008). O método de análise de solo em laboratório permite avaliar as condições químicas e físicas do solo atualmente que podem ser associados as causas de supressão da vegetação secundária e contribuir com um efetivo plano de restauração ou recuperação das áreas afetadas.

Localização da barragem e áreas de estudo

A área de ocorrência do derramamento está localizada no estado de Minas Gerais, inserida na bacia do Rio Doce pertencente à região hidrográfica do Atlântico Sudeste. A barragem do Fundão está localizada na cidade de Mariana, local onde aconteceu o rompimento da barragem no ano de 2015. O município de Mariana está situado na região metropolitana de Belo Horizonte.



O caminho da lama: do distrito de Mariana (MG) até a cidade de Linhares (ES)

A Barragem do Fundão fica localizada num anfiteatro erosivo apertado, nos sopés. Esta área é caracterizada como naturalmente instável, devido ao forte gradiente topográfico, em que se pode verificar cicatrizes de deslizamentos de grande magnitude que ocorrem em todas as encostas. Estas cicatrizes

denunciam que são fortemente influenciadas pelos cambissolos (solos rasos) dominantes na área (SCHAEFER *et al.*, 2015).

As áreas das coletas das amostras estão a aproximadamente 210 quilômetros do ponto inicial do derramamento da barragem, no Parque Estadual do Rio Doce.

O Parque Estadual do Rio Doce, está localizado no Vale do Rio doce, entre os municípios de Timóteo, Dionísio e Marliéria e em áreas ciliares do Rio Doce.

Os rios Doce e Piracicaba são os principais corpos d'água da região. E o principal bioma é a mata Atlântica, que adentra regiões com florestas altas e estratificadas, sendo possível encontrar o jequitibá, a garapa, o vinhático e a sapucaia. Também abriga espécies raras e ameaçadas de extinção tanto da flora como da fauna.

Áreas ciliares do Rio Doce adotadas neste estudo estão localizadas no município de Periquito-MG, cidade de Estado do Minas Gerais. O município se estende por 228,9 km² e possui cerca de 7.000 habitantes (IBGE, 2021).

A densidade demográfica é de 29,7 habitantes por km² no território do município. Situado a 237 metros de altitude, Periquito tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 19° 8' 42" Sul, Longitude: 42° 13' 46" Oeste.



Coleta e análise de dados e informações bibliográficas

A revisão bibliográfica ocorreu nos meses de abril a julho do ano de 2021, com a finalidade de criar um banco de dados e informações provenientes de artigos científicos, e demais documentos que embasem a discussão a respeito da supressão vegetal primária e secundária em solos contaminados por rejeitos provenientes da atividade de mineração, após o derramamento da barragem do Fundão em Mariana-MG, no ano de 2015.

As pesquisas de artigos científicos foram realizadas em bancos de dados da Scielo (*Scientific Electronic Library Online*) e Portal de periódicos da Capes, a partir dos termos: Supressão de vegetação, Mineração em Minas Gerais e Barragem do Fundão. Outras fontes de informações foram buscadas nos repositórios das universidades de Minas Gerais e no site da Fundação Renova e do Governo Federal. Foram encontrados laudos técnicos, artigos, e informações sobre a reparação. Não houve limitação quanto ao ano de publicação, principalmente quanto a vegetação da área de derramamento antes do acontecimento.

Os documentos obtidos foram listados e estão apresentados em um quadro

(APÊNDICE A e B), com informações sobre os autores, título e objetivo do artigo científico, quando o mesmo contemplava a temática de estudo. A partir da leitura dos artigos científicos, laudo técnico do IBAMA, e demais publicações foram extraídas as informações a respeito dos impactos ambientais decorrentes da supressão da vegetação ocasionado pelo derramamento da barragem de rejeito. Os materiais obtidos a partir da busca foram utilizados para compor a discussão e os resultados do trabalho supracitado.

Análise química de solo

As coletas de amostras de solo para análise química ocorreram nos meses de março e junho de 2022, no Parque Estadual do Rio Doce e áreas de matas ciliares do Rio Doce em Periquito-MG onde houve contaminação por rejeito, visto que o Rio Doce foi o curso de água responsável por transportar o rejeito até o mar, portanto, atingindo a áreas de matas no seu entorno.

As amostras foram coletadas em áreas atingidas e georreferenciadas utilizando o aplicativo Google Earth Pro para celular, disponível no aplicativo Google Play Store de forma gratuita.

As amostras para caracterização química do solo e identificação de alterações com fins de levantamento de dados que permitam associar supressão a poluição do solo aconteceu em um transecto linear.

Foram coletadas amostras em ziguezague, nas áreas ciliares do Rio Doce, no Parque Estadual do Rio Doce e em áreas do município de Periquito- MG. Em cada gleba foi extraída cinco amostras simples nas profundidades de

20 cm e 40 cm, posteriormente misturadas para formar duas amostras compostas, uma para cada profundidade.

As análises foram encaminhadas para laboratório LABSOLO (Laboratório de análise de solo e materiais vegetais), localizado no município de Manhuaçu –MG, para realização das análises químicas e físicas. A determinação dos teores de ferro foi através do método de Mehlich-1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Levantamento das espécies vegetais

A mata atlântica é considerada a segunda maior floresta em extensão no Brasil, com uma diversidade de espécies vegetais aproximando a vinte mil. Segundo o laudo técnico do IBAMA (2015), com o derramamento da barragem do Fundão três espécies se encontram ameaçadas e em categoria vulnerável, estas espécies são: braúna, palmito e o jacarandá cabiúna (Quadro 1).

Quadro 1. Nome popular, família e nome científico das espécies em categoria vulnerável.

ESPÉCIES AMEAÇADAS EM CATEGORIA VULNERAVEL (ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO DERRAMAMENTO DA BARRAGEM)		
NOME POPULAR	FAMILIA	NOME CIENTÍFICO
Jacarandá- cabiúna	Fabaceae	<i>Dalbergia nigra</i>
Braúna	Fabaceae	<i>Melanoxylon brauna</i>
Palmito	Palmeiras	<i>Euterpe edulis</i>

Fonte: Autora, 2022.

As espécies em categoria vulnerável são plantas nativas da mata atlântica, com características similares de altura. O Jacarandá é uma leguminosa de porte arbóreo com ocorrência na Floresta Ombrófila Densa, é uma espécie arbórea tropical de grande porte e ampla distribuição geográfica, apresentando várias nomenclaturas populares como paineira, paineira-rosa, paineira-branca, árvore-de-paina, dentre outras. Por se tratar de uma planta com crescimento rápido e com características ornamentais, principalmente na fase de florescimento, é muito utilizada para o paisagismo de áreas públicas (PACHECO *et al.*, 2013).

A Braúna possui Altura de 15-25m, com tronco de 40-80 cm de diâmetro folhas compostas imparipinadas com 15-29 folíolos opostos e glabros, de 4-7 cm de comprimento. Planta semidecídua heliófila ou de luz difusa, característica da mata pluvial atlântica (LORENZI, 1998). É particularmente frequente no sul da Bahia e norte do Espírito Santo. Prefere encostas e topos de morros onde a drenagem é

rápida. Apesar de ser planta de floresta primária, pode ser frequentemente encontrada em formações secundárias mais desenvolvidas. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis (LORENZI, 1998).

O Palmito chega a uma altura de 10-20 m, com estipe (tronco) de 10-20cm de diâmetro, folhas em número de 20 contemporâneas de 1,0-1,5 cm de comprimento. Pouco cultivada e seriamente ameaçada de extinção, desenvolve-se bem em temperaturas tropicais entre 24 °C e 28 °C e é encontrada em áreas que se diferenciam consideravelmente quanto ao regime anual de chuvas, desde 1500 até 6000 mm (LORENZI, 1998).

O desenvolvimento dessas e outras espécies vegetais necessita de condições adequadas, principalmente no solo. Entretanto, conforme será visto a seguir, após a passagem do rejeito proveniente da mineração de ferro, o teor domicronutriente Fe se encontra elevado, que causasevera reduções no crescimento e na produtividade das plantas e absorção denutrientes (JUCOSKI *et al.*, 2016).

Taxa de cobertura suprimida

O laudo técnico do IBAMA (2015) afirma que o derramamento da barragem provocou a destruição de áreas de preservação permanente e vegetação nativa de Mata Atlântica.

Conforme Nota Técnica elaborada pelo Centro de Sensoriamento Remoto do IBAMA, o rompimento da barragem de Fundão causou a destruição de 1.469hectares ao longo de 77 km de cursos d'água, incluindo áreas de preservação permanente. Segundo Schaefer *et al.* (2015) toda essa paisagem foi rapidamente suprimida, e substituída por um sistema deposicional artificial, com forte carga sedimentar em curto prazo, suportada pelo barramento e pelas sucessivas elevações.

