

semidecidual e cerrado) e de unidades de produção agrícola para os 3 tempos analisados”. Cabe salientar que essa redução ocorreu de T1 para T2, mas permaneceu semelhante de T2 para T3.

- **Página 79** - Com relação à seguinte afirmação do Perito: “Em relação a transição entre T2 e T3, nota-se a grande modificação nas áreas adjacentes ao rompimento, mapeadas como “lama e obras de recuperação”. Esse resultado não foi pormenorizadamente discutido. Porém, cabe ressaltar que, como não foram separadas as áreas mapeadas como lama daquelas mapeadas como obras em T3, pode-se dar a falsa impressão de que aumentou a área de lama entre T2 e T3.
- **Página 92** – Onde lê-se: “Nesse sentido, houve subdivisão dos fragmentos de vegetação após o rompimento da barragem e redução de suas áreas (Figura 46). Em relação ao T3, as constantes modificações vêm afetando o número de fragmentos”, não está claro qual modificação vem afetando o número de fragmentos e assim não se pode supor que sejam modificações positivas ou negativas.
- **Página 96** - “Observando os resultados na Tabela 1, podemos observar um decaimento na performance do modelo nas imagens de tempo T1 e T2 em relação a T3”. A Tabela 1 não representa os dados relacionados.
- **Página 98** - Qual a justificativa para assumir o valor de 3 metros para valor de borda no cálculo da métrica de paisagem Área núcleo média, apresentada na Tabela 24? Efeito de borda é apresentado na literatura com valores superiores.
- **Página 139** - Anexo I, Quesito 1. Pela resposta apresentada, o quesito não foi adequadamente respondido pelo perito, pois nem toda área de agricultura tem aptidão para irrigação.
- **Página 141** - Anexo I, resposta do quesito 8. A Tabela mencionada pelo perito em sua resposta não foi incluída no relatório.

- **Página 142** – Quesito 10 da Secretaria de Estado de Agricultura e Pecuária (SEAPA). Conforme o relatório, as nascentes foram identificadas pelo perito com base em informações cartográficas, imagens, etc. Como, de fato, a ocorrência das nascentes nos três períodos de avaliação (T1, T2 e T3) foi confirmada no campo? Parece ter faltado detalhar a confirmação das mesmas pelos trabalhos de campo. Não foram identificados no documento o número de nascentes na sub-bacia Ferro-Carvão e as coordenadas geográficas de cada nascente, embora estas certamente estejam na base de dados.
- **Página 150** - Anexo I, resposta do quesito 33. O quesito não foi adequadamente respondido pelo perito, uma vez que nem toda área de cultura tem aptidão para irrigação.
- **Página 155** - Com relação à resposta do perito ao quesito 5 formulado pela Vale S.A., entendemos que não necessariamente a referida classe de mapeamento atenderá a especificidade, tal como a classe “lama e obras de recuperação” também não é totalmente clara em T3, como dito anteriormente. Essas classes podem implicar equívocos no diagnóstico. Talvez as ferramentas utilizadas não permitam melhor separação e distinção desses usos na escala avaliada e exigida pela chamada 2.
- **Página 156** - Quesito 10 da Vale S.A. Considera-se pertinente a inclusão no estudo, no tocante ao mapeamento da cobertura e uso do solo, as alterações da área do espalhamento da lama em razão das ações de reparação da Vale, como retirada e destinação da lama. Isso é alteração/ocupação do solo e não deixa de retratar a verdade de campo. Para o T3, o relatório deveria distinguir explicitamente a área de rejeitos derramados no momento do rompimento daqueles trabalhados e transportados em operações mecânicas posteriores.

- **Página 165** – Na resposta do perito ao quesito 28, a expressão “faz parte” deve provavelmente ser substituída por “não faz parte” para que a afirmação faça sentido.

7. Considerações finais

- a) O desenvolvimento do Subprojeto 2, na forma em que é descrito em seu Relatório Final, apresenta uma série de equívocos de interpretação em decorrência da ausência de um sistema adequado de classificação da vegetação, equívocos estes que comprometem o seu produto final de mapeamento de uso e cobertura do solo na sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão.
- b) Os mapas gerados pelo Perito estão equivocados e pouco úteis para as futuras ações de reparação ambiental ou indenizatórias, uma vez que apresentam classes de cobertura do solo genéricas e sem seguir critérios técnicos para agrupamentos das mesmas. Além disso, não apresentam a validação dos mapas por classe de cobertura do solo, havendo apenas uma validação geral, o que compromete o seu uso e aplicação.
- c) É imprescindível um maior detalhamento das classes de cobertura do solo, com a sua devida validação em campo (cálculo da matriz de confusão e das acurácias Global, do Produtor e do Usuário) para que os mapeamentos possam ser utilizados com confiança nas ações de reparação ambiental ou indenizatórias.



**Análise comparativa dos mapeamentos da sub-bacia do ribeirão Ferro-
Carvão para o momento pré-rompimento em 2019, pós-rompimento
em 2019 e pós-rompimento em abril de 2020**

Equipe Meio Biótico e Físico

4 de fevereiro de 2022



Análise comparativa dos mapeamentos da sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão para o momento pré rompimento em 2019, pós rompimento em 2019 e pós rompimento em abril de 2020

Objetivo: Exemplificação comparativa para demonstrar ao Juiz o impacto da utilização do trabalho do Perito em seu laudo final.

Primeiramente, é importante ressaltar que esta análise não é sobre as imagens Pleiades utilizadas no mapeamento, uma vez que essas são de alta resolução espacial e de indiscutível qualidade espectral, temporal e radiométrica.

Este documento trata da análise comparativa dos mapeamentos de uso e cobertura do solo realizados pré e pós rompimento da barragem, utilizando como bases essas imagens.

Ao se analisarem as classificações de uso e cobertura do solo (mapas) geradas pela empresa Arcadis, em comparação às classificações de uso e cobertura do solo (mapas) geradas pelo Perito (equipe UFMG), fica nítida a maior adequação e detalhamento das classes de cobertura do solo presentes nos mapas gerados pela empresa Arcadis. Enquanto os mapas do Perito apresentam classes genéricas (total de 10 classes) e agrupamentos de classes questionáveis (Figura 1), os mapas da empresa Arcadis apresentam classes detalhadas (total de 22 classes) e em maior consonância com as classes de cobertura do solo presentes na região (Figura 2).



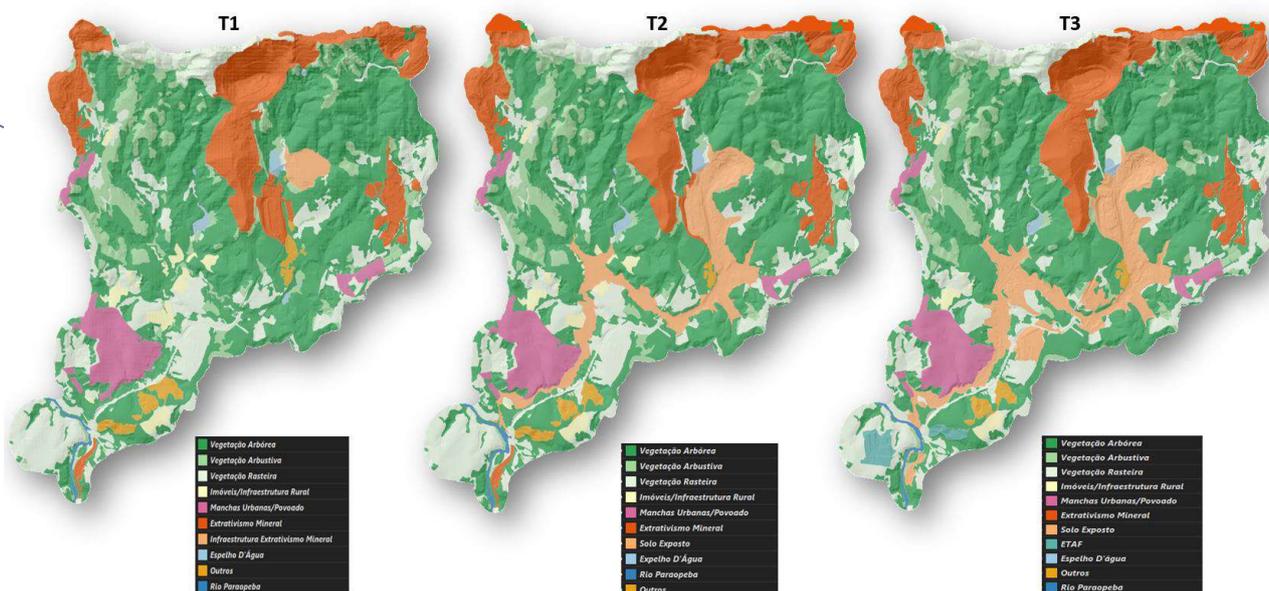


Figura 1: Mapeamentos realizados pelo Perito. Fonte: Relatório Final – Subprojeto 02 – Mapeamento de uso e cobertura do solo na sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão, Brumadinho / Minas Gerais.

Pode-se observar, comparando-se as Figuras 1 e 2, que os mapas gerados pela empresa Arcadis não só apresentam uma caracterização mais detalhada da cobertura do solo nos três momentos mapeados, como trazem também informações essenciais para as futuras ações de reparação, quer sejam essas de cunho ambiental, social ou econômica.

Ao contrário do que ocorre com os mapas da equipe da UFMG, aqueles produzidos pela Arcadis utilizam uma nomenclatura fitogeográfica correta, reconhecem corretamente as formações vegetacionais existentes e seus estádios de sucessão ecológica (o que é imprescindível para ações de recuperação das áreas) e não misturam formações



diferentes e nem vegetações naturais com áreas antropizadas, como feito pela UFMG (o que prejudica, p. ex., valorações de perdas e danos, tanto ambientais quanto econômicas).

