

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

LAÍS CARNEIRO MENDES

**ALTERAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS E DANOS AOS PEQUENOS PRODUTORES
RURIS ATINGIDOS PELO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO NA
BACIA DO RIO DO CARMO - MG**

JUIZ DE FORA

2018

LAÍS CARNEIRO MENDES



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS

**ALTERAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS E DANOS AOS PEQUENOS PRODUTORES
RURAIS ATINGIDOS PELO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO NA
BACIA DO RIO DO CARMO - MG**

Orientador: Prof. Dr. Miguel Fernandes Felipe

Coorientador: Prof. Dr. Bruno Milanez

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, área de concentração Dinâmicas socioambientais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

JUIZ DE FORA

2018

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Mendes, Laís Carneiro.

Alterações Geomorfológicas e Danos aos pequenos produtores rurais atingidos pelo rompimento da barragem de Fundão na bacia do Rio do Carmo - MG / Laís Carneiro Mendes. -- 2018.

141 p.

Orientador: Miguel Ferandes Felipe

Coorientador: Bruno Milanez

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas. Programa de Pós Graduação em Geografia, 2018.

1. Tecnógeno. 2. Geomorfologia Ambiental. 3. Barragem de Fundão. I. Felipe, Miguel Ferandes, orient. II. Milanez, Bruno, coorient. III. Título.

ALTERAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS E DANOS AOS PEQUENOS PRODUTORES
RURAIS ATINGIDOS PELO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO NA BACIA
DO RIO DO CARMO - MG

Autora: Laís Carneiro Mendes
Orientador: Prof. Dr Miguel Fernandes Felipe
Coorientador: Prof. Dr. Bruno Milanez

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Miguel Fernandes Felipe

Prof. Dr. Leonardo de Oliveira Carneiro

Prof. Dr. Antônio Pereira Magalhães Junior

JUIZ DE FORA

2018

AGRADECIMENTOS

Chega ao fim mais uma etapa da minha vida, uma das mais duras e enriquecedoras. E assim como em todas as etapas já passadas, nesta também não estive sozinha, por isso, tenho muitos agradecimentos a fazer.

Agradeço a Deus por caminhar de mão dadas comigo. Aos meus pais por me ajudarem, permitindo que eu continue meus estudos. Ao meu irmão Leandro, pelo apoio e convívio diário, sendo paciente em meus momentos mais atribulados. Ao meu noivo Gulliver, meu maior incentivador, companheiro na vida e nos meus trabalhos de campo em Barra Longa, cuja ajuda foi imprescindível.

Agradeço aos amigos de longa data e aos amigos que o mestrado me trouxe, em especial, à Carolina e à Gislaine, com quem eu compartilhei todos os processos de execução da pesquisa, dúvidas e angústias. E ao grupo TERRA, principalmente, a Lídia, Bárbara, Bruna e Nicole por toda ajuda dada na execução do projeto.

Sou extremamente grata ao meu orientador, professor Miguel Fernandes Felipe, que me auxiliou desde a fase embrionária do projeto de pesquisa até sua finalização, de forma sempre solícita, e por todos os ensinamentos além da pesquisa. Também sou grata ao professor Bruno Milanez, meu coorientador, pela indispensável ajuda no processo de formulação e execução do trabalho.

Agradeço ao professor Leonardo de Oliveira Carneiro pelas contribuições dadas e pela participação em minhas bancas de qualificação e apresentação da dissertação. E ao professor Antônio Pereira Magalhães Junior, por quem nutro grande admiração, que prontamente aceitou o convite para compor a banca de dissertação.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora e à Capes pelos subsídios fornecidos, que permitiram que eu participasse de eventos que enriqueceram meu aprendizado e que me dedicasse quase exclusivamente ao trabalho.

Por último, agradeço a todos os produtores rurais entrevistados, a Papy e a Aline, que me receberam em Barra Longa e a todos que, de alguma forma, contribuíram com a realização dessa pesquisa.