Após o derramamento da barragem do Fundão, o rejeito foi distribuído no ambiente de forma aleatória às margens dos rios que compõem a Bacia do rio doce até o estuário (SILVA *et al.*, 202). A composição do rejeito e o volume provenientes do derramamento da barragem da mineração de ferro foi responsável por suprimir vegetação. Segundo o laudo técnico do IBAMA, 2015, os rejeitos de mineração de ferro têm potencial para afetar o solo ao longo do tempo por se tratar de material inerte sem matéria orgânica, causando desestruturação química e afetando potencial Hidrogeniônico (pH) do solo.

A ausência de matéria orgânica no solo, reduz a atividade microbiana, responsável pela decomposição da matéria e controla o pH do solo, corrigindo a acidez para melhor desenvolvimento das plantas. Tal alteração dificultará a recuperação e o desenvolvimento de espécies que aliviam, podendo modificar, a médio e longo prazos, a vegetação local, com o estabelecimento de ecossistemas diferentes dos originais (IBAMA, 2015).

A taxa de vegetação suprimida foi classificada em primária e secundária, para a vegetação primária foi considerada aquela de arranque primário tendo por consequência o volume e a velocidade da lama composta de solo e rejeito. A supressão secundária leva em consideração os componentes do rejeito.

Supressão primária

O desastre em análise causou a devastação de matas ciliares remanescentes deixando-as em fragmentos/mosaicos. A lama de rejeito da exploração de minério de ferro imediatamente soterrou os indivíduos de menor porte do sub-bosque e suprimiu indivíduos arbóreos. Com o “arranque” de indivíduos arbóreos pela força da onda de lama de rejeitos e a sedimentação da lama sobre a serapilheira e seus bancos de sementes, as matas de galeria atingidas pelo desastre tiveram sua resiliência e processos de sucessão comprometidos (IBAMA, 2015). Para Da Silva *et al.* (2015), da vegetação perdidas 511,08 hectares foi de Mata Atlântica.

Supressão secundária

A mineração de ferro gera impactos no meio ambiente que vão desde a supressão de vegetação nativa e remoção de habitat de comunidades até alterações em escoamentos subterrâneos e na qualidade da água (MARTINE *et al.*, 2016). Silva *et al.* (2015), ressalta ainda que o sedimento de composição granulométrica com cerca de 90% de areia e silte e apenas 10% de argila, implicando em baixa capacidade de trocas catiónicas e, portanto, baixa fertilidade. O solo de baixa fertilidade pode impedir o crescimento vegetal, com alteração do processo bioquímico das plantas.

Quanto aos resultados das análises granulométrica em uma das áreas de coleta as condições físicas do solo são similares com composição do rejeito segundo

o laudo do IBAMA, com percentagens de areia acima de 90%. Para Centeno, (2017) os solos com textura arenosa apresentaram maiores deficiências de fósforo e matéria orgânica, isto ocorre, porque estes solos apresentam em média 70% de sua composição teores de areia, o que os tornam altamente permeáveis, com baixa capacidade de retenção de água, baixos teores de matéria orgânica e adsorção de íons, e como consequência a dificuldade do desenvolvimento de espécies vegetais.

Tabela 1. Características texturais dos solos.

Área ciliar do município de Periquito, Minas Gerais, coleta realizada em 28/03/2022		
Determinações	20 CM (Profundidade)	20 CM (Profundidade)
% Areia	59	65
% Argila	16	22
% Silte	25	13
Área ciliar do Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, coleta realizada em 04/06/2022		
Determinações	20 CM (Profundidade)	40 CM (Profundidade)
% Areia	94,8	97,2
% Argila	3,2	0,4
% Silte	2,0	2,4

Fonte: Autora, 2022.

De acordo com o resultado da análise granulométrica, o solo da área ciliar do município de Periquito-MG, é um solo do tipo 2 conforme a capacidade de retenção de água (DE ALBURQUERQUE; DURÃES, 2008), ou seja, é um solo de textura média, pois o teor de argila se encontra entre 15 e 35%. Solos de textura média são solos intermediários aos solos arenosos e argilosos, ideais para o cultivo agrícola, uma vez que apresentam características desejáveis, como capacidade de retenção de nutrientes, fixação e sustentação de raízes, retenção e umidade de nutrientes e lixiviação, infiltração de água e aeração. Nas duas profundidades podemos considerar os tipos de solos de textura, média. No que se refere a classe de textura do solo, obtida através de utilização do triângulo textural, as camadas de 0-20 cm de a de 20-40 se enquadram em diferentes classes: franco argiloso arenosa e franco

arenoso respectivamente.

Já os solos das áreas ciliares do Parque Estadual do Rio Doce, em minas gerais, de acordo com o resultado das análises de solo, são considerados solos arenosos, com o percentual de areia 94,8% e 97%, em virtude da constituição predominante arenosa e de baixa retenção de água, estes solos apresentam baixa capacidade de água disponível, ou seja, pequena quantidade de água armazenada e disponível para as plantas, geralmente esses solos apresentam capacidade de troca catiónica (CTC) baixa ou muito baixa (ANDRADE *et al.*, 1992).

As análises de solo consideraram os teores de ferro presente no solo, que conforme o último laudo do IBAMA emitido em 2014 o óxido de ferro e a sílica eram os principais componentes do rejeito acondicionado nas barragens do Fundão e Germano antes do derramamento. O alto teor de ferro em excesso ocasiona danos a vegetação.

Tabela 2. Características químicas do solo, área ciliar do Rio Doce do município de Periquito, Minas Gerais, coleta realizada em 28/03/2022.

DETERMINAÇÕES	UNIDADE	VALOR	INTERPRETAÇÃO	VALOR	INTERPRETAÇÃO
pH em água	-	5,70	Acidez média/adequada	5,83	Acidez média/adequada
pH CaCl ₂	-	-	-	-	-
pH em KCL	-	-	-	-	-
P	mg/dm ³	16,8	Médio	11,6	Alto
K ₊	mg/dm ³	53	Baixo	60	Médio
Ca ₂₊	cmolc/dm ³	2,84	Médio	1,93	Médio
Mg ₂₊	cmolc/dm ³	0,48	Baixo	0,35	Baixo
Al ₃₊	cmolc/dm ³	0,0	Baixo	0,0	Baixo
H	cmolc/dm ³	1,4	Baixo	1,3	Baixo
H+Al	cmolc/dm ³	1,4	Baixo	1,3	Baixo
SB	cmolc/dm ³	3,5	Média	2,4	Médio
t	cmolc/dm ³	3,5	Médio	2,4	Baixo
T	cmolc/dm ³	4,8	Médio	3,8	Baixo
V	%	71,6	Alta	64,5	Médio
%m	%	0,0	Baixa (não prejudicial)	0,0	Baixa (não prejudicial)
MO	dag/Kg	1,75	Médio	1,43	Baixo
Prem	mg/L	36,2	Média retenção de	18,4	Maior retenção de

			p pelo solo		p no solo
Zn	mg/dm³	2,9	Alto	2,5	Alto
Fe	mg/dm³	155,0	Alto	156,0	Alto
Mn	mg/dm³	69,3	Alto	65,4	Alto
Cu	mg/dm³	1,2	Médio	1,2	Médio
B	mg/dm³	0,25	Baixo	0,25	Baixo
S	mg/dm³	4,4	Baixo	4,0	Baixo
K	% de	2,8	-	4,1	-
Ca	% de	58,8	-	51,1	-
Mg	% de	10,0	-	9,3	-
H	% de	28,4	-	35,5	-
Al	% de	0,0	-	0,0	-
Ca/Mg	-	5,9	-	5,5	-
Ca/K	-	20,9	-	12,6	-
Mg/K	-	3,6	-	2,3	-