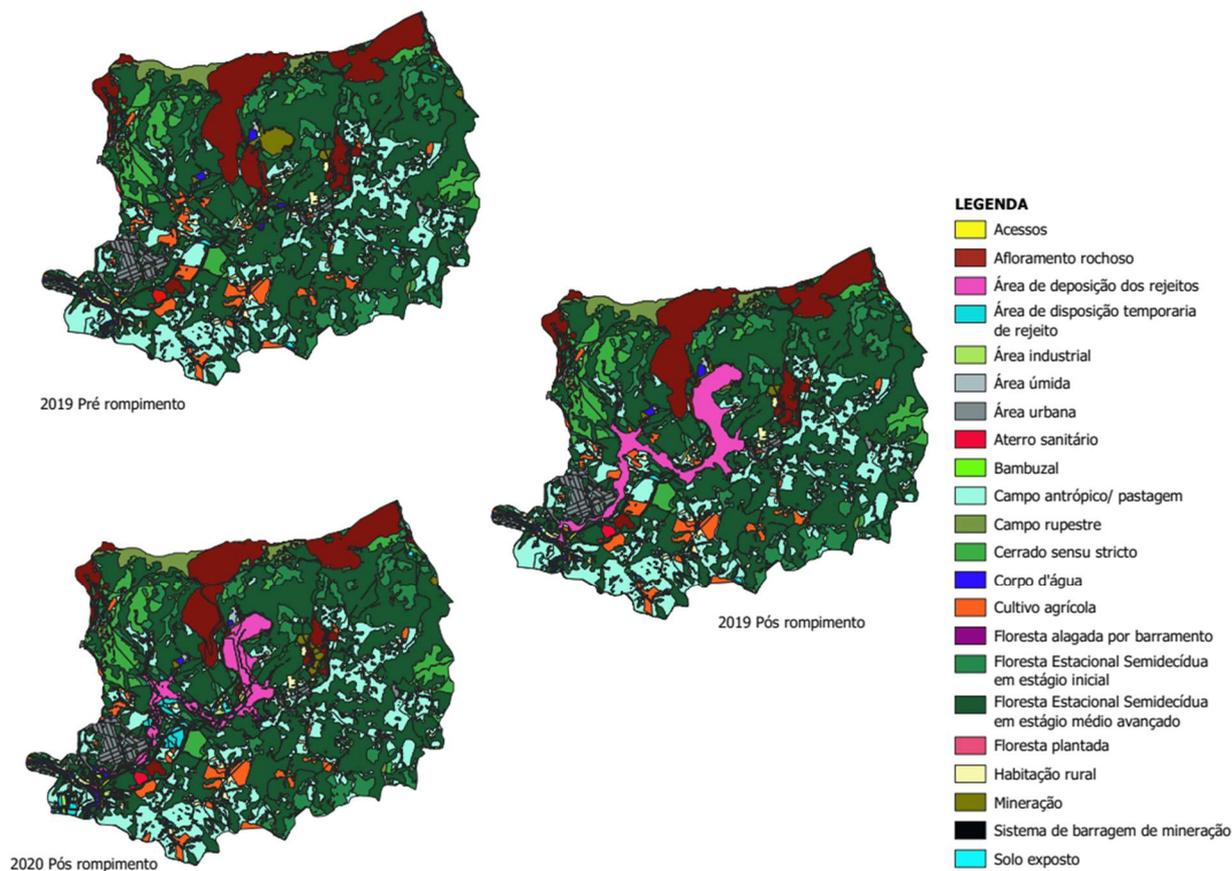


Figura 2: Mapeamentos realizados pela empresa Arcadis.

Os erros no mapeamento da UFMG não são erros meramente semânticos, bastando alterar os nomes das classes, mas sim erros de identificação, de não



identificação, de concatenação e de desconsideração, produzindo um mapa não confiável, o que prejudica o reconhecimento das formas de vegetação e demais classes em sua distribuição, impedindo as corretas contextualizações ecológicas.

Conclusões

- a) Os mapas gerados pelo Perito não são úteis para as futuras ações de reparação ambiental ou indenizatórias, uma vez que apresentam classes de cobertura do solo genéricas e sem seguir critérios técnicos para agrupamentos das mesmas. Além disso, não apresentam a validação dos mapas por classe de cobertura do solo, havendo apenas uma validação geral, o que compromete o seu uso e aplicação.
- b) Sugere-se, portanto, que o Perito repense as classes de cobertura do solo adotadas pela sua equipe. É imprescindível um maior detalhamento das classes de cobertura do solo, com a sua devida validação em campo (cálculo da matriz de confusão e das acurácias Global, do Produtor e do Usuário) para que os mapeamentos possam ser utilizados com confiança nas ações de reparação ambiental ou indenizatórias

Vista sobre documentos em id [8174103015](#).



Número do documento: 22020809395885400008211355409
<https://pje.tjmg.jus.br:443/pje/Processo/ConsultaDocumento/listView.seam?x=22020809395885400008211355409>
Assinado eletronicamente por: ANA CAROLINA GUILHERME SIFFERT PEREIRA DINIZ - 08/02/2022 09:40:14

AUTORIZAÇÃO

Autorizo o Senhor **Uilliam Disney de Santana Lima**, analista ambiental da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), inscrito no CPF sob o nº 842.685.065-00, portador do RG nº 1.012.869.610, **MASP nº 1.492.176-1**, a obter cópia da documentação entregue pelo ilustre perito judicial, relativa aos **autos nº 5036254-74.2020.8.13.0024**, descrita na **certidão ID 6882613113**, a fim de possibilitar seu exame pelo Estado de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 18 de fevereiro de 2022.

LYSSANDRO NORTON
SIQUEIRA:98860674620

Assinado de forma digital por LYSSANDRO
NORTON SIQUEIRA:98860674620
Dados: 2022.02.20 20:32:31 -03'00'

LYSSANDRO NORTON SIQUEIRA
PROCURADOR DO ESTADO
OAB/MG 68.720 - MASP 598.207-9





Poder Judiciário do Estado de Minas Gerais

Justiça de Primeira Instância

COMARCA DE BELO HORIZONTE/2ª Vara da Fazenda Pública e Autarquias da Comarca de Belo Horizonte/MG

PROCESSO Nº: 5036254-74.2020.8.13.0024

CLASSE: [CÍVEL] PROCEDIMENTO COMUM CÍVEL (7)

AUTOR: DEFENSORIA PUBLICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS, ESTADO DE MINAS GERAIS, MINISTÉRIO PÚBLICO - MPMG

RÉU/RÉ: VALE S/A

CERTIDÃO

Certifico e dou fé que, recebi no balcão desta secretaria 15 impressões dos mapas dobrados em tamanho A4, dois rolos de papel, também com impressões, tamanho grande e um HD Externo

contendo dados coletados e utilizados no desenvolvimento do Subprojeto 02.

BELO HORIZONTE, 11 de novembro de 2021.

NOME

CARGO

Avenida Raja Gabaglia, 1753, Luxemburgo, BELO HORIZONTE - MG - CEP: 30380-900



Número do documento: 2111113555080600006880855482
<https://pje.tjmg.jus.br:443/pje/Processo/ConsultaDocumento/listView.seam?x=2111113555080600006880855482>
Assinado eletronicamente por: SILVIA MARIA DA MOTA CUNHA DIAS - 11/11/2021 13:55:51

Num. 6882613113 - Pág. 1



Número do documento: 2202231512060000008540100428
<https://pje.tjmg.jus.br:443/pje/Processo/ConsultaDocumento/listView.seam?x=2202231512060000008540100428>
Assinado eletronicamente por: MARIO EDUARDO GUIMARAES NEPOMUCENO JUNIOR - 23/02/2022 15:11:43

Num. 8543098056 - Pág. 1



EXCELENTÍSSIMO SENHOR JUIZ DE DIREITO DA 2ª VARA DA FAZENDA PÚBLICA E AUTARQUIAS DA COMARCA DE BELO HORIZONTE.

AUTOS: 5036254-74.2020.8.13.0024,

O **ESTADO DE MINAS GERAIS** vem, respeitosamente, por seu Procurador adiante subscrito, à presença de Vossa Excelência, requerer a juntada da anexa autorização, a fim de que que Senhor Uilliam Disney de Santana Lima, analista ambiental da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), inscrito no CPF sob o nº 842.685.065-00, portador do RG nº 1.012.869.610, MASP nº 1.492.176-1, possa obter cópia de toda a documentação entregue pelo ilustre perito judicial, bem como dos dados constantes do HD entregue, descritos na certidão ID 6882613113, de modo a possibilitar seu exame pelo Estado de Minas Gerais.

Requer, assim, seja deferida a obtenção dos documentos anexos, *mediante extração de cópia*, pelo servidor da FEAM acima indicado.

Pede deferimento.

Belo Horizonte, 23 de fevereiro de 2022.

LYSSANDRO NORTON SIQUEIRA
PROCURADOR DO ESTADO
OAB/MG 68.720 - MASP 598.207-9

www.age.mg.gov.br

Avenida Afonso Pena, nº 4000 - Cruzeiro
30.130-009 - Belo Horizonte - MG (31) 3218-0786

1





ESTADO DE MINAS GERAIS
Advocacia-Geral do Estado
Procuradoria de Demandas Estratégicas

MÁRIO EDUARDO GUIMARÃES NEPOMUCENO JÚNIOR
PROCURADOR DO ESTADO
OAB/MG 102.604 - MASP 1.185.763-8

www.age.mg.gov.br

Avenida Afonso Pena, nº 4000 - Cruzeiro
30.130-009 - Belo Horizonte - MG (31) 3218-0786

2

Número do documento: 2202231512060000008540100429

<https://pje.tjmg.jus.br:443/pje/Processo/ConsultaDocumento/listView.seam?x=2202231512060000008540100429>

Assinado eletronicamente por: MARIO EDUARDO GUIMARAES NEPOMUCENO JUNIOR - 23/02/2022 15:11:29

Num. 8543098057 - Pág. 2



Autos: 5036254-74.2020.8.13.0024

CIENTE O MP

Ciente o MPMG dos documentos de ID8174103015.

Belo Horizonte, 25 de fevereiro de 2021.