Lira Itabirana

I

*O Rio? É doce.
A Vale? Amarga.
Ai, antes fosse
Mais leve a carga.*

II

*Entre estatais
E multinacionais,
Quantos ais!*

III

*A dívida interna.
A dívida externa
A dívida eterna.*

IV

*Quantas toneladas exportamos
De ferro?
Quantas lágrimas disfarçamos
Sem berro?*

*Carlos Drummond de Andrade
(1984)*

*A todos aqueles que sofreram e ainda
sofrem as consequências desse crime.*

RESUMO

O maior crime ambiental da história do Brasil ocorreu em 5 de novembro de 2015, com o rompimento da barragem de rejeitos de mineração Fundão, pertencente à Samarco Mineração S. A. e localizada no município de Mariana (MG). Com esse acontecimento foi liberado um grande volume de rejeitos que causou a morte de 19 pessoas e incontáveis danos aos meios físico, biótico e sócio-econômico-cultural. Diante desse incidente, surge o interesse de realizar um estudo buscando avaliar as alterações geomorfológicas causadas pela deposição dos rejeitos, compreendendo desde o dique de Fundão até a confluência dos rios Carmo e Piranga, e as consequências dessas alterações geomorfológicas para os pequenos produtores rurais na área. Para a avaliação das alterações foram utilizadas imagens do software Google Earth Pro e o software ESRI ArcGIS para a realização de fotointerpretações e mapeamentos. Também foi realizado trabalho de campo para reconhecimento da área estudada. Posteriormente com o auxílio das fotointerpretações, trabalho de campo e revisão bibliográfica, foi elaborada uma matriz de interação para avaliação ambiental baseada da Matriz de Leopold. As interações dessa matriz permitiram o estabelecimento de uma listagem de possíveis danos aos produtores rurais. Subsequentemente essa listagem foi apresentada aos produtores rurais juntamente com uma entrevista semiestruturada em um trabalho de campo onde, também, ocorreu a visita às propriedades atingidas. Através desses trabalhos de campo, realização de entrevistas semiestruturadas com os produtores rurais e da troca de conhecimento proveniente dessa interação, foi possível apreender como as alterações na geomorfologia se tornaram danos para os produtores rurais, interferindo negativamente em seus modos de vida. Por fim, reitera-se que esse trabalho é de grande importância, pois esse rompimento é um evento que causou inúmeras mudanças, e ainda é algo recente e que necessita de estudos mais aprofundados para desvelar suas reais consequências.

Palavras-chave: Tecnógeno; Geomorfologia Ambiental; Barragem de Fundão

ABSTRACT

The biggest environmental crime in the history of Brazil occurred on November 5, 2015: the breaking of Fundão tailings dam, belonging to Samarco Mineração S. A., located in Mariana (MG). This event released a large volume of mining tailings, killing 19 people and causing countless damages to the physical, biotic and socio-economic-cultural sphere. This tragedy arises the interest to study the geomorphological changes caused by the deposition of the tailings, from the Fundão dam to the confluence of Carmo and Piranga rivers, evaluating the consequences of these geomorphological changes to small farmers in the area. For the interpretation of these changes, we used Google Earth Pro software images and ESRI ArcGIS software to make photo interpretations and mappings. Fieldwork was also done to recognize the studied area. Then, with the aid of photo interpretation, fieldwork and bibliographic review, an interaction matrix for environmental assessment was created based on the Leopold Matrix. The interactions on this matrix allowed to list the possible damages to the rural producers. Subsequently, when visiting their properties, we presented the list to the interviewers as a semi-structured quiz. Through these fieldworks, semi-structured interviews with rural producers, and the exchange of knowledge resulting from this interaction, it was possible to understand how the changes in geomorphology have become environmental damages to the rural producers, interfering negatively in their ways of living. Finally, we reaffirm that this work has a great importance, since this disruption is an event that has caused many changes, which is still recent and needs more in-depth studies to reveal its real consequences.