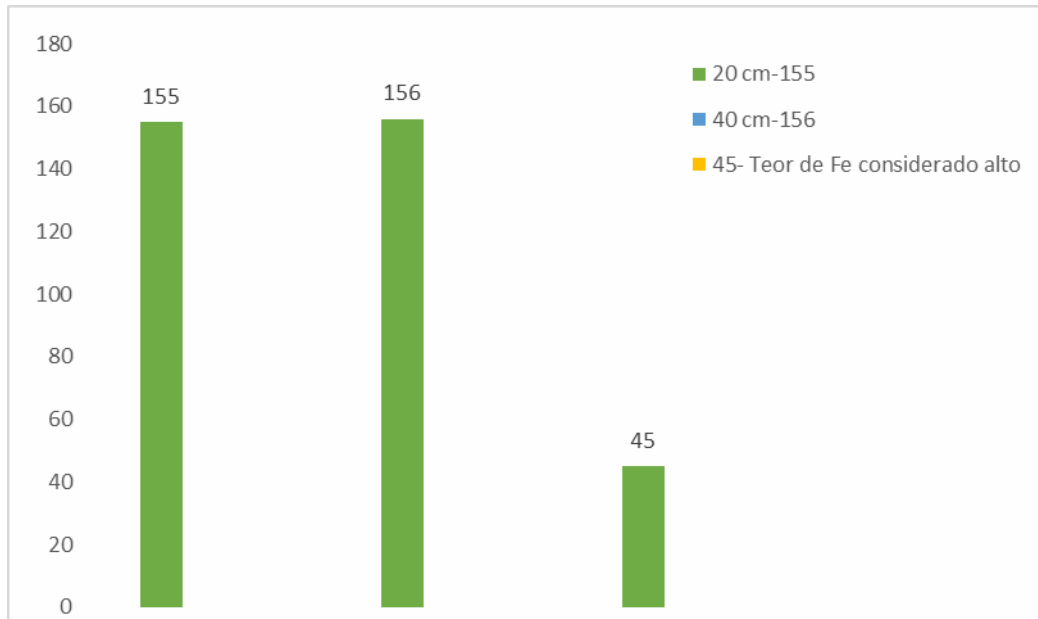
Tabela 3. Características químicas do solo, área ciliar do Parque Estadual do Rio Doce, MinasGerais, coleta realizada em 04/06/2022.

DETERMINAÇÕES	UNIDADE	VALOR	INTERPRETAÇÃO	VALOR	INTERPRETAÇÃO
pH em água	-	5,20	Acidez média/adequada	5,48	Acidez média/adequada
pH CaCl₂	-	-	-	-	-
pH em KCL	-	-	-	-	-
P	mg/dm³	6,0	Médio	3,4	Baixo
K₊	mg/dm³	34	Baixo	26	Baixo
Ca₂₊	cmolc/dm³	0,55	Baixo	0,34	Baixo
Mg₂₊	cmolc/dm³	0,28	Baixo	0,22	Baixo
Al₃₊	cmolc/dm³	0,10	Baixo	0,10	Baixo
H	cmolc/dm³	1,2	Baixo	1,2	Baixo
H+Al	cmolc/dm³	1,3	Baixo	1,3	Baixo
SB	cmolc/dm³	0,9	Baixo	0,6	Baixo
t	cmolc/dm³	1,0	Baixo	0,7	Baixo

T	cmolc/dm³	2,3	Baixo	2,0	Baixo
V	%	40,7	Baixo	32,0	Baixo
%m	%	9,8	Baixo	13,7	Baixo
MO	dag/Kg	0,14	Baixo	0,14	Baixo
Prem	mg/L	44,8	Média retenção de p pelo solo	49,1	Média retenção de p pelo solo
Zn	mg/dm³	0,6	Baixo	0,6	Baixo
Fe	mg/dm³	152,9	Alto	105,1	Alto
Mn	mg/dm³	23,1	Alto	17,4	Alto
Cu	mg/dm³	0,7	Baixo	0,4	Baixo
B	mg/dm³	0,9	Alto	0,9	Alto
S	mg/dm³	10,5	Alto	7,1	Médio
K	% de	3,8	-	3,4	-
Ca	% de	24,3	-	17,2	-
Mg	% de	12,5	-	11,4	-
H	% de	54,9	-	62,9	-
Al	% de	4,4	-	5,1	-
Ca/Mg	-	1,9	-	1,5	-
Ca/K	-	6,3	-	5,1	-
Mg/K	-	3,3	-	3,4	-

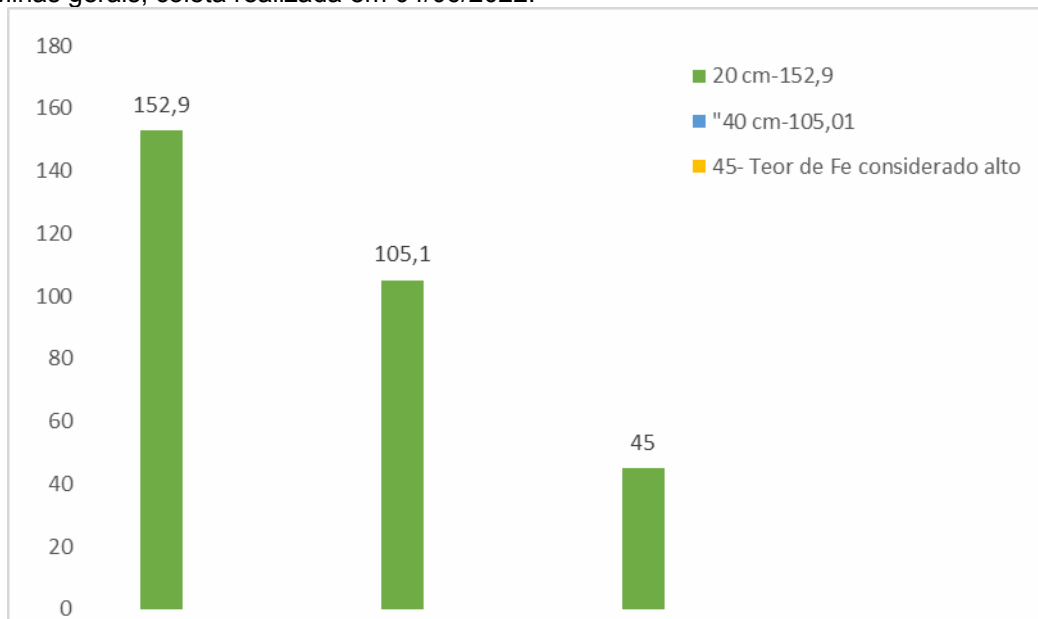
Nas áreas ciliares do município de Periquito-MG, os teores de ferro (Fe) nas duas profundidades estão 2,4 vezes a mais do que é considerado alto, a variação entre as profundidades 20 centímetros para 40 centímetros foi de 0,65% a mais.

Gráfico 1. Concentração de ferro nas áreas ciliares do Rio Doce, no município de Periquito-MG, coleta realizada em 28/03/2022.



Fonte: Autor, 2022.

Gráfico 2. Concentração de ferro nas áreas ciliares do Rio Doce, no Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, coleta realizada em 04/06/2022.



Fonte: Autor, 2022.

Nas áreas ciliares do Município de Periquito (gráfico 1), os teores de ferro(Fe) não tiveram variações consideráveis entre as duas profundidades analisadas, mas os teores identificados encontram-se 2,4 vezes maiores do que é considerado alto (>45).

Nas áreas ciliares do Parque Estadual do Rio Doce (gráfico 2), os teores de ferro (Fe) tiveram uma variação entre profundidades. na camada superficial o teor

de ferro está 2,3 vezes maior do que é considerado alto. Na segunda profundidade (40 centímetros) o teor de ferro (Fe) está 1,3 vezes maior do que é considerado alto. A variação entre as profundidades analisadas foi de 31,26

%. Segundo Prezotti; Guarçoni (2013), valores maiores que 45 por mg/dm³ são classificados como alto. Portanto, os resultados das análises de solo indicam alta concentração de Fe nos solos em estudados.

O ferro (Fe) embora seja um micronutriente essencial para o desenvolvimento das plantas, quando submetidas a concentrações de elevadas de ferro, absorvem e acumulam grandes quantidades deste elemento em seus tecidos, e exibem sintomas típicos de toxidez e desequilíbrio na absorção de outros minerais (JUCOSKI *et al.*, 2016). No solo, quando em excesso, esse elemento pode impedir o crescimento vegetal bloqueando moléculas como transportadores e enzimas (ALEXANDRE, 2012).

O pH indica a acidez ativa, ou seja, a concentração de íon H⁺ presentes na solução do solo. Essa escala varia de 0 a 14 e o valor é um indicativo da fertilidade atual do solo, pois fornece informações acerca da toxidez ou não do alumínio presente; o nível de solubilidade dos macros e micronutrientes e da atividade microbiótica do solo (PREZOTTI & GUARÇONI, 2013). Os valores de pH indicado nas análises de solo são considerados adequados, uma vez que se encontra entre 5,5 e 6,5. Esses valores indicam que a maior parte do boro presente está disponível para as plantas e os demais micronutrientes estão numa disponibilidade intermediária. Essa faixa de pH é a ideal para a maioria das culturas agrícolas (PREZOTTI & GUARÇONI, 2013; SOUZA & LOBATO, 2004).