Carlos Eduardo Ferreira Pinto

Coordenador do CAOMA-MPMG



EXCELENTÍSSIMO(A) SENHOR(A) JUIZ(A) DE DIREITO DA 2ª VARA DA FAZENDA PÚBLICA E AUTARQUIAS DA COMARCA DE BELO HORIZONTE

ACP 5036254-74.2020.8.13.0024 – CHAMADA PÚBLICA 2 – REALIZAÇÃO DE MAPEAMENTO DE USO E COBERTURA DE SOLO EM TRÊS MOMENTOS DISTINTOS DA BACIA.

O ESTADO DE MINAS GERAIS, por seus Procuradores adiante subscritos, vem, respeitosa e tempestivamente, à presença de Vossa Excelência, expor e requerer o que se segue.

Este d. Juízo intimou as partes para manifestação acerca do laudo pericial (ID 7550883003).

Ocorre, contudo, que parte dos documentos e dados que instruíram o laudo pericial ficaram arquivados na secretaria do Juízo, em HD, conforme descrito na certidão ID 6882613113.

Lamentavelmente, a secretaria deste Juízo exigiu ao Assistente Técnico do Estado de Minas Gerais o protocolo de uma autorização para que tivesse acesso a tais dados e documentos.

O protocolo exigido foi formalizado no dia 23 de fevereiro de 2022 (ID 8543098056), inviabilizando a produção de parecer técnico pelo assistente técnico.

Em do exposto requer:

1. Seja determinado à Secretaria do Juízo que os Assistentes Técnicos de Perícia das partes, já cadastrados nos autos, tenham amplo acesso direto a todo e qualquer material que integre os laudos periciais, independentemente de autorização ou requerimento processual;
2. Seja concedido o prazo de 15 dias para a manifestação acerca do laudo pericial.



Pede deferimento.

Belo Horizonte, 4 de março de 2022.

LYSSANDRO NORTON SIQUEIRA

PROCURADOR DO ESTADO

OAB/MG 68.720 - MASP 598.207-9





PODER JUDICIÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Justiça de Primeira Instância

Comarca de BELO HORIZONTE / 2ª Vara da Fazenda Pública e Autarquias da Comarca de Belo Horizonte

CERTIDÃO - DECURSO DE PRAZO

Certifico e dou fé que decorreu o prazo legal sem qualquer manifestação do(s) / da(s):

ADVOCACIA GERAL DA UNIAO
DEFENSORIA PUBLICA DA UNIAO EM MINAS GERAIS
DEFENSORIA PUBLICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS

quanto ao id 8214723040

BELO HORIZONTE, data da assinatura eletrônica.

Avenida Raja Gabaglia, 1753, Luxemburgo, BELO HORIZONTE - MG - CEP: 30380-900



SERGIO BERMUDES

A D V O G A D O S

SERGIO BERMUDES MARCIO VIEIRA SOUTO COSTA FERREIRA MARCELO FONTES ALEXANDRE SIGMARINGA SEIXAS GUILHERME VALDETARO MATHIAS ROBERTO SARDINHA JUNIOR MARCELO LAMEGO CARPENTER ANTONIO CARLOS VELLOSO FILHO FABIANO ROBALINHO CAVALCANTI MARIA AZEVEDO SALGADO (1973-2017) MARCOS AURÉLIO DE ALMEIDA ALVES ERIC CERANTE PESTRE VÍTOR FERREIRA ALVES DE BRITO ANDRÉ SILVEIRA RODRIGO TANNURI FREDERICO FERREIRA ANTONELLA MARQUES CONSENTINO MARCELO GONÇALVES RICARDO SILVA MACHADO CAROLINA CARDOSO FRANCISCO PHILIP FLETCHER CHAGAS LUÍS FELIPE FREIRE LISBÔA WILSON PIMENTEL RICARDO LORETTI HENRICI JAIME HENRIQUE PORCHAT SECCO GRISSIA RIBEIRO VENÂNCIO MARCELO BORJA VEIGA ADILSON VIEIRA MACABU FILHO CAETANO BERENGUER ANA PAULA DE PAULA ALEXANDRE FONSECA PEDRO HENRIQUE CARVALHO RAFAELA FUCCI HENRIQUE ÁVILA	RENATO RESENDE BENEDEZI ALESSANDRA MARTINI PEDRO HENRIQUE NUNES GABRIEL PRISCO PARAISO GUIOMAR FEITOSA LIMA MENDES FLÁVIO JARDIM GUILHERME COELHO LÍVIA IKEDA ALLAN BARCELLOS DE OLIVEIRA RENATO CALDEIRA GRAVA BRAZIL VICTOR NADER BUJAN LAMAS GUILHERME REGUEIRA PITTA JOÃO ZACHARIAS DE SÁ SÉRGIO NASCIMENTO GIOVANNA MARSSARI MATHEUS PINTO DE ALMEIDA FERNANDO NOVIS LUIZ TOMÁS ALVES DE ANDRADE MARCOS MARES GUIA ROBERTA RASCIO SAITO ANTONIA DE ARAUJO LIMA GUSTAVO FIGUEIREDO GSCHWEND RAFAEL MOCARZEL THAÍS VASCONCELLOS DE SÁ FÁBIO MANTUANO PRINCIPE MATHEUS SOUBHIA SANCHES JOÃO PEDRO BION THIAGO RAVELL ISABEL SARAIVA BRAGA GABRIEL ARAUJO JOÃO LUCAS PASCOAL BEVILACQUA MARIA ADRIANNA LOBO LEÃO DE MATTOS EDUARDA SIMONIS CAROLINA SIMONI	JESSICA BAQUI GUILHERME PIZZOTTI MATHEUS NEVES MATEUS ROCHA TOMAZ GABRIEL TEIXEIRA ALVES THIAGO CEREJA DE MELLO GABRIEL FRANCISCO DE LIMA ANA JULIA G. MONIZ DE ARAGÃO FRANCISCO DEL NERO TODESCAN FELIPE GUTLERNER EMANUELLA BARROS IAN VON NIEMEYER PAOLA PRADO ANDRÉ PORTELLA GIOVANNA CASARIN LUIZ FELIPE SOUZA ANA VICTORIA PELLICCIONE DA CUNHA VINÍCIUS CONCEIÇÃO LEANDRO PORTO LUCAS REIS LIMA ANA CAROLINA MUSA RENATA AULER MONTEIRO ANA GABRIELA LEITE RIBEIRO BEATRIZ LOPES MARINHO JULIA SPADONI MAHFUZ GABRIEL SPUCH PAOLA HANNAE TAKAYANAGI ANA CLARA MARCONDES O. COELHO LEONARDO PRÓSPERO ORTIZ BEATRIZ MARIA MARQUES HOLANDA COSTA LUIZ FELIPE DUPRÉ NOIRA ANA CLARA SARNEY MARIANA MARIANI GABRIEL SALATINO	JOÃO FELIPE B. VALDETARO MATHIAS TATIANA FARINA LOPES RAFAEL VASCONCELLOS DE ARRUDA BEATRIZ BRITO SANTANA VIVIAN JOORY ANTONIO AZIZ DANIEL HEMERLY FERREIRA HENRIQUE TIRONI HOLZMEISTER MATHIAS FELIPE MATTOSO BADOFZSKY JOÃO PEDRO VASCONCELLOS ROBSON LAPOENTE NOVAES AMANDA PESSOA ISABELLE GUSTIS MARCELO FERNANDES INGRID MASCARENHAS GONTUJO NASCIMENTO MARIA CLARA SAMPAIO ELIAS NÓBREGA NETO TATIANA MURTA
			CONSULTORES AMARO MARTINS DE ALMEIDA (1914-1998) HELIO CAMPISTA GOMES (1925-2004) JORGE FERNANDO LORETTI (1924-2016) SALVADOR CÍCERO VELLOSO PINTO ELENA LANDAU CAIO LUIZ DE ALMEIDA VIEIRA DE MELLO PEDRO MARINHO NUNES MARCUS FAVER JOSÉ REYNALDO PEIXOTO DE SOUZA

EXMO. SR. DR. JUIZ DE DIREITO DA 2ª VARA DA FAZENDA PÚBLICA E AUTARQUIAS
DA COMARCA DE BELO HORIZONTE – MG

Processo nº 5036254-74.2020.8.13.0024

VALE S.A., nos autos do incidente instaurado na ação civil pública de nº 5071521-44.2019.8.13.0024, com a finalidade de tratar da Chamada Pública de Projeto da UFMG de nº 2, vem, por seus advogados abaixo assinados, em atenção à r. decisão de ID 9561415293, requerer a V.Exa. se digne determinar a regularização dos documentos “Parecer Técnico-Científico sobre Relatório Final do Subprojeto 02 “Mapeamento de uso e cobertura do solo na sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão, Brumadinho/Minas Gerais” e “Análise comparativa dos mapeamentos da sub-bacia do ribeirão

RIO DE JANEIRO

Praça XV de Novembro, 20 - 7º e 8º andares
CEP 20010-010 | Centro | Rio de Janeiro - RJ
Tel 21 3221-9000

SÃO PAULO

Rua Prof. Atilio Innocenti, 165 - 9º andar
CEP 04538-000 | Itaim Bibi | São Paulo - SP
Tel 11 3549-6900

BRASÍLIA

SHIS QL, 14 - Conjunto 05 - casa 01
CEP 71640-055 | Brasília - DF
Tel 61 3212-1200

BELO HORIZONTE

Rua Antônio de Albuquerque, 194 - Sala 1601
CEP 30112-010 | Savassi | Belo Horizonte - MG
Tel 31 3029-7750

www.bermudes.com.br

Número do documento: 22090513520589700009593083087

<https://pje.tjmg.jus.br:443/pje/Processo/ConsultaDocumento/listView.seam?x=22090513520589700009593083087>

Assinado eletronicamente por: MARCOS LUIZ DOS MARES GUIA NETO - 05/09/2022 13:52:06

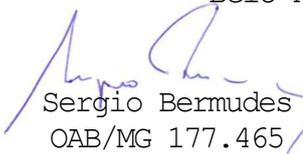
Num. 9596989368 - Pág. 1

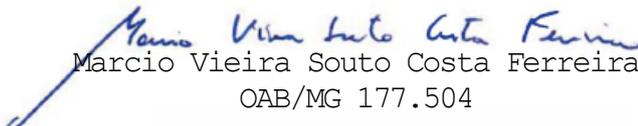


Ferro-Carvão para o momento pré-rompimento em 2019, pós-rompimento em 2019 e pós-rompimento em abril de 2020", antes apresentados sob IDs 8174103018/8174103019, respectivamente, e ora anexados com as devidas assinaturas dos pesquisadores responsáveis (docs. anexos).