Key-words: Tecnogene; Environmental Geomorphology; Fundão Dam

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo.....	17
Figura 2: Destruição no distrito de Bento Rodrigues.....	21
Figura 3: Vista aérea da UHE Risoleta Neves.....	23
Figura 4: Fluxograma resumo da metodologia.....	45
Figura 5: Temperatura mínima, média compensada e máxima mensal referente as normais climatológicas do Brasil 1961-1990 nas estações climatológicas de Belo Horizonte, Ibirité, João Monlevade e Viçosa, em Minas Gerais.....	52
Figura 6: Precipitação acumulada mensal referente as normais climatológicas do Brasil 1961-1990 nas estações climatológicas de Belo Horizonte, Ibirité, João Monlevade e Viçosa, em Minas Gerais.....	53
Figura 7: Mapa das Unidades Geológicas.....	54
Figura 8: Mapa de solos.....	55
Figura 9: Mapa das Unidades Geomorfológicas.....	56
Figura 10: Perfil Longitudinal da barragem de Fundão até o encontro dos rios Carmo e Piranga.....	58
Figura 11: Canal tipo desfiladeiro com perfil em V.....	59
Figura 12: Canal tipo confinado com perfil em V.....	60
Figura 13: Canal tipo estreito com perfil em V.....	60
Figura 14: Canal com planície pequena.....	61
Figura 15: Canal com planície mais extensa.....	61
Figura 16: Recorte 1.....	67
Figura 17: Recorte 2.....	68

Figura 18: Recorte 3.....	69
Figura 19: Recorte 4.....	71
Figura 20: Recorte 5.....	72
Figura 21: Recorte 6.....	73
Figura 22: Recorte 7.....	74
Figura 23: Recorte 8.....	75
Figura 24: Recorte 9.....	77
Figura 25: Recorte 10.....	78
Figura 26: Recorte 11.....	79
Figura 27: Recorte 12.....	81
Figura 28: Recorte 13.....	82
Figura 29: Recorte 14.....	83
Figura 30: Recorte 15.....	84
Figura 31: Localização das propriedades rurais visitadas.....	92
Figura 32: Propriedade D.....	94
Figura 33: Propriedade J.....	95
Figura 34: Propriedade L.....	96
Figura 35: Casa reconstruída do produtor A.....	99
Figura 36: Troncos carregados pela avalanche de rejeitos, removidos dos canais e planícies aluviais.....	101
Figura 37: Área doada por um produtor para o depósito dos rejeitos removidos das planícies aluviais.....	102

Figura 38: Curral reconstruído do produtor B, próximo a Barra Longa.....	103
Figura 39: Curral improvisado nos fundos da casa do produtor I, no distrito de Gesteira.....	103
Figura 40: Área de planície aluvial utilizada como pastagem.....	104
Figura 41: Ceva de porcos do produtor B com marcas que comprovam a chegada dos rejeitos até o local de confinamento dos animais.....	106
Figura 42: Plantação de capim às margens do rio Gualaxo do Norte.....	108
Figura 43: Contenção de taludes no rio do Carmo.....	109
Figura 44: Área sofrendo erosão linear na margem do canal e sem contenção.....	110
Figura 45: Gado próximo ao rio do Carmo.....	111
Figura 46: Revegetação das margens dos canais.....	112
Figura 47: Tela para conter a erosão e a conseqüente remoção da vegetação plantada.....	113
Figura 48: Encontro dos rios Gualaxo do Norte e Carmo, próximo a propriedade do produtor D.....	115
Figura 49: Área relatada na fala do produtor M.....	116

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Estrutura da matriz adaptada.....	47
Quadro 2: Matriz adaptada da matriz original de Leopold.....	86
Quadro 3: Possíveis danos aos produtores rurais e explicação para o estabelecimento de cada dano.....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Síntese dos danos relatados pelos produtores rurais em cada propriedade.....	97
--	----