É possível observar que de acordo os resultados das análises de solo a variação na disponibilidade de nutrientes no solo. De acordo com os valores obtidos nas análises, os solos apresentam acidez média, os valores estão entre 5,0 e 5,9. A redução do pH do solo diminui a disponibilidade dos micronutrientes e dos macronutrientes, o pH do solo considerado adequado para o crescimento e desenvolvimento das plantas situa-se entre 6,0 e 6,5. Nessa faixa de pH não há predominância de Al³⁺ (forma tóxica) e há boa disponibilidade de nutrientes (PREZOTTI; GUARÇONI, 2013).

O Fósforo Disponível (P) e o Fósforo remanescente (Prem). O Fósforo disponível é indicado na amostra de solo pelo extrator Mehlich-1. O extrator em questão não quantifica o total do nutriente fósforo (P) que está presente no solo, mas

sim a resposta à uma adubação fosfatada, se ela é baixa, média ou alta, em função da classe de disponibilidade. Valores altos na amostra indicam que há baixa probabilidade de resposta das culturas a uma adubação fosfatada, já valores baixos na amostra indicam que há a necessidade de aplicação de fósforo para que ocorra um bom desenvolvimento das plantas e conseqüentemente uma boa produção (PREZOTTI; GUARÇONI, 2013).

Já o Fósforo remanescente, ainda segundo os autores, mede a capacidade do solo de adsorver o fósforo presente no solo. Essa capacidade é influenciada pela textura, sendo maior em solos de textura argilosa e menor em solos de textura arenosa. Portanto, o Prem também é um indicativo da textura do solo. O valor de Prem indicado na amostra de solo na camada de 0 a 20 cm (36,2 mg/L) corrobora para a inferência estimativa de uma textura média, assim como indicou a análise granulométrica.

O valor do Fósforo disponível na camada de 0 a 20 cm (16,8 mg/dm³), determinado pelo extrator Mehlich-1, é médio e indica que a disponibilidade do fósforo atual satisfaz a demanda para grande parte das culturas perenes, como árvores nativas e frutíferas exóticas, no entanto, limita o crescimento de culturas anuais e hortaliças, que demandam de uma maior quantidade do nutriente no solo.

O Potássio disponível (K) se refere a quantidade do nutriente que se encontra prontamente disponível para a absorção das plantas em um curto espaço de tempo. Os níveis de potássio disponível na solução do solo nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm são avaliados como baixo e médio respectivamente, considerando a exigência de culturas perenes. Por se tratar de um nutriente mais móvel no solo, quando comparado ao fósforo por exemplo, a capacidade de trocas catiônicas (CTC) influencia nas perdas de potássio por lixiviação. Quanto menor a CTC potencial (T) do solo, maiores são as perdas do potássio por lixiviação. Solos com CTC potencial menor do que 4,0 cmolc/dm³ tem grande potencial de perda deste nutriente (SOUZA & LOBATO, 2004). Nas camadas de 0-20 cm e de 20-40 cm, os valores de T são de 4,8 e 3,8 respectivamente, indicando um potencial considerável de perda de potássio por lixiviação, principalmente nas camadas mais profundas.

O valor de Cálcio (Ca) é considerado médio, tanto na camada de 0-20 cm quanto na camada de 20-40. Já o valor de Magnésio (Mg) é considerado baixo em ambas as camadas amostradas. Os nutrientes em questão são responsáveis pela maior ou menor fertilidade do solo, por sua maior ocupação da CTC e são facilmente

removíveis do perfil em solos com atividade bioclimática mais intensa (PREZOTTI & GUARÇONI, 2013; SOUZA & LOBATO, 2004), como é o caso do solo estudado.

A acidez trocável é baixa nas duas camadas de solo amostradas, o que é considerado bom, pois mede o teor de alumínio na forma iônica (Al^{3+}), que é tóxica às plantas. Esse valor é influenciado pelo pH do solo, visto que todos eles possuem alumínio, diferenciando-se pela forma em que o alumínio se encontra. O valor da amostra indica que todo o alumínio presente no solo está na forma insolúvel ($Al(OH)_3$), que não é tóxica para as plantas. Já a acidez potencial também é considerada baixa, o que é comum em solos mais pobres em matéria orgânica e pH intermediários a altos. A Soma de bases (B), que corresponde ao somatório das bases trocáveis potássio (K), Sódio (Na), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), é considerada média em ambas as camadas amostradas do solo (PREZOTTI & GUARÇONI, 2013).

A CTC efetiva, que indica a quantidade de cargas negativas ocupadas com os cátions trocáveis do solo, é considerada média na camada superior do solo e baixa na camada inferior. O mesmo se percebe com relação à CTC total, o valor é médio na camada superior e baixa na camada inferior, o que indica que o potencial produtivo do solo é mediano a baixo. Tais valores são comuns em solos menos argilosos e de baixa matéria orgânica, como o solo estudado (PREZOTTI & GUARÇONI, 2013; SOUZA & LOBATO, 2004).

A saturação por bases (V) é um indicativo da fertilidade do solo e nas amostras analisadas é considerada alta na camada de 0-20 cm e média na camada de 20-40 cm, o que indicaria uma alta fertilidade na camada superior e média na camada inferior. No entanto, cabe ressaltar que esse valor é relativo, pois solos que apresentam CTC total baixa e baixos teores de Ca e Mg, o que é muito comum em solos arenosos, podem apresentar um valor de saturação por bases médio a elevado, o que é o caso da amostra estudada, visto que a CTC é um valor médio, muito próximo do que é considerado baixo e os teores de Ca e Mg são médios e baixos respectivamente. Nesse caso, a saturação por bases elevada dá uma falsa indicação de fertilidade elevada. Em função do pH em níveis adequados, que favorece a acidez trocável baixa em ambas as camadas de solo amostradas, a saturação por alumínio (m) é interpretada como baixa. Tal atributo é bastante desejável, pois a presença de Al^{3+} dificulta o crescimento e desenvolvimento das plantas (PREZOTTI & GUARÇONI, 2013).

A matéria orgânica do solo é formada pela decomposição de resíduos orgânicos e é outro grande indicativo do potencial produtivo de um solo, uma vez que solos com maior teor de MO apresentam uma CTC total mais elevada, o que lhe confere uma maior capacidade de fornecer nutrientes para as plantas superiores. Por se tratar da principal fonte de nitrogênio do solo, é também um indicativo do nível dos teores desse nutriente, visto que ainda não foi possível criar um método para estimar a disponibilidade de N no solo. Nas amostras do solo estudado, a matéria orgânica é média na camada de 0-20 cm e baixa na camada de 20-40 cm (PREZOTTI & GUARÇONI, 2013; SOUZA & LOBATO, 2004).

O Enxofre (S) é considerado baixo em ambas as camadas amostradas do solo, sendo levemente maior na camada inferior, de 20-40 cm, o que se justifica pela sua característica de ser facilmente lixiviado no perfil do solo, em função da precipitação pluviométrica. Assim como o nitrogênio, a principal fonte de enxofre para o solo é a matéria orgânica, através de sua mineralização (PREZOTTI & GUARÇONI, 2013).

Com relação aos micronutrientes, o Boro (B) está baixo em ambas as camadas amostradas, o que é perfeitamente compreensível, visto que se trata de um nutriente facilmente lixiviado em solos arenosos e com matéria orgânica e CTC baixa. O Cobre (Cu) se encontra em níveis médios. A deficiência de cobre é mais comum em solos orgânicos, em função da formação de complexos estáveis, que indisponibilizam o Cobre para as plantas. Vale lembrar que o nutriente também é facilmente lixiviado em solos arenosos. O Zinco (Zn) é um nutriente que é retido com muita força pelas argilas do solo, o que faz com que sua deficiência seja mais comum em solos argilosos. Provavelmente por se tratar de um solo arenoso, a disponibilidade deste nutriente no solo é considerada alta, num teor bem próximo ao que o nutriente começa a ser considerado alto (PREZOTTI & GUARÇONI, 2013).

Já o Ferro (Fe) e o Manganês (Mn) são considerados altos e estão com teores bem acima daqueles em que começam a ser considerados altos. Os teores de Fe nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm são de 155 mg/dm³ e 156 mg/dm³ respectivamente, enquanto o nível em que o nutriente começa a ser considerado alto é de 45 mg/dm³. O Manganês, por sua vez apresenta teores de 69,3 mg/dm³ e 65,4 mg/dm³ nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm respectivamente, enquanto o nível em que o nutriente começa a ser interpretado como alto é o de 12 mg/dm³ (PREZOTTI & GUARÇONI, 2013; SOUZA & LOBATO, 2004). Tais observações também foram

feitas por Oliveira et al. (2017), que comparou análises de metais em solos antes e depois da chegada do rejeito na foz do Rio Doce. Os autores identificaram aumentos nas concentrações de Cromo em 5 vezes, na de Ferro e Alumínio em 3 vezes e na de Zinco e Bário em 2 vezes. Guerra et al. (2017) observaram níveis mais altos de Arsênio em até 3,33 vezes, Manganês em até 4,96 vezes, Vanádio em até 1,36 vezes e Zinco em até 1,53 vezes, comparando amostras de solo coletadas após o rompimento da barragem com valores de referência para o Estado de Minas Gerais.