Nestes termos,
P. deferimento.

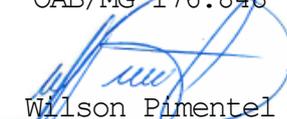
Belo Horizonte, 05 de setembro de 2022.


Sergio Bermudes
OAB/MG 177.465


Marcio Vieira Souto Costa Ferreira
OAB/MG 177.504


Fabiano Robalinho Cavalcanti
OAB/MG 176.848


Marcelo Gonçalves
OAB/RJ 108.611

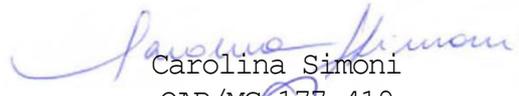

Wilson Pimentel
OAB/MG 177.418

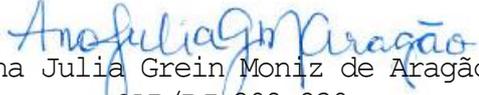

Caetano Berenguer
OAB/MG 177.466


Pedro Henrique Carvalho
OAB/RJ 147.420


Marcos Mares Guia
OAB/MG 177.628

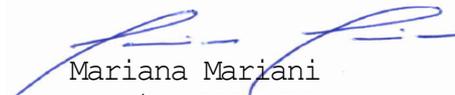

Thais Vasconcellos de Sá
OAB/MG 177.420


Carolina Simoni
OAB/MG 177.419


Ana Julia Grein Moniz de Aragão
OAB/RJ 208.830


Ana Victoria Pelliccione da Cunha
OAB/RJ 215.098


Ana Clara Marcondes
OAB/MG 192.095


Mariana Mariani
OAB/RJ 228.875


Gabriel Salatino
OAB/RJ 226.500


João Felipe Valdetaro
OAB/RJ 226.248



**Parecer Técnico-Científico sobre Relatório Final do Subprojeto 02
“Mapeamento de uso e cobertura do solo na sub-bacia do ribeirão
Ferro-Carvão, Brumadinho/Minas Gerais”**

Equipes Meio Biótico e Físico

4 de fevereiro de 2022



Parecer Técnico-Científico sobre Relatório Final do Subprojeto 02 “Mapeamento de uso e cobertura do solo na sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão, Brumadinho/Minas Gerais”

Esse parecer técnico-científico traz nossas considerações acerca do conteúdo do documento **“Relatório Final – Subprojeto 02 – Mapeamento de uso e cobertura do solo na sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão, Brumadinho / Minas Gerais”** (documento eletrônico “Chamada 2 - Pet Sigilo.pdf”), produzido sob a coordenação do prof. Rodrigo A. A. Nóbrega, da Universidade Federal de Minas Gerais, referente ao Subprojeto nº 2 do Projeto Brumadinho UFMG.

Conforme informação extraída do documento ora avaliado, *“O Subprojeto 02 foi concebido para prover informações cartográficas e tabulares acerca do uso e da cobertura do solo... como previsto na Chamada 02/2019... O estudo identificou e mediu as alterações na configuração do uso e ocupação do solo na sub bacia do ribeirão Ferro-Carvão tendo como base os retratos anterior e posterior ao rompimento da barragem...”* e *“...foi fundamental para subsidiar outros Subprojetos..., em especial... o desenvolvimento do Subprojeto 58... e com a primeira fase do Subprojeto 60.”*

Inicialmente, cabe ressaltar que, do ponto de vista da alta tecnologia utilizada para a classificação das imagens e do uso do produto final, ou seja, um mapa que oriente as ações de recuperação do ambiente, não é adequado, e tampouco cumpre o objetivo do subprojeto, utilizar a classificação genérica (chamada de Cobertura da Terra), sendo mais apropriada a classificação detalhada (Uso da Terra). Porém não é isso que o laudo pericial apresenta ao analisar a qualidade temática do mapa, uma vez que toda a análise de qualidade é baseada na classificação genérica (Cobertura da Terra). Ou seja, não há informações sobre a qualidade do mapeamento das classes realmente importantes de uso da terra.

É imprescindível um maior detalhamento das classes de cobertura do solo, com a sua devida validação em campo (cálculo da matriz de confusão e das acurácias Global, do Produtor e do Usuário) para que os mapeamentos possam ser utilizados com confiança nas ações de reparação ambiental ou indenizatórias.

1. Ausência de adoção de um sistema de classificação da vegetação reconhecido ou alternativo adequado

O “*Processamento dos dados para a qualidade temática*” (item 3.5.2; página 47 do documento¹) exibe em sua Tabela 5 uma divisão da área de estudo, para mapeamento, em 12 classes de cobertura do solo. Entre essas classes, as vegetações naturais foram divididas e classificadas em “*vegetação rasteira*”, “*vegetação arbustiva*” e “*vegetação arbórea*”, o que não compõe uma descrição precisa e de imediata interpretação, pois não são termos utilizados nas classificações da vegetação brasileira. De fato, a metodologia não indica qual sistema de classificação da vegetação foi usado.

Importante observar que no Anexo I, de “*Resposta aos quesitos formulados pelas partes*”, iniciado à página 139, em “I.1 – Resposta aos quesitos formulados pela Advocacia Geral do Estado de Minas Gerais”, nos Quesitos Técnicos da Secretaria de Estado de Agricultura e Pecuária – SEAPA, “*Pede-se ao ilustre Perito Oficial esclarecer a definição conceitual das classes de uso e cobertura do solo que será utilizada na identificação, diagnóstico e avaliação propostos.*” Em resposta, verifica-se que o perito afirma que “*a definição conceitual das feições naturais, que no documento apenas foram identificadas como “vegetação densa” e “vegetação rasteira”, podem ser melhor*

1 Para mais fácil localização, as páginas aqui indicadas referem-se à paginação do arquivo PDF, i.e., não correspondem à paginação citada no rodapé do documento.

explicadas quanto à sua fitofisionomia nos conceitos utilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística” em seu “Manual Técnico da Vegetação Brasileira”, de 2012². No entanto, a resposta é inadequada, pois tais termos usados no mapeamento não encontram correspondência na classificação oficial do IBGE. Na realidade, os termos “vegetação densa”, “vegetação rasteira” e “vegetação arbustiva” não são usados na classificação da vegetação brasileira ou sequer citados pelo documento do IBGE. Em acréscimo, esta argumentação não responde ao quesito de número 3 da VALE, constante no Anexo 1.3: “Queira o Sr. Perito elucidar a razão pela qual a proposta de pesquisa apresenta grandes restrições em termos de mapeamento dos diversos tipos de vegetação natural, limitando-se a classificá-las como vegetação densa e rasteira quando, na verdade, a área impactada pelo rompimento apresenta uma diversidade muito mais significativa, como Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado, e Áreas Antropizadas”, quesito para o qual, foi dada a seguinte resposta: “As classes de mapeamento da proposta, incluindo as de vegetação, foram inicialmente desenhadas com base no Edital da Chamada 02. Contudo, atendendo a comunicação do CTC, foram incluídas as classes Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado conforme o primeiro nível de classificação descrito no Manual Técnico da Vegetação Brasileira do IBGE (<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv23267.pdf>), processo compatível ao emprego de técnicas tradicionais de Sensoriamento Remoto”. Por fim, vale ressaltar que o mapa com as classes de Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado não apresenta validação, isto é, o cálculo das acurácias.

Desta forma, o mapeamento de uso e cobertura do solo na sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão, referente ao Subprojeto nº 2 do Projeto Brumadinho UFMG, não se baseou em um sistema de classificação da vegetação reconhecido e nem em uma forma

2 O manual indicado pode ser acessado em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv23267.pdf>.

alternativa correta, adequada ou clara tornando necessário o devido esclarecimento da il. perita quanto a esse aspecto.

2. Imprecisões e erros de classificação e identificação dos elementos de vegetação mapeados

Para o mapeamento, em “4.1. Contextualização das classes” (páginas 52 e 53), em sua Tabela 8, é dada a divisão adotada para o Tema da Vegetação nas seguintes “classes de cobertura da terra”:

- Vegetação densa: Floresta Estacional Semidecidual;
- Vegetação arbustiva: Cerrado e vegetação degradada;
- Vegetação rasteira: Campo Sujo e Campos de Altitude.

Mais uma vez, observa-se que o sistema de classificação usado não é citado e o conjunto da nomenclatura usada não corresponde a nenhum conhecido. Mas, mesmo considerando que se trata de uma classificação própria, original, é necessário que se faça as seguintes observações sobre as imprecisões e erros nas classes adotadas:

- a) O cerrado, como citado, deve ser entendido como sua feição em sentido restrito e não como um termo geral que engloba suas diversas fitofisionomias, já que o Campo Sujo, uma de suas feições, aparece separado em outra classe. Neste sentido, observa-se que ao contrário do que afirma o documento, o cerrado não corresponde necessariamente a uma vegetação arbustiva, mas predominantemente arbórea. Se o mapeamento por sensoriamento remoto identificou zonas com predominância de arbustos e a partir daí entendeu uma correspondência direta com a existência de cerrado, trata-se de uma fonte de imprecisão e possível erro de identificação no mapeamento.