A baixa disponibilidade de matéria orgânica nas duas áreas de coleta de amostras de solo é um indicativo do baixo potencial produtivo, segundo PREZOTTI; GUARÇONI, 2013, o teor de matéria orgânica do solo é um indicativo do seu potencial produtivo, pois solos com maior teor de MO apresentam maiores valores de T e maior capacidade de fornecimento de nutrientes às plantas, quando comparados a solos com menores teores de MO. Com maior teor de matéria orgânica, os solos apresentam uma CTC total mais elevada, o que lhe confere uma maior capacidade de fornecer nutrientes para as plantas superiores, por se tratar da principal fonte de nitrogênio do solo.

Proposições para redução de contaminação por excesso de ferro (Fe) no solo

Por se tratar de uma extensão grande de área impactada, onde as medidas de mitigação necessitam serem aplicadas e além da aplicação, a eficiência dos resultados das técnicas utilizadas é um fator importante.

O uso de ectomicorrizas em estudos relacionados à tolerância a metais pesados tem se mostrado uma alternativa eficiente para a recuperação de áreas contaminadas, pois estas são constituídas por uma relação mutualística entre fungos presentes no solo e raízes de plantas, conferindo a planta uma maior tolerância a presença de metais pesados no solo, devido a imobilização destes no micélio fúngico, (ALEXANDRE, 2012). Além disso, a associação micorrízica aumenta a produção de biomassa vegetal que é um fator indispensável para que ocorra a fitorremediação dos solos. Desta forma a micorriza torna essa técnica viável. Sendo assim, a realização de estudos sobre a influência das micorrizas na recuperação de áreas contaminadas faz-se necessário, visto que estas desempenham papel fundamental no ecossistema solo (ALEXANDRE, 2012).

Para Junior *et al.*, (2021), as ectomicorrizas ocorrem principalmente em plantas de interesse florestal, altera a morfologia das raízes laterais, forma tipicamente um manto espesso de hifas externamente e internamente nos espaços

intercelulares.

A fitorremediação é uma forma de remediação in-situ bastante viável, as técnicas de remediação in situ são aquelas em que não há necessidade de remoção do material, sendo esta realizada no próprio local contaminado, (COUTINHO et al.2015). Pois possui um baixo custo e não agride o meio ambiente (NASCIMENTO; XING, 2006). Dentre as formas de fitorremediação, a fitoextração tem sido a mais utilizada, a qual consiste na capacidade das plantas de retirar os metais do solo e translocá-los as suas partes aéreas reduzindo a concentração de metais no solo em um prazo de tempo razoável (KHAN *et al.*, 2000).

Esta remediação é potencializada quando realizada juntamente com a simbiose entre plantas e fungos (micorrizas) propicia um aumento da aérea radicular e de massa vegetal, conferindo um aumento na capacidade extratora das plantas (SILVA *et al.*, 2006). Os fungos ectomicorrízicos também auxiliam na revegetação e na restauração da estrutura do solo destas aéreas impactadas (RAY *et al.*, 2005), pois estes auxiliam as plantas a se estabelecerem e crescerem em condições de estresse e promovem a bioestabilização destes elementos tóxicos no solo (GONZÁLEZ-CHÁVEZ, 2005). Estes fungos utilizam mecanismos que atuam na tolerância aos metais pesados, como os processos externos as hifas, podendo citar a precipitação dos mesmos, a ligação a polímeros da parede celular como a quitina e os pigmentos (melanina) e os processos que ocorrem dentro das células, como a complexação dos metais (GRAZZIOTTI *et al.*, 2001). Diversos estudos demonstram a capacidade da fitorremediação de metais, aliado a associação micorrízica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após 7 anos do vazamento da barragem do Fundão os impactos no solo ainda são presentes. Os teores elevados de ferro observados demonstram que após a passagem do rejeito houve uma modificação nas condições químicas do solo e conseqüentemente na disponibilidade de nutrientes para as espécies vegetais. A regeneração e sobrevivência da vegetação, depende das condições do solo. Uma alternativa para amenizar tais efeitos pode ser o uso de ectomicorrizas.

Por se tratar de centenas de hectares distribuídos ao longo do Rio Doce, o trabalho de recuperação dessas áreas é longo e exige a mobilização de atores ao longo da bacia do Rio Doce, atuando efetivamente com medidas preventivas e

conservadoras principalmente das espécies já ameaçadas de extinção.

REFERÊNCIAS

ALBURQUERQUE, P. E. P.; DURÃES, F. O. M. **Uso e Manejo de Irrigação**. 1ª ed. Brasília – DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

ALEXANDRE, J. R. *et al.* Zinco e ferro: de micronutrientes a contaminantes dosolo. **Natureza on line**, v. 10, n. 1, p. 23-28, 2012.

AMARAL, W. G. *et al.* Correlação das espécies colonizadoras com o substratoem áreas abandonadas por mineração. **Ciência Florestal**, v. 30, p. 718-729, 2020.

ANDRADE, C.; FREITAS, J.; DA LUZ, L. R. Q. P. Características físico-hídricasde solos arenosos de tabuleiros litorâneos. In: **Embrapa Milho e Sorgo-Artigoem anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9., 1991, Natal. Anais... Fortaleza: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 1992. v. 1, t. 2, p. 1069-1096., 1992.

BERTOLLO, K. A mineração extrativista em Minas Gerais:“ai, antes fosse mais leve a carga”. **Revista Katálysis**, v. 24, p. 459-469, 2021.

BOGHOSSIAN, M. VICTAL, J. Paisagem no Vale do Rio Doce: consequências do desastre ambiental. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**. N. 20, p. 1-22,2018.

CASTRO, S. S. **Micromorfologia de solos: bases para descrição de lâminas delgadas**. 2. ed. Campinas: Unicamp; Goiânia: UFG, 2008. 135 p.

CENTENO, L. N. *et al.* Textura do solo: conceitos e aplicações em solos arenosos. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, v. 4, n. 1, p.31-37, 2017.

COUTINHO, P. W. R. *et al.* Alternativas de remediação e descontaminação de solos: biorremediação e fitorremediação. **Nucleus**, v. 12, n. 1, p. 59-68, 2015.

FISCHER, G. Minério de ferro, geologia econômica e redes de expertsentreWisconsin e Minas Gerais, 1881-1914. **História, Ciências, Saúde- Manguinhos**, v. 21, p. 247-262, 2014.

FONSECA, G. A. B. "Impactos antrópicos e biodiversidade terrestre. In: PAULA, J. A. *et al.* **Biodiversidade, população e economia: uma região de mata atlântica [Biodiversity, Population, and Economy: a region of atlanticforest]**. Livros editados pelo Cedeplar-UFMG [Books edited by Cedeplar- UFMG], 1997. Cap. 9, p. 455-468.

GRAZZIOTTI, P.H.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F.M.; CARVALHO, D. Efeito de Zn, Cd e Cu no comportamento de fungos ectomicorrizicos em meio decultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 25: 831-837. 2001.

GONZÁLEZ-CHÁVEZ M.C.A. Recuperación de suelos contaminados com metales pesados utilizando plantas y microorganismos rizosféricos. **TERRALatinoamericana** 23: 29-37. 2005.

IBAMA. **INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE**. Laudo Técnico Preliminar: Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais. 2015.

JUCOSKI, G. de O.a *et al.* Excesso de ferro sobre o crescimento e a composição mineral em *Eugenia uniflora* L. **Revista Ciência Agronômica**, v.47, p. 720-728, 2016.

JÚNIOR, O. J. S.; DA SILVA, E. M. R. Micorriza arbuscular–Papel, funcionamento e aplicação da simbiose. **Miolo_Biota**, v. 12, n. 32, p. 101-150,2006.

KHAN, A. G.; KUEK, C.; CHAUDHRY, T.M.; KHOO, C.S.; HAYES, W. J. Role of plants, mycorrhizae and phytochelators in heavy metal contaminated land remediation. **Chemosphere** 41: 197-207. 2000.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantasarbóreas nativas do Brasil. Vol. 2 Editora Plantarum. **Nova Odessa, Brazil**,1998.

MARTINI, R. J. *et al.* Deposição de rejeitos de minério de ferro em reservatórios: uma aplicação do método GPR. **Revista Ambiente & Água**, v.11, p. 878-890, 2016.

NASCIMENTO, C. W. A.; XING, B. Phytoextraction: A review on enhanced metal availability and plant accumulation. **Scientia Agricola** 63: 299-311. 2006

PACHECO, F. V. *et al.* Crescimento inicial de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex. Benth.(Fabaceae) e *Chorisia speciosa* A. St.-Hil (Malvaceae) sob diferentesníveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 37, p. 945-953, 2013.

PEREIRA, A. C. M. *et al.* ATIVIDADE DE MINERAÇÃO, ESTADO E DIREITOS HUMANOS: UMA TRÍADE EM CONFLITO PERMANENTE?. In: **Congresso Internacional em Saúde**. 2021.

PINTO-COELHO, R. M. Existe governança das águas no Brasil? Estudo de caso: O rompimento da Barragem de Fundão, Mariana (MG). **Arquivos do Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG**, v. 24, n. 1-2, 2015.

PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, M. A. **Guia de interpretação de análise desolo e foliar**. Vitória-ES: Incaper, 2013.

RAY, P.; TIWARI, R, GANGI REDDY, U.; ADHOLEYA, A. Detecting the heavy metal tolerance level in ectomycorrhizal fungi in vitro. **World Journal of Microbiology and Biotechnology** 21: 309-315. 2005.

REZENDE, V. L. A mineração em Minas Gerais: uma análise de sua expansão e os impactos ambientais e sociais causados por décadas de exploração. **Sociedade & Natureza**, v. 28, p. 375-384, 2016.

SANTOS, M. A. de L.; SOL, N. A. A.; MODENA, C. M. Território e desterritorialização: o sofrimento social por desastre ambiental decorrente do rompimento de barragens de mineração. **Saúde em Debate**, v. 44, p. 262-271, 2021.

SCHAEFER, C. E. G. R. *et al.* Cenário histórico, quadro fisiográfico e estratégias para recuperação ambiental de Tecno solos nas áreas afetadas pelo rompimento da barragem do Fundão, Mariana, MG. **Arquivos do Museu História Natural e Jardim Botânico da UFMG**, v. 24, n. 1-2, 2015.

SILVA, D. L.; FERREIRA, M. C.; SCOTTI, M. R. O maior desastre ambiental brasileiro: de Mariana (MG) a Regência (ES). **Arquivos do Museu História Natural e Jardim Botânico da UFMG**, v. 24, n. 1-2, 2015.

SOUZA, V.C.; SILVA, R.A; CARDOSO, G. D.; BARRETO A. F. Estudos sobre fungos micorrízicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 10: 612-618. 2006.

TONIETTO, Â.; SILVA, J. J. M. C. Valoração de danos nos casos de mineração de ferro no Brasil. **Revista brasileira de criminalística**, v. 1, n. 1, p. 31-38, 2011.

FONTANELLI, S.; LIMA, V. Análise de Domínio no contexto da mineração no Brasil Organização do Conhecimento responsável: promovendo sociedades democráticas e inclusivas, 2019.

Referencial bibliográfico por termos de busca e banco de dados

Supressão de vegetação, Mineração em Minas Gerais e Barragem do Fundão.

CAPES

Termo: Supressão de vegetação

Autores	Título	Objetivo	Periódico
Kiwonghi Bizawu; Thaís Aldred Iasbik;2018	Sustentabilidade na supressão de florestas para fins de mineração em área de domínio da Mata Atlântica	O presente artigo almeja avaliar a supressão de vegetação nativa em área de domínio da Mata Atlântica para fins de mineração é compatível com a sistemática do desenvolvimento sustentável no ordenamento brasileiro.	Artigo
Juliana Maria Ferreira de Souza; Diniz Aliny Aparecida dos reis; Fausto Weimar Acerbi; Junior Lucas Rezende Gomide; 2014	Detecção da expansão da área minerada no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais, no período de 1985 a 2011 através de técnicas de sensoriamento remoto	O objetivo deste estudo foi analisar a evolução da área minerada no Quadrilátero Ferrífero (QF), Minas Gerais, e quantificar a área coberta com vegetação florestal nativa que foi suprimida por esta atividade durante os últimos 26 anos.	Artigo
César Vinícius Mendes Nery; Adriana Aparecida Moreira; Fernando Hiago Souza Fernandes; Rodrigo Praes de Almeida, 2014	Utilização do modelo linear de mistura espectral e NDVI para avaliação do comportamento de área desmatada no município de Rio Pardo de Minas/ MG	O objetivo deste trabalho consiste no monitoramento do comportamento espectral de uma área desmatada no município de Rio Pardo de Minas ao longo de 15 meses, utilizando dados do sensor MODIS por meio da aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral comparado ao índice de vegetação (NDVI).	

Karla Campagnolo; Geraldo Lopes da Silveira; Alessandro Carvalho Miola; Regis Leandro Lopes da Silva, 2017	Área de preservação permanente de um rio e análise da legislação de proteção da vegetação nativa	Objetivou-se comparar a aplicação no NCF em faixa ciliar de rio, frente ao antigo Código, bem como a diferença entre os mesmos, em uma bacia tipicamente rural.	Artigo
Rachel Jardim Martini; Tathiana Rodrigues Caetano; Hersília de Andrade e Santos; Paulo Roberto Antunes Aranha, 2016	Deposição de rejeitos de minério de ferro em reservatórios: uma aplicação do método GPR	Este trabalho teve como objetivo a aplicação de uma técnica geofísica, conhecida como Radar de penetração (GPR), para definir a existência de padrões de sedimentação na subsuperfície do reservatório criado pela barragem de rejeito do Diogo, em Rio Piracicaba, Minas Gerais, Brasil.	Artigo

Termo: Mineração em Minas gerais

Autores	Título	Objetivo	Periódico
Georg Fischer; 2013	Minério de ferro, geologia econômica e redes de experts entre Wisconsin e Minas Gerais, 1881-1914	O artigo mostra a importância das negociações locais na incorporação do subsolo mineiro ao espaço global de mineração.	Artigo

Termo: Barragem do Fundão

Autores	Título	Objetivo	Periódico
Brigiti Bandini; Flávia Constantino da Vitória ; Elenice Rachid da Silva ; Josimar Ribeiro deAlmeida; 2019	Desastre Ambiental da Barragem de Fundão, Mg - Análise de Impactos Socioambientais	Neste trabalho foi feita uma busca bibliográfica dos principais impactos ambientais gerados pelo desastre, separados em três categorias de danos: ambiental, socioambiental e humano, bem como os planos de recuperação de cada um.	Artigo
Gabriella Ferreira da Silva; Marcus Vinícius Alves de Carvalho Carla Bernadete Madureira Cruz; 2018	Análise espaço temporal do desastreambiental em mariana-mg a partir das degeotecnologias	O objetivo deste trabalho foi avaliar a extensão do desastre ocorrido neste município por meio de técnicas de processamento digital deimagens.	Artigo
Carlos Alberto Dias; Alexandre Silvio Vieira da Costa; Gilvan Ramalho Guedes; Glauco Jose de Matos Umbelino; Leonardo Gomes de Sousa; Janete Higino Alves; Thamires Gabriele Macedo Silva;2018	Impactos do rompimento da barragem de Mariana na qualidade da água do rio Doce	X	Artigo

Marcela Boghossian; Jane Victal; 2018	Paisagem no Vale do Rio Doce: consequências do desastre ambiental	A análise teve como base o mapeamento geral do vale, o levantamento populacional, de parte do patrimônio Histórico e Ambiental, a comparação do IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) dos núcleos urbanos atingidos e a identificação das mesorregiões e microrregiões abrangidas, estudando a paisagem antes e depois do desastre nas cidades abastecidas pelo rio.	Artigo
---------------------------------------	---	--	--------

SCIELO

Termo: Supressão de vegetação

Autores	Título	Objetivo	Periódico
Roberto Varjabedian; 2010	Lei da Mata Atlântica: retrocesso ambiental	X	Revista

Termo: Mineração em Minas Gerais

Autores	Título	Objetivo	Periódico
Wander Gladson Amarall; Israel Marinho Pereirall; Evandro Luiz Mendonça; Machadoll; CristianySilva Amaralll; Múcio Magno de MeloFarnezilll	Correlação das espécies colonizadoras com o substrato em áreas abandonadas por mineração	objetivou-se no presente estudo correlacionar às espécies vegetais em três diferentes sítios de uma área de mineração de ouro abandonada há mais de cem anos.	Artigo

<p>Marcela Alves de Lima Santos; Núncio Antônio Araújo Sol; Celina Maria Modena; 2020</p>	<p>Território e desterritorialização: sofrimentos sociais e desastre ambiental decorrente do rompimento de barragens de mineração</p>	<p>O objetivo do estudo foi compreender o processo de desterritorialização nesse contexto, as implicações da perda desse locus social para a vida dos atingidos e para a construção de respostas e políticas públicas de saúde.</p>	
<p>Vanessa Leite Rezende; 2016</p>	<p>A mineração em Minas Gerais: uma análise de sua expansão e os impactos ambientais e sociais causados por décadas de exploração</p>	<p>O objetivo desse trabalho foi obter um panorama sobre a expansão da mineração e os impactos resultantes dessa atividade ao longo dos anos no estado. Os resultados mostraram que nas últimas décadas houve um grande aumento da expansão de minas no estado, bem como impactos ambientais e de saúde pública nas cidades que abrigam minerações mais antigas.</p>	<p>Artigo</p>

Referencial bibliográfico por termos de busca e banco de dados das universidades e organizações nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

Supressão de vegetação, Mineração em Minas Gerais e Barragem do Fundão.