- b) Não é adequado incluir a fitofisionomia cerrado em uma única classe e em conjunto com a vegetação degradada. Se o entendimento foi de que o cerrado corresponde a uma feição de vegetação degradada, houve um equívoco que deve ser reparado.
- c) O termo “vegetação degradada” também corresponde a um entendimento equivocado no documento, pois na realidade pode corresponder a qualquer outra forma de vegetação original como, por exemplo, as fases sucessionais de Floresta Semidecidual. Assim, a classe "vegetação degradada" deveria identificar o tipo de vegetação (ou vegetação original) e o tipo de degradação a que o ambiente foi exposto.
- d) Os campos de altitude, que representam uma das classes de vegetação utilizada, não existem na região estudada e isso é bastante conhecido em termos fitogeográficos. O “*campo altimontano é o que se estende sobre os planaltos das montanhas cristalinas próximas ao litoral, pertencentes aos sistemas das Serras do Mar e da Mantiqueira, acima do limite arbóreo de uns 1.800 a 2.000 metros de altitude para o alto... Com solo humoso negro*” (RIZZINI, 1997)³. Esse erro de identificação deixa dúvidas sobre a classificação dos demais tipos vegetacionais ou mesmo sobre a identificação de todos os tipos existentes.
- e) Muito provavelmente, a cobertura vegetal identificada como campos de altitude corresponde a campos rupestres sobre quartzitos e a campos rupestres sobre canga (um ou outro ou ambos), também chamados de campos quartzíticos e campos feruginosos, o que deve ser reavaliado em campo⁴.

3 RIZZINI, C. T. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1997. 747 p.

4 O documento “Plano de Utilização Pretendida – Projeto Técnico de Reconstituição da Flora”, da Vale, de maio de 2019, identifica tais vegetações no mapeamento da área, assim como cerrados em sentido restrito e florestas semidecíduas.

- f) Já o Campo Sujo não corresponde a uma vegetação tipicamente rasteira, como foi classificado no referido projeto. “*O Campo Sujo é um tipo fisionômico exclusivamente arbustivo-herbáceo, com arbustos e subarbustos esparsos, cujas plantas, muitas vezes, são constituídas por indivíduos menos desenvolvidos das espécies arbóreas do Cerrado sentido restrito*” (RIBEIRO; WALTER, 2008)⁵. Desta forma, houve imprecisão entre os tipos chamados de arbustivos e os rasteiros, ou seja, erros na identificação dos tipos vegetacionais, com imprecisão para as áreas de campos, mas também possíveis confusões para as áreas classificadas como cerrado e como vegetação degradada, que afetaram não apenas a nomenclatura, mas também o mapeamento em si.
- g) A várzea, ou áreas úmidas, citada como área afetada pelo acidente na página 58, constitui-se em ecossistema com vegetação própria e de grande importância, tanto biológica quanto em termos de serviços ecológicos, mas não foi considerada como classe para mapeamento.
- h) Importante observar também que as Áreas de Preservação Permanente (APP) estão identificadas com nomenclatura incorreta no documento: na “*Lista de Siglas*” (à página 16); no “*Sumário Executivo*”, em seu subtópico denominado “*Análises e Achados*” (páginas 18 e 19); no item “*2.1. Objeto*” (páginas 24 e 25); e, no “*Anexo II – Resumo do Projeto em linguagem acessível*” (páginas 171 a 172).

Outro ponto importante é que ocorreram erros na generalização das classes. Por exemplo, observa-se mistura entre as feições classificadas como “vegetação rasteira”, que ora agrupa classes “Campos de Altitude”, “Pastagem”, “Pastagem Degradada”, “Unidade Rural” (inclusive infraestruturas rurais, piscinas, galpões, currais e pequenas pastagens)

5 RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO et al. (Ed.) Cerrado: Ecologia e Flora. Vol. 1. Brasília: Embrapa Cerrados, 2008. p. 151-212.

para o treinamento do *plug-in Deep Learning*, como apresentado na Tabela 9 (página 69) e também descrito no item “9.4. Chave de interpretação para a cobertura do solo” (página 125), ora considera apenas as classes “Campo sujo” e “Campos de altitude”, como apresentado na Tabela 8 (página 53). Entretanto, observa-se na Figura 38 que os campos de altitude foram agrupados à classe Floresta estacional semidecidual e cerrado na classe “Vegetação Natural” e não mais a “Vegetação Rasteira” “Figura 38 - Diagrama de transição da cobertura do solo simplificada na área de estudo entre os Tempos T1, T2 e T3” (página 84) e “Figura 42 - Diagrama de transição da cobertura do solo simplificada na APP de hidrografia entre os Tempos T1, T2 e T3” (página 93), o que aparenta ser mais coerente por se tratarem de fitofisionomias de vegetação natural. Esta alternância de definições acaba gerando dúvidas quanto à definição das classes e dos resultados da operação do *plug-in Deep Learning*.

Além dos aspectos técnicos da seleção das feições para compor as classes, há um aspecto conceitual conflitante, o fato de que feições antrópicas e feições de vegetação natural serem consideradas num mesmo agrupamento, e assim, levar a diagnósticos, interpretações e proposições equivocadas. Desta forma, consideramos que o quesito técnico de nº 4 (página 140) não tenha sido adequadamente respondido pela Perícia Oficial e possa ser melhor esclarecido: “4 – Pede-se ao ilustre Perito Oficial esclarecer a definição conceitual das classes de uso e cobertura do solo que será utilizada na identificação, diagnóstico e avaliação propostos.”.

Os vários registros equivocados quanto a definição da classe de diversas poligonais com áreas de cerrado, p. ex. podem prejudicar o reconhecimento das formas de vegetação existentes e sua distribuição, impedindo comparações corretas entre áreas ou entre momentos diferentes em relação ao impacto e prejudica as necessárias contextualizações ecológicas. Tais erros podem levar a muitas inferências erradas ao subsidiar outras ações como, por exemplo, a restauração de ecossistemas.

3. Incoerências entre o método prestabelecido e o mapeamento final dos elementos de vegetação

Os mapas de ocorrência das vegetações e de sua dinâmica no tempo apresentam incoerências e falta de clareza metodológica que são expostas a seguir.

a) Desaparecimento de classe de vegetação no mapa final de uso do solo

Os mapas finais, produzidos a partir dos métodos descritos no documento, mostram o uso e ocupação do solo nos períodos anterior, posterior e recente em relação ao acidente (correspondem às Figuras 19, 20 e 23 que se encontram nas páginas 57, 58 e 61, respectivamente). No entanto, esses mapas não apresentam o Campo Sujo como classe de cobertura prevista. E não há indicações sobre alterações nos métodos quanto a isso.

b) Concatenação inadequada e desaparecimento de classes de vegetação no mapa de cobertura do solo

Em “4.4. Confecção do mapa de cobertura do solo” (página 69), descreve-se o chamado mapeamento de cobertura do solo, diferindo-o do mapeamento do uso do solo. Segundo o documento, o “*mapeamento de sua cobertura exige uma interpretação generalizada... A cobertura do solo trata de uma tradução simples que melhor represente a classe predominante... Apesar de teoricamente mais simples, a classificação de cobertura do solo exige um esforço adicional à interpretação humana pois requer a sintetização e agregação das informações*”. A intenção foi a “*criação do banco de dados para alimentação do classificador supervisionado por deep learning...*” Neste sentido, as classes de vegetação passaram a ser apenas três (03), vistas na Tabela 9 da página 69 como se segue:

- Vegetação arbórea: ainda correspondente às áreas de Floresta Estacional Semidecidual;
- Vegetação arbustiva: agora correspondente apenas ao cerrado (e não mais à vegetação degradada);
- Vegetação rasteira: unindo os campos de altitude (erroneamente identificados) com pastagens, pastagens degradadas e unidades rurais incluindo galpões.

As áreas de Campo Sujo e de Vegetação Degradada desaparecem das análises e mapeamentos permanentemente, deixando a dúvida sobre onde foram concatenados e ou como passaram a ser interpretados. Além disso, não é apropriado unir campos naturais, pastagens, pastagens degradadas e instalações rurais como uma única classe de mapeamento. E, de fato, “*estas classes foram transformadas em mapas para os três tempos analisados*”, como pode ser observado na Figura 30, página 70, e compõem “*Tabulações e análises*” do “*Uso e cobertura do solo na área de estudo*”, como na Tabela 10 da página 78. Todos com interpretações limitadas e questionáveis devido às supressões e concatenações inapropriadas de classes de vegetação.

c) Erros nas análises de transição entre as classes de cobertura do solo na área de estudo

Em “5.2. Transição no uso e cobertura do solo na área de estudo” (a partir da página 79) são apresentadas matrizes de transição que mostram as transformações das classes de cobertura do solo entre si e ao longo do tempo, especialmente antes e depois do rompimento. No entanto:

- As matrizes de transição das classes de uso e cobertura do solo entre os períodos T1 e T2 e T2 e T3 apresentadas nas Tabelas 11, 12, 13 e 14 (páginas 80 a 83), apresentam valores (para Floresta Semidecidual, Cerrado e Vegetação Degradada) incoerentes com a Tabela 10, de “Evolução do uso e cobertura do solo na área de estudo, nos Tempos 1, 2 e 3”.

- Notavelmente a classe “Vegetação Degradada” reapareceu nessas análises, mas não o Campo Sujo.
- As matrizes de transição erram ao sugerirem que áreas de Floresta Semidecídua se transformaram em Cerrado e vice-versa, o que não é ecologicamente possível na escala de tempo considerada, mostrando erro de interpretação e reconhecimento das vegetações naturais.
- As análises de transição no uso e cobertura do solo dentro das Áreas de Preservação Permanente (página 88) exibem os mesmos erros descritos acima em suas Tabelas 18, 19, 20 e 21, além de falta de correspondência com valores apresentados na Tabela 17.
- O documento afirma, em sua página 93, que “*A representação... da transição entre T1-T2-T3... ilustra que dentro da APP de hidrografia, a maior parte das áreas de lama... são compostas por áreas de vegetação natural.*” A afirmação exemplifica como o mapeamento errado irá prejudicar a interpretação de efeitos nos diferentes ecossistemas e, por consequência, os esforços de recuperação e restauração ecológica.

d) Efeitos negativos nos “Processos e produtos complementares”

Os “Processos e produtos complementares”, como *Plugin* do classificador *Deep Learning* (página 94), a “Extração de métricas de paisagem” (página 97) e a “Folha cartográfica modelo” (página 102) foram muito provavelmente prejudicados pelos erros acumulados nas etapas anteriores, das quais são dependentes, pois foram executados a partir das classes de cobertura do solo definidas para a área de estudo.