Autores	Título	Instituição	Periódico
Ricardo Motta Pinto-Coelho; 2015	Existe governança das águas no Brasil? Estudo de caso: O rompimento da Barragem de Fundão, Mariana (MG)	Universidade Federal de Minas Gerais	Artigo
Carlos Ernesto G. Reynaud Schaefer; Eliana Elizabet dos Santos; Caetano Marciano de Souza; José Damato Neto; Elpídio Inácio Fernandes Filho; Caroline Delpupo; 2015	Cenário histórico, quadro fisiográfico e estratégias para recuperação ambiental de Tecnosolos nas áreas afetadas pelo rompimento da barragem do Fundão, Mariana, MG	Universidade Federal de Minas Gerais	Artigo
Danielle Letícia da Silva; Matheus Carvalho Ferreira; Maria Rita Scotti; 2015	O maior desastre ambiental brasileiro: de Mariana (MG) a Regência (ES)	Universidade Federal de Minas Gerais	Artigo
Fábio Araújo Pinto Sobrinho; Fernanda Cunha Pirillo Inojosa; Flávia Alves de Lima Paiva; Gutemberg Machado Mascarenhas; Henrique César Lemos Jucá; José Carlos Mendes de Moraes; Michel Lopes Machado; Rafaela Mariana Kososki; Robson José Calixto; 2015	Laudo Técnico Preliminar: Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais	IBAMA	Laudo Técnico

ANEXO A

Resultados das análises químicas e granulométricas realizadas em área ciliar do município de Periquito-MG e do Parque Estadual do Rio Doce.



LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS E MATERIAIS VEGETAIS
SINDICATO DOS PRODUTORES RURAIS DE MANHUAÇU
E-mail: labsolosindicato@hotmail.com
Telefone: (33) 3331-1660 (33) 98444-0890
Rua Cel. José Pedro, 209 - Centro - Manhuaçu/MG

Cliente: RAQUEL NASCIMENTO

Emissão: 07/04/2022

Propriedade: MATA CILIAR

Município: PERIQUITO - MG

RESULTADO DE ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Protocolo	Identificação	Entrada	Cultura	Valor
2022698	20 CM	04/04/2022	MATA CILIAR	R\$25,00
2022699	40 CM	04/04/2022	MATA CILAR	R\$25,00

DETERMINAÇÕES	AMOSTRA			
		2022698	2022699	
%AREIA	-	59	65	
%ARGILA	-	16	22	
%SILTE	-	25	13	


Wanderlei Miranda Barbosa
CREA 022120

Responsável Técnico



LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS E MATERIAIS VEGETAIS
SINDICATO DOS PRODUTORES RURAIS DE MANHUAÇU

E-mail: labsolosindicato@hotmail.com

Telefone: (33) 3331-1660 (33) 98444-0890

Rua Cel. José Pedro, 209 - Centro - Manhuaçu/MG

Cliente: RAQUEL NASCIMENTO

Emissão: 06/04/2022

Propriedade: MATA CILIAR

Município: PERIQUITO - MG

RESULTADO DE ANÁLISE DE SOLO

Protocolo	Identificação	Entrada	Cultura	Valor
2022658	20 CM	04/04/2022	MATA CILIAR	R\$40,00
2022659	40 CM	04/04/2022	MATA CILIAR	R\$40,00

DETERMINAÇÕES	AMOSTRA									
	2022658	2022659								
PH em água	-	5,70	5,83							
PH em CaCl ₂	-	-	-							
PH em KCl	-	-	-							
P	mg/dm ³	16,8	11,6							
K ⁺	mg/dm ³	53	60							
Ca ²⁺	cmol _c /dm ³	2,84	1,93							
Mg ²⁺	cmol _c /dm ³	0,48	0,35							
Al ³⁺	cmol _c /dm ³	0,00	0,00							
H	cmol _c /dm ³	1,4	1,3							
H+Al	cmol _c /dm ³	1,4	1,3							
SB	cmol _c /dm ³	3,5	2,4							
t	cmol _c /dm ³	3,5	2,4							
T	cmol _c /dm ³	4,8	3,8							
V	%	71,6	64,5							
%am	%	0,0	0,0							
MO	dag/kg	1,75	1,43							
Prem	mg/L	36,2	18,4							
Zn	mg/dm ³	2,9	2,5							
Fe	mg/dm ³	155,0	156,0							
Mn	mg/dm ³	69,3	65,4							
Cu	mg/dm ³	1,2	1,2							
B	mg/dm ³	0,25	0,25							
S	mg/dm ³	4,4	4,0							
K	% de T	2,8	4,1							
Ca	% de T	58,8	51,1							
Mg	% de T	10,0	9,3							
H	% de T	28,4	35,5							
Al	% de T	0,0	0,0							
Ca/Mg	-	5,9	5,5							
Ca/K	-	20,9	12,6							
Mg/K	-	3,6	2,3							

PH em água, KCl e CaCl₂ - Relação 1:2,5

P-K-Fe-Zn-Mn e Cu - Extrator Mehlich 1

Ca-Mg-Al - Extrator: KCl - 1 mol/L

H + Al - Método SMP

B - Extrator: CaCl₂ - 5 mmol/L em Microondas

S - Extrator: Fosfato monocalcico em ácido acético

MO - Matéria orgânica - Colorimetria

P-Remanescente - Solução CaCl₂ - 0,01 mol/L com 60 mg/L de P

SB - Soma de Bases Trocáveis

CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva

CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica

V - Índice Saturação de Bases

m - Índice Saturação de Alumínio

Wanderlei Miranda Barbosa
 Wanderlei Miranda Barbosa
 CREA 62212/D

Responsável Técnico



**LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS E MATERIAIS VEGETAIS
SINDICATO DOS PRODUTORES RURAIS DE MANHUAÇU**

E-mail: labsolosindicato@hotmail.com

Telefone: (33) 3331-1660 (33) 98444-0890

Rua Cel. José Pedro, 209 - Centro - Manhuaçu/MG

Cliente: RAQUEL NASCIMENTO SOUZA

Emissão: 22/06/2022

Propriedade: PARQUE ESTADUAL DO RIO Município: IPATINGA - MG

DOCE

RESULTADO DE ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Protocolo	Identificação	Entrada	Cultura	Valor
G2022194	MATA CILIAR - 20 CM	13/06/2022	NI	R\$25,00
G2022195	MATA CILIAR - 40 CM	13/06/2022	NI	R\$25,00

DETERMINAÇÕES	AMOSTRA									
	G2022194	G2022195								
%AREIA	-	94,8	97,2							
%ARGILA	-	3,2	0,4							
%SILTE	-	2,0	2,4							


 Wanderlei Miranda Barbosa
 CREA 62212/D

Responsável Técnico



LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS E MATERIAIS VEGETAIS
SINDICATO DOS PRODUTORES RURAIS DE MANHUAÇU

E-mail: labsolosindicato@hotmail.com

Telefone: (33) 3331-1660 (33) 98444-0890

Rua Cel. José Pedro, 209 - Centro - Manhuaçu/MG

Cliente: RAQUEL NASCIMENTO SOUZA

Emissão: 22/06/2022

Propriedade: PARQUE ESTADUAL DO RIO Município: IPATINGA - MG

DOCE

RESULTADO DE ANÁLISE DE SOLO

Protocolo	Identificação	Entrada	Cultura	Valor
S20222675	MATA CILIAR - 20 CM	13/06/2022	NI	R\$30,00
S20222676	MATA CILIAR - 40 CM	13/06/2022	NI	R\$30,00

DETERMINAÇÕES		AMOSTRA			
		S20222675	S20222676		
PH em água	-	5,20	5,48		
PH em CaCl ₂	-	-	-		
PH em KCl	-	-	-		
P	mg/dm ³	6,0	3,4		
K ⁺	mg/dm ³	34	26		
Ca ²⁺	cmol _c /dm ³	0,55	0,34		
Mg ²⁺	cmol _c /dm ³	0,28	0,22		
Al ³⁺	cmol _c /dm ³	0,10	0,10		
H	cmol _c /dm ³	1,2	1,2		
H+Al	cmol _c /dm ³	1,3	1,3		
SB	cmol _c /dm ³	0,9	0,6		
t	cmol _c /dm ³	1,0	0,7		
T	cmol _c /dm ³	2,3	2,0		
V	%	40,7	32,0		
%m	%	9,8	13,7		
MO	dag/kg	0,14	0,14		
Prem	mg/L	44,8	49,1		
Zn	mg/dm ³	0,6	0,6		
Fe	mg/dm ³	152,9	105,1		
Mn	mg/dm ³	23,1	17,4		
Cu	mg/dm ³	0,7	0,4		
B	mg/dm ³	0,09	0,09		
S	mg/dm ³	10,5	7,1		
K	% de T	3,8	3,4		
Ca	% de T	24,3	17,2		
Mg	% de T	12,5	11,4		
H	% de T	54,9	62,9		
Al	% de T	4,4	5,1		
Ca/Mg	-	1,9	1,5		
Ca/K	-	6,3	5,1		
Mg/K	-	3,3	3,4		

PH em água, KCl e CaCl₂ - Relação 1:2,5
P-K-Fe-Zn-Mn e Cu - Extrator Mehlich 1
Ca-Mg-Al - Extrator: KCl - 1 mol/L
H + Al - Método SMP
B - Extrator: CaCl₂ - 5 mmol/L em Microondas
S - Extrator: Fosfato monocálcico em ácido acético
MO - Matéria orgânica - Colorimetria

P-Remanescente - Solução CaCl₂ - 0,01 mol/L com 60 mg/L de P
SB - Soma de Bases Trocáveis
CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva
CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica Total
V - Índice Saturação de Bases
m - Índice Saturação de Alumínio


Wanderson Miranda Barbosa
CREA 62212/D

Responsável Técnico

ANEXO B

Autorização de coletas de amostras de solo no Parque Estadual do Rio Doce.



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
 INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS
 Gerência de Criação e Manejo de Unidades de Conservação - Pesquisa

AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA CIENTÍFICA NO ESTADO DE MINAS GERAIS		Prazo de Validade	
Número da Autorização	031/2022	Data da Emissão	18/05/2023
INFORMAÇÕES DO RESPONSÁVEL E DO PROJETO			
Título do Projeto	"Supressão Vegetal e Poluição de Solos em Área Afetada por Rejeito de Mineração Proveniente do Rompimento da Barragem de Mariana - MG"		
Instituição	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano		
Responsável	Raquel Nascimento Souza	CPF	04310622500
Telefone	Celular		(31) 971670558
E-mail	keusouza_@hotmail.com		
INTEGRANTES DA EQUIPE			
Nome	Instituição	CPF/RG	Função
Allison Jadawi Pereira da Silva	Instituto Federal Baiano	012.766.105-05	Orientador
INFORMAÇÕES/TIPOS DE ATIVIDADES			
	<input type="checkbox"/> Captura	<input checked="" type="checkbox"/> Coleta	<input type="checkbox"/> Transporte
	<input checked="" type="checkbox"/> Abiótica	<input type="checkbox"/> Microorganismo	<input type="checkbox"/> Fungo
	<input type="checkbox"/> Anfíbios	<input type="checkbox"/> Répteis	<input type="checkbox"/> Aves
		<input type="checkbox"/> Mamíferos	<input type="checkbox"/> Invertebrados
		<input type="checkbox"/> Lactofauna	
OBSERVAÇÕES			
<p>Esta autorização permite coleta de amostras de solo por meio de trado manual e conforme quantitativo descrito da Tabela de Estimativa de Coleta anexa;</p> <p>Esta autorização NÃO permite a abertura de trincheiras para análises pedológicas;</p> <p>Esta autorização NÃO permite coleta ou transporte de material biótico de qualquer tipo;</p> <p>A localização da parcela para a amostragem deve definida em comum acordo com a gestão da Unidade de Conservação;</p> <p>As aberturas resultantes do processo de tradagem devem ser fechadas durante a realização da mesma campanha de campo.</p>			

A equipe de pesquisadores deverá observar todas as medidas de prevenção ao contágio, enfrentamento e contingenciamento da epidemia de doença infecciosa viral respiratória causada pela Covid-19;
As campanhas deverão ser agendadas com o responsável pela Unidade de Conservação, com antecedência mínima de 10 dias das atividades de campo.

LOCAL DA ATIVIDADE – EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO ESTADUAL

Unidade de Conservação	Responsável pela UC	Contato (Telefone e e-mail)	Endereço da UC	Assinatura do Responsável pela UC
Parque Estadual do Rio Doce	Vinicius de Assis Moreira	(31)3822-3006 vinicius.moreira@meioambiente.mg.gov.br perdoce@meioambiente.mg.gov.br	Rodovia LMG 760 KM 20 Bairro: Santa Rita Marliéria/MG	

Esta autorização será válida apenas com a autenticação do responsável pela(s) Unidade(s) de Conservação.

LOCAL DA ATIVIDADE – FORA DE UNIDADE DE CONSERVAÇÃO ESTADUAL (apenas para material botânico)

Município(s)	Não se aplica			
Instituição(ões)	TRANSPORTE – DESTINO DO MATERIAL COLETADO Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano			
Endereço(s)	Rua Waldemar Mascarenhas, s/n, Portão - Governador Mangabeira/BA, CEP 44350-000			

Outras Observações e Ressalvas:

1. Esta autorização não exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de Terra Indígena, da unidade de conservação federal, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, possessor ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação estadual cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso;
2. O pesquisador titular deverá contatar a administração dessa unidade a fim de CONFIRMAR AS DAIAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infraestrutura da unidade de conservação, quando for o caso;
3. O Instituto Estadual de Florestas não se responsabiliza por qualquer dano a equipamento, acidentes ou lesões físicas ou psíquicas, estando ainda, o pesquisador responsável e sua equipe ciente da vulnerabilidade da área de realização da pesquisa;
4. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior;
5. O titular da autorização e os membros de sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos e empregar esforços de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condições *in situ*, quando for o caso;
6. Esta autorização não permite captura/coleta/transporte:
 - para fins comerciais, industriais ou esportivos;
 - para realização de atividades integrantes do processo de licenciamento ambiental de empreendimentos, conforme resolução do CONAMA de nº 237 de 19/12/97, salvo quando especificado;
 - de espécies ameaçadas de extinção em lista oficial Federal, salvo quando constante de projeto específico autorizado pelo SISBIO;
 - de espécies ameaçadas de extinção em lista oficial estadual, salvo quando constante de projeto específico autorizado pelo IEF;
 - de fauna e flora em áreas de domínio privado, sem o consentimento expresso ou tácito do proprietário nos termos do Código Civil;

7. Esta autorização não permite transporte interestadual e internacional de material biológico;
8. Esta autorização não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade. Veja maiores informações em www.mma.gov.br;
9. O titular desta autorização, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização suspensa ou revogada pelo IEF e o material biológico coletado apreendido nos termos da legislação em vigor;
10. O responsável poderá, durante a validade desta autorização e conforme Termo de Compromisso firmado, solicitar à Gerência de Criação e Manejo de Unidades de Conservação do IEF/MG Renovação, Cancelamento ou Conclusão, conforme instruções no site do IEF (<http://www.ief.mg.gov.br/pesquisa-cientifica>);
11. Esta autorização é válida somente sem emendas ou rasuras e exclusivamente no estado de Minas Gerais;
12. O pesquisador deverá estar sempre acompanhado desta autorização para apresentá-la às autoridades, quando solicitado.

REGISTRO DE COLETA IMPREVISTA DE MATERIAL BIOLÓGICO

De acordo com a Portaria 130/2017, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada ao IEF e ao responsável da UC, em até 30 dias após a atividade de campo, por meio do envio da cópia do registro de coleta imprevista de material biológico. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica.

Unidade de Conservação	Táxon*	Qtde.	Tipo de amostra	Qtde.	Data	Justificativa

* Identificar o espécime no nível taxonômico possível.

[Assinatura]
[Assinatura]



Documento assinado eletronicamente por **Thamiris Lopes Chaves, Servidora**, em 18/05/2022, às 10:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 69, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Breno Esteves Lasmar, Diretor(a)**, em 18/05/2022, às 11:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 69, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **46719085** e o código CRC **E74FCABE**.