4. Qualidade da classificação de cobertura do solo utilizada

Além dessa análise ter utilizado inadequadamente a classificação genérica, como comentado anteriormente, há questionamentos adicionais que merecem atenção, como, por exemplo:

1) Existem classes de cobertura do solo em que não foi coletada nenhuma amostra de validação e classes em que apenas uma (01) amostra foi coletada. No item 3.5.2, os autores afirmam adotar 100 pontos de amostra de validação para a classificação. No entanto, é difícil entender qual foi o critério utilizado para essa estratificação das amostras, uma vez que classes importantes como as atividades agrícolas, vegetação arbustiva e outras receberam apenas uma (01) amostra, enquanto classes como a mineração receberam 23 amostras.

2) Apesar dos autores terem construído a “Matriz de Confusão”, os mesmos utilizam como critério de qualidade da classificação apenas o índice Kappa. É conhecido na literatura mundial que o índice Kappa, por ser um critério de avaliação geral, não reflete a qualidade da classificação nas diferentes classes de cobertura do solo. Por exemplo, os autores apresentam que, segundo o índice Kappa, é possível afirmar que o resultado apresenta qualidade substancial, excelente ou muito boa de acordo com a escala de qualidade. Contudo, quando a análise é feita classe a classe é possível observar que as classes Rio Paraopeba e outros apresentam a acurácia do usuário igual a zero, enquanto as classes vegetação rasteira, ETA e barragens tiveram valores de acurácia inferiores a 0,65, o que é considerado um valor baixo pela literatura, a qual recomenda valores acima de 85%. Ou seja, para essas classes, não se pode afirmar que os resultados apresentam qualidade substancial, excelente ou muito boa.

O correto seria os autores também apresentarem e discutirem, além do índice Kappa, as acurácias do Produtor e do Usuário para cada classe de uso do solo, novamente pensando na classificação detalhada e não na genérica, como foi feito.

5. Considerações específicas sobre aquisição de dados e apoio geodésico

No item 3.1 – Aquisição e preparação dos dados, Modelo Digital do Terreno – MDT (página 28), cita-se apenas a resolução espacial de 0,66 m e data de processamento, mas sem detalhes da fonte dos dados e parâmetros de ajuste. O referido modelo é empregado como base para posicionamento dos marcos referenciais 1 e 2 do suporte geodésico que orienta todo levantamento por GNSS da área de estudo.

Assim, a qualidade posicional de todo o levantamento está condicionada ao MDT, e não a um marco geodésico oficial (IBGE), com transporte de coordenadas para área de interesse. Este fato agrega um possível acúmulo de erros aos ajustes das coordenadas obtidas no levantamento GNSS. Considerando a escala cartográfica final do levantamento (1:10.000), tal erro poderá ser absorvido e não depreciará o produto final, mas nos relatórios e análise, esse fato deveria ser considerado para conhecimento dos leitores, avaliadores e possíveis usuários da base de dados gerada.

Os dados posicionais coletados obedecem às duas metodologias distintas de ocorrência simultânea, onde há um “...receptor GPS atuando como base, estacionado em uma posição estratégica...”, sem mencionar de imediato suas coordenadas e precisão, indicando que foram deduzidos do MDT. Posteriormente, é indicado no texto que há uma monografia dos referidos Marcos na seção de “Material Suplementar”. Esse ponto base é utilizado para o levantamento com correção posicional em tempo real (RTK). Quando não há sinal de rádio, ou em áreas não cobertas pelos marcos referenciais, empregou-se o método estático rápido, onde “...dois receptores similares operam de forma idêntica como

volante...”, ou seja, operando como autônomos, técnica que requer um pós-processamento para correção diferencial. No documento não há menção à forma com que tal correção foi realizada e nem qual foi a antena base fornecedora dos dados para a correção requerida (IBGE? INCRA? Particular?)

Os pontos de apoio geodésicos estão bem distribuídos na área de estudo, mas há carência de detalhamento no cálculo de precisão desses pontos. Ainda assim, os ajustes são eficientes para a escala cartográfica do produto final. Trabalhos posteriores na área, que requeiram maiores precisões e venham a utilizar a base de dados gerada irão requerer atenção. Neste contexto, é importante ressaltar que, a possibilidade de utilização dos dados gerados pelo mapeamento em outras atividades / chamadas, é um dos objetivos relacionados neste documento.

O produto final proposto e apresentado, empregando-se modelos consagrados na cartografia oficial (DSG/IBGE), com folha cartográfica modelo na escala de 1:10.000, atende à demanda de mapeamento do uso e ocupação dos solos. Os elementos cartográficos mínimos necessários para a boa interpretação das cartas estão presentes no modelo e no selo desenvolvido.

As monografias dos marcos de referência estão adequadamente representadas, permitindo uma fácil e correta identificação dos referidos pontos referenciais de apoio topográfico (páginas 110 e 111).

6. Algumas inconsistências encontradas ao longo do texto

Apresenta-se, neste item, um detalhamento contendo apontamentos realizados sobre inconsistências encontradas ao longo do documento. Antes, porém, cabe ressaltar que, no tocante à definição exata dos tempos, discute-se a questão da base de informações

de 2012-2016 e quanto esse cenário anterior ao rompimento permitiria inferir sobre mudanças na cobertura do solo por vegetação nativa, agricultura, APP, dentre outros, após a ruptura da barragem. No período de 2016 até o dia 24 de janeiro de 2019 (dia anterior ao rompimento da barragem) alterações no uso e ocupação do solo podem ter ocorrido por outras ações antrópicas. Assim, mais elementos precisam ser apresentados, sendo importante a descrição da cronologia da área e relação com os Tempos 1, 2 e 3.

Abaixo outras considerações apontadas:

- **Páginas 8, 9, 16, 19, 52, 70, 134, 146 e 172** - O acrônimo APP se refere a Área de Preservação Permanente, com definições específicas em lei federal e distintas de Áreas de Proteção Ambiental, cujo acrônimo é APA. Visto que se trata de conceitos relacionados, porém distintos, considera-se equivocado o uso das duas expressões como sinônimos e recomenda-se a correção.
- **Página 18** - Análises e Achados, 7ª linha: “correspondentes a encosta, topo de morro, ...”. Sobre o termo “encosta”, faltou especificar que se refere apenas às porções da encosta com declividades iguais ou superiores a 45 graus ou 100% de rampa. Sobre o termo “topo de morro”, faltou especificar que se refere apenas às porções dos topos de morros com declividades iguais ou superiores a 25 graus e elevação igual ou superior a 100 m em relação à base.
- **Página 35** – “Não obstante, a técnica de rastreamento conhecida como rápido-estático foi estabelecida para contornar eventuais falhas de conexão entre os receptores base e volante, para sobrepor e contornar as limitações de acesso à mineradora por protestos movidos por moradores de Brumadinho, bem como para tornar mais produtiva as atividades de campo”. Caso essa técnica de rastreamento já tenha sido prevista no projeto inicial então não se justifica a menção da sua utilização sob a justificativa de contornar as limitações de acesso à mineradora causada por protestos dos moradores de Brumadinho, fato que não foi mencionado

no relatório. Caso a técnica utilizada não tenha sido sugerida no projeto inicial, então cabe destacar a justificativa do seu uso e, nesse caso, descrever a adoção da técnica em função da limitação de acesso à mineradora por motivos reais que tenham ocorrido.

- **Página 39** - “Exemplo de medição de pontos de controle pré-sinalizados pode ser visto na Figura 5, página 22 do presente relatório”. A Figura 5 não está na página 22 e sim na página 28 deste relatório. Na página 22 está descrita a Figura 1.
- **Página 54** - No primeiro parágrafo, sugere-se discorrer sobre as ressalvas da recomposição obrigatória de faixa marginal aos cursos d'água, conforme o tamanho dos imóveis rurais, previsto nos parágrafos de 1 a 4, do Art. 61-A citado. A ausência dessas ressalvas pode levar a interpretações equivocadas da Lei 12.651/2012 citada. No Item “4.2 Vetorização das feições” (página 54), cita-se a necessidade de agregar classes de uso e ocupação para que possam ter relevância no trabalho. No entanto, não é citado o critério para agregação nem o tamanho mínimo a ser considerado na operação.
- **Página 64** - Observa-se no texto a ausência de dados provenientes do mapeamento em questão que possam embasar algumas afirmações sobre a infraestrutura viária, como por exemplo “Antes do rompimento... o vale era relativamente bem servido por infraestrutura viária, ...”. Sugere-se aqui a quantificação dos trechos viários por categoria (asfalto, terra, ferrovias, caminhos de terra) nos três momentos investigados (T1, T2 e T3) e a quantificação dos trechos interrompidos pós-rompimento. Nesse sentido, sugere-se, na Figura 27, a inclusão do polígono da área afetada pelo rompimento (espalhamento da lama) e os trechos de infraestrutura viária interrompidos em cor diferente. Adicionalmente, sugere-se, na Figura 29, o destaque em cor diferente para facilitar a interpretação das vias redesenhadas, ilustrando o reestabelecimento de trechos anteriormente

interrompidos e novos traçados em T3. Essas sugestões sanariam parte dos questionamentos da questão nº 14 (página 161).

- **Página 64** - Com relação à seguinte afirmação do perito: “De forma geral, as áreas mais afetadas pelo rompimento foram as porções referentes às atividades agropastoris, sendo quase inexistentes nos dias atuais”, é importante considerar que a quase inexistência das atividades agropastoris nas áreas se deve, também, em parte, à interrupção das atividades por venda de imóveis rurais ou outros impedimentos legais, além dos efeitos diretos associados à lama de rejeitos.
- **Página 69** - Incompatibilidade no agrupamento de classes de cobertura para o treinamento do classificador *Deep Learning*: A classe “Vegetação rasteira” agrupa feições naturais (Campos de Altitude) a feições antropizadas (Pastagem, Pastagem degradada e Unidade rural). Nas classes antropizadas citadas é possível sistema de manejo e/ou alteração de uso sem que isso seja um problema (exemplo, conversão de pastagem degradada para áreas agrícolas). O mesmo não pode ocorrer com classes de vegetação nativa, como no caso da classe “Campos de Altitude”. O agrupamento e a classificação dessas feições como “Vegetação rasteira” necessitam ser melhor justificados ou até mesmo revistos, pois podem levar a interpretações equivocadas, com prejuízos ambientais às áreas de vegetação nativa rasteira.
- **Página 72** – “Em termos percentuais, entre o T2 e T3, pastagens e áreas degradadas (34%) e áreas de cultivo remanescentes (26%) continuaram sendo alteradas devido às diversas intervenções da Vale. No T3 também ocorreu a construção de 2 ETAFs (Tabela 13)”. As intervenções da Vale devem ser exemplificadas e melhor caracterizadas, pois não é possível identificar pelo texto o tipo de ação promovida pela empresa.
- **Página 79** - Com relação à seguinte afirmação do perito: “De maneira geral, houve uma redução das áreas totais de vegetação natural (floresta estacional

semidecidual e cerrado) e de unidades de produção agrícola para os 3 tempos analisados”. Cabe salientar que essa redução ocorreu de T1 para T2, mas permaneceu semelhante de T2 para T3.

- **Página 79** - Com relação à seguinte afirmação do Perito: “Em relação a transição entre T2 e T3, nota-se a grande modificação nas áreas adjacentes ao rompimento, mapeadas como “lama e obras de recuperação”. Esse resultado não foi pormenorizadamente discutido. Porém, cabe ressaltar que, como não foram separadas as áreas mapeadas como lama daquelas mapeadas como obras em T3, pode-se dar a falsa impressão de que aumentou a área de lama entre T2 e T3.
- **Página 92** – Onde lê-se: “Nesse sentido, houve subdivisão dos fragmentos de vegetação após o rompimento da barragem e redução de suas áreas (Figura 46). Em relação ao T3, as constantes modificações vêm afetando o número de fragmentos”, não está claro qual modificação vem afetando o número de fragmentos e assim não se pode supor que sejam modificações positivas ou negativas.
- **Página 96** - “Observando os resultados na Tabela 1, podemos observar um decaimento na performance do modelo nas imagens de tempo T1 e T2 em relação a T3”. A Tabela 1 não representa os dados relacionados.
- **Página 98** - Qual a justificativa para assumir o valor de 3 metros para valor de borda no cálculo da métrica de paisagem Área núcleo média, apresentada na Tabela 24? Efeito de borda é apresentado na literatura com valores superiores.
- **Página 139** - Anexo I, Quesito 1. Pela resposta apresentada, o quesito não foi adequadamente respondido pelo perito, pois nem toda área de agricultura tem aptidão para irrigação.
- **Página 141** - Anexo I, resposta do quesito 8. A Tabela mencionada pelo perito em sua resposta não foi incluída no relatório.

- **Página 142** – Quesito 10 da Secretaria de Estado de Agricultura e Pecuária (SEAPA). Conforme o relatório, as nascentes foram identificadas pelo perito com base em informações cartográficas, imagens, etc. Como, de fato, a ocorrência das nascentes nos três períodos de avaliação (T1, T2 e T3) foi confirmada no campo? Parece ter faltado detalhar a confirmação das mesmas pelos trabalhos de campo. Não foram identificados no documento o número de nascentes na sub-bacia Ferro-Carvão e as coordenadas geográficas de cada nascente, embora estas certamente estejam na base de dados.
- **Página 150** - Anexo I, resposta do quesito 33. O quesito não foi adequadamente respondido pelo perito, uma vez que nem toda área de cultura tem aptidão para irrigação.
- **Página 155** - Com relação à resposta do perito ao quesito 5 formulado pela Vale S.A., entendemos que não necessariamente a referida classe de mapeamento atenderá a especificidade, tal como a classe “lama e obras de recuperação” também não é totalmente clara em T3, como dito anteriormente. Essas classes podem implicar equívocos no diagnóstico. Talvez as ferramentas utilizadas não permitam melhor separação e distinção desses usos na escala avaliada e exigida pela chamada 2.
- **Página 156** - Quesito 10 da Vale S.A. Considera-se pertinente a inclusão no estudo, no tocante ao mapeamento da cobertura e uso do solo, as alterações da área do espalhamento da lama em razão das ações de reparação da Vale, como retirada e destinação da lama. Isso é alteração/ocupação do solo e não deixa de retratar a verdade de campo. Para o T3, o relatório deveria distinguir explicitamente a área de rejeitos derramados no momento do rompimento daqueles trabalhados e transportados em operações mecânicas posteriores.

- **Página 165** – Na resposta do perito ao quesito 28, a expressão “faz parte” deve provavelmente ser substituída por “não faz parte” para que a afirmação faça sentido.

7. Considerações finais

- a) O desenvolvimento do Subprojeto 2, na forma em que é descrito em seu Relatório Final, apresenta uma série de equívocos de interpretação em decorrência da ausência de um sistema adequado de classificação da vegetação, equívocos estes que comprometem o seu produto final de mapeamento de uso e cobertura do solo na sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão.
- b) Os mapas gerados pelo Perito estão equivocados e pouco úteis para as futuras ações de reparação ambiental ou indenizatórias, uma vez que apresentam classes de cobertura do solo genéricas e sem seguir critérios técnicos para agrupamentos das mesmas. Além disso, não apresentam a validação dos mapas por classe de cobertura do solo, havendo apenas uma validação geral, o que compromete o seu uso e aplicação.
- c) É imprescindível um maior detalhamento das classes de cobertura do solo, com a sua devida validação em campo (cálculo da matriz de confusão e das acurácias Global, do Produtor e do Usuário) para que os mapeamentos possam ser utilizados com confiança nas ações de reparação ambiental ou indenizatórias.

MARCO AURELIO
CARBONE
CARNEIRO:09385260812
Assinado de forma digital por
MARCO AURELIO CARBONE
CARNEIRO:09385260812
Dados: 2022.07.29 14:09:53 -03'00'

Marco Aurélio Carbone Carneiro
Coordenador do Macrotema Físico

Documento assinado digitalmente
gov.br PAULO DOS SANTOS POMPEU
Data: 28/07/2022 18:57:56-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Paulo dos Santos Pompeu
Coordenador do Macrotema Biótico

PAULO HENRIQUE
MONTAGNANA VICENTE
LEME:22204426830
Assinado de forma digital por
PAULO HENRIQUE MONTAGNANA
VICENTE LEME:22204426830
Dados: 2022.08.02 11:20:21 -03'00'

Paulo Henrique Montagnana Vicente Leme
Coordenador-Geral

**Análise comparativa dos mapeamentos da sub-bacia do ribeirão Ferro-
Carvão para o momento pré-rompimento em 2019, pós-rompimento
em 2019 e pós-rompimento em abril de 2020**

Equipe Meio Biótico e Físico

4 de fevereiro de 2022



Análise comparativa dos mapeamentos da sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão para o momento pré rompimento em 2019, pós rompimento em 2019 e pós rompimento em abril de 2020

Objetivo: Exemplificação comparativa para demonstrar ao Juiz o impacto da utilização do trabalho do Perito em seu laudo final.

Primeiramente, é importante ressaltar que esta análise não é sobre as imagens Pleiades utilizadas no mapeamento, uma vez que essas são de alta resolução espacial e de indiscutível qualidade espectral, temporal e radiométrica.

Este documento trata da análise comparativa dos mapeamentos de uso e cobertura do solo realizados pré e pós rompimento da barragem, utilizando como bases essas imagens.

Ao se analisarem as classificações de uso e cobertura do solo (mapas) geradas pela empresa Arcadis, em comparação às classificações de uso e cobertura do solo (mapas) geradas pelo Perito (equipe UFMG), fica nítida a maior adequação e detalhamento das classes de cobertura do solo presentes nos mapas gerados pela empresa Arcadis. Enquanto os mapas do Perito apresentam classes genéricas (total de 10 classes) e agrupamentos de classes questionáveis (Figura 1), os mapas da empresa Arcadis apresentam classes detalhadas (total de 22 classes) e em maior consonância com as classes de cobertura do solo presentes na região (Figura 2).

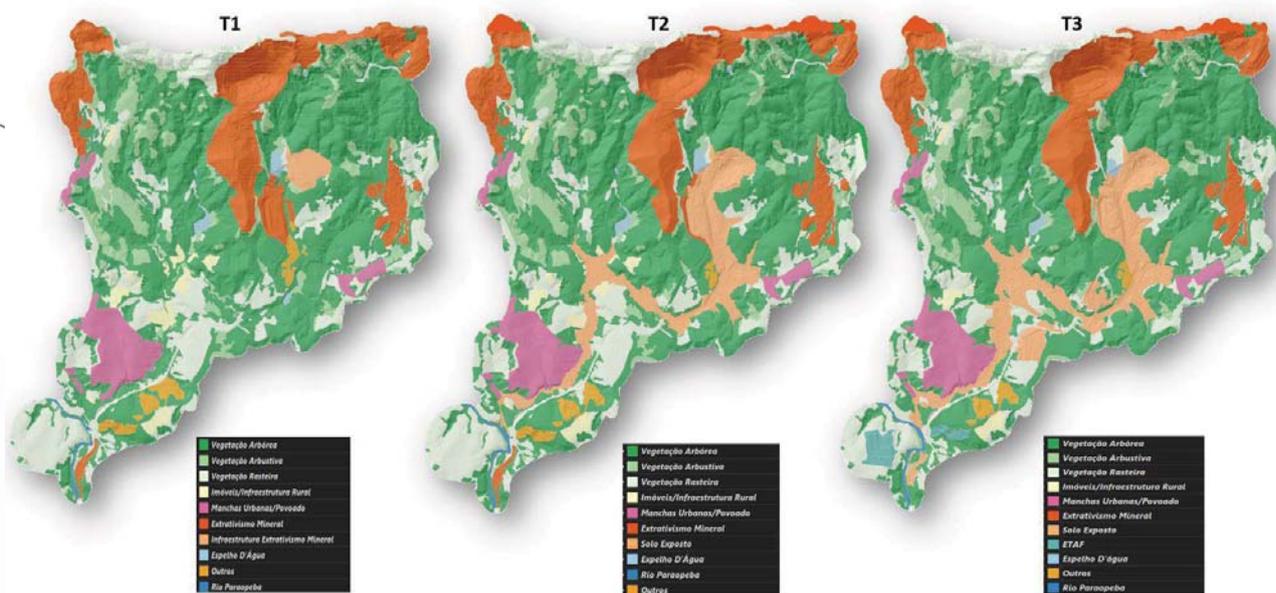


Figura 1: Mapeamentos realizados pelo Perito. Fonte: Relatório Final – Subprojeto 02 – Mapeamento de uso e cobertura do solo na sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão, Brumadinho / Minas Gerais.

Pode-se observar, comparando-se as Figuras 1 e 2, que os mapas gerados pela empresa Arcadis não só apresentam uma caracterização mais detalhada da cobertura do solo nos três momentos mapeados, como trazem também informações essenciais para as futuras ações de reparação, quer sejam essas de cunho ambiental, social ou econômica.

Ao contrário do que ocorre com os mapas da equipe da UFMG, aqueles produzidos pela Arcadis utilizam uma nomenclatura fitogeográfica correta, reconhecem corretamente as formações vegetacionais existentes e seus estádios de sucessão ecológica (o que é imprescindível para ações de recuperação das áreas) e não misturam formações



diferentes e nem vegetações naturais com áreas antropizadas, como feito pela UFMG (o que prejudica, p. ex., valorações de perdas e danos, tanto ambientais quanto econômicas).

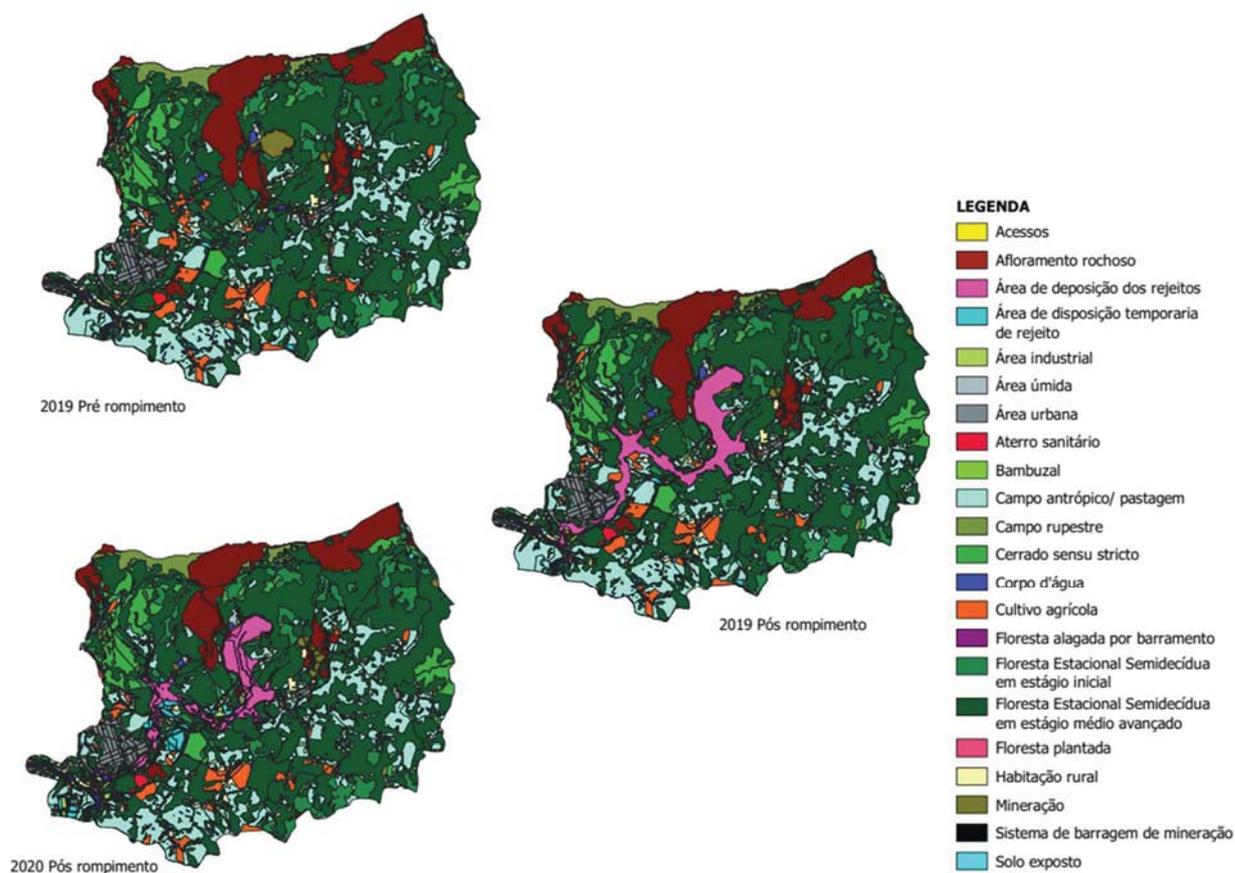


Figura 2: Mapeamentos realizados pela empresa Arcadis.

Os erros no mapeamento da UFMG não são erros meramente semânticos, bastando alterar os nomes das classes, mas sim erros de identificação, de não



identificação, de concatenação e de desconsideração, produzindo um mapa não confiável, o que prejudica o reconhecimento das formas de vegetação e demais classes em sua distribuição, impedindo as corretas contextualizações ecológicas.

Conclusões

- a) Os mapas gerados pelo Perito não são úteis para as futuras ações de reparação ambiental ou indenizatórias, uma vez que apresentam classes de cobertura do solo genéricas e sem seguir critérios técnicos para agrupamentos das mesmas. Além disso, não apresentam a validação dos mapas por classe de cobertura do solo, havendo apenas uma validação geral, o que compromete o seu uso e aplicação.
- b) Sugere-se, portanto, que o Perito repense as classes de cobertura do solo adotadas pela sua equipe. É imprescindível um maior detalhamento das classes de cobertura do solo, com a sua devida validação em campo (cálculo da matriz de confusão e das acurácias Global, do Produtor e do Usuário) para que os mapeamentos possam ser utilizados com confiança nas ações de reparação ambiental ou indenizatórias

MARCO AURELIO
CARBONE
CARNEIRO:09385260812

Assinado de forma digital por
MARCO AURELIO CARBONE
CARNEIRO:09385260812
Dados: 2022.07.29 14:11:03 -03'00'

Marco Aurélio Carbone Carneiro
Coordenador do Macrotema Físico

gov.br

Documento assinado digitalmente

PAULO DOS SANTOS POMPEU
Data: 28/07/2022 18:59:05-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Paulo dos Santos Pompeu
Coordenador do Macrotema Biótico

PAULO HENRIQUE
MONTAGNANA VICENTE
LEME:22204426830

Assinado de forma digital por
PAULO HENRIQUE MONTAGNANA
VICENTE LEME:22204426830
Dados: 2022.08.02 11:20:53 -03'00'

Paulo Henrique Montagnana Vicente Leme
Coordenador-Geral



EXCELENTÍSSIMO(A) SENHOR(A) JUIZ(A) DE DIREITO DA 2ª
VARA DA FAZENDA PÚBLICA E AUTARQUIAS DA COMARCA DE
BELO HORIZONTE

AUTOS: 5036254-74.2020.8.13.0024

O **ESTADO DE MINAS GERAIS** vem, respeitosamente, à
presença de Vossa Excelência, requerer a substituição do assistente técnico
da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) pelo servidor abaixo
nomeado.

Nome: Gabriel Ferreira Franco
Gerência de Recuperação Ambiental Integrada - GERAI
Telefone: (32) 98416-6794
E-mail: gabriel.franco@meioambiente.mg.gov.br

Pede deferimento.

Belo Horizonte, 5 de setembro de 2022.

LYSSANDRO NORTON SIQUEIRA
PROCURADOR DO ESTADO
OAB/MG 68.720 - MASP 598.207-9



**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão

Articulação da Resposta a Acidentes Minerários - Comitê Gestor Pró-Brumadinho

Ofício SEPLAG/RAM - CB nº. 142/2022

Belo Horizonte, 05 de setembro de 2022.

À Senhora

Soraya Rodrigues Darque

Procuradoria de Demandas Estratégicas

Advocacia-Geral do Estado - AGE

Assunto: **Substituição de Assistente Técnico Feam/Sisema para a Chamada UFMG nº 02***Referência:* [Caso responda este Ofício, indicar expressamente o Processo nº 1080.01.0013457/2020-57].

Prezada Diretora,

Cumprimentando-a cordialmente, faço menção ao Memorando.FEAM/GERAI.nº 106/2022 (52521316). Diante do ali exposto, solicitamos a alteração do assistente técnico da Feam para acompanhamento da Chamada UFMG nº 02 - "Realização de mapeamento de uso e cobertura de solo em três momentos distintos da bacia".

A saber:

Substituir:**Nome: Uilliam Disney de Santana Lima**

Gerência de Avaliação Ambiental e Desenvolvimento Territorial – GEAAD

Telefone: (71) 99385-9889

E-mail: uilliam.lima@meioambiente.mg.gov.br

Por:**Nome: Gabriel Ferreira Franco**

Gerência de Recuperação Ambiental Integrada - GERAÍ

Telefone: (32) 98416-6794

E-mail: gabriel.franco@meioambiente.mg.gov.br

Desde já, agradeço e sigo à disposição.

Atenciosamente,

Fernando Resende Anelli

Coordenador do Núcleo de Articulação Social

Comitê Gestor Pró-Brumadinho

Documento assinado eletronicamente por **Fernando Resende Anelli, Servidor(a) Público(a)**, em 05/09/2022, às 11:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do

https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=60210468&infra... 1/2





[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 **52570380** e o código CRC **5B9A79F8**.

Referência: Processo nº 1080.01.0013457/2020-57

SEI nº 52570380

Rodovia Papa João Paulo II, nº 4001 - Bairro Serra Verde - Belo Horizonte - CEP 31630-901