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO.....	15
CAPÍTULO II - HISTÓRICO DO CRIME AMBIENTAL.....	19
CAPÍTULO III - A CONCEPÇÃO GEOSISTÊMICA NOS ESTUDOS AMBIENTAIS....	26
CAPÍTULO IV - O TECNÓGENO NA GEOMORFOLOGIA AMBIENTAL.....	32
4.1 - Os seres humanos como agentes geomorfológicos.....	32
4.2 - Impactos e Danos Ambientais.....	36
4.3 - Avaliação de Impacto/Dano Ambiental.....	42
CAPÍTULO V – METODOLOGIA.....	45
CAPÍTULO VI - DIAGNOSTICO GEOMORFOLÓGICO.....	51
CAPÍTULO VII - AS ALTERAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS.....	62
CAPÍTULO VIII - AVALIAÇÃO DOS DANOS AOS PRODUTORES RURAIS.....	86
8.1 - Os produtores rurais e suas propriedades.....	91
8.2 - Os Danos.....	96
CAPÍTULO X - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	118
REFERÊNCIAS.....	122
APÊNDICE A: Roteiro de entrevista aplicada aos produtores rurais.....	131
APÊNDICE B: Propriedades rurais visitadas.....	134
APÊNDICE C.....	141

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

O início da exploração mineral no estado de Minas Gerais se entrelaça e, por vezes, se torna a parte principal da história do desenvolvimento do Brasil no chamado “Ciclo do Ouro”, iniciado no século XVII, quando foram descobertos os primeiros aluviões auríferos do estado (SILVA, 1995). A história mineral de Minas Gerais, assim como a de todo o país, sempre esteve envolta em ciclos de ascensão e declínio desse setor, períodos esses que tiveram grande influência na economia do Brasil.

O rompimento da barragem de Fundão, localizada no município de Mariana (MG) e pertencente à Samarco Mineração S. A., no dia 5 de novembro de 2015, encerra mais um desses ciclos (PoEMAS, 2015). Marca esta data como o dia do maior desastre ambiental da história do Brasil e o maior rompimento de barragem de rejeitos de mineração do mundo (GEMG, 2016). Esse acontecimento, segundo PoEMAS (2015), assinala o fim do megaciclo das commodities no Brasil, que teve início em 2003. Nesse período o valor no minério de ferro esteve em alta no mercado internacional, mas passou a cair a partir de 2011, evidenciando a volatilidade desse setor. Quando os preços dos minérios caem, o processo de mineração é intensificado e as mineradoras reduzem custos em diversos setores da mineração (DAVIES E MARTIN, 2009), inclusive em segurança, o que pode culminar em diversos problemas, como acidentes de trabalho e rompimentos de barragem.

Esse evento causado pela negligência da empresa, conforme indicam os laudos periciais, liberou aproximadamente 60 bilhões de litros de rejeitos que causaram o recobrimento das planícies e o assoreamento dos cursos hídricos atingidos, causando 19 mortes e incontáveis danos ao meio ambiente (FELIPPE et al. 2016a). O fluxo de lama assoreou completamente o córrego do Fundão, chegou ao córrego Santarém e ao rio Gualaxo do Norte, alcançando, posteriormente o rio do Carmo; em seguida, os rejeitos chegaram ao rio Doce e desaguarão no oceano em 21 de novembro de 2015 (FELIPPE et al. 2016a). Adiante, esses resíduos se espalharam pelo mar alcançando o Parque Nacional Marinho de Abrolhos e as reservas extrativistas do Corumbau e Cassurubá, no sul do litoral da Bahia (IBAMA, 2016).

Esse rompimento é uma amostra da capacidade que as sociedades modernas possuem de alterar a superfície, modificando os processos geológicos e geomorfológicos e produzindo novos processos na dinâmica superficial, os quais alteram as formas do relevo e geram depósitos correlativos (PELOGGIA e OLIVEIRA, 2005). Ademais, o homem possui algo que o torna diferente dos outros agentes geológico-geomorfológicos, que consiste na capacidade de escolher entre alternativas e desenvolver técnicas para a alteração da superfície. Logo, a humanidade sofre as influências da natureza, atua sobre ela e é afetada pelas consequências dessas atuações (PELOGGIA e OLIVEIRA, 2005).

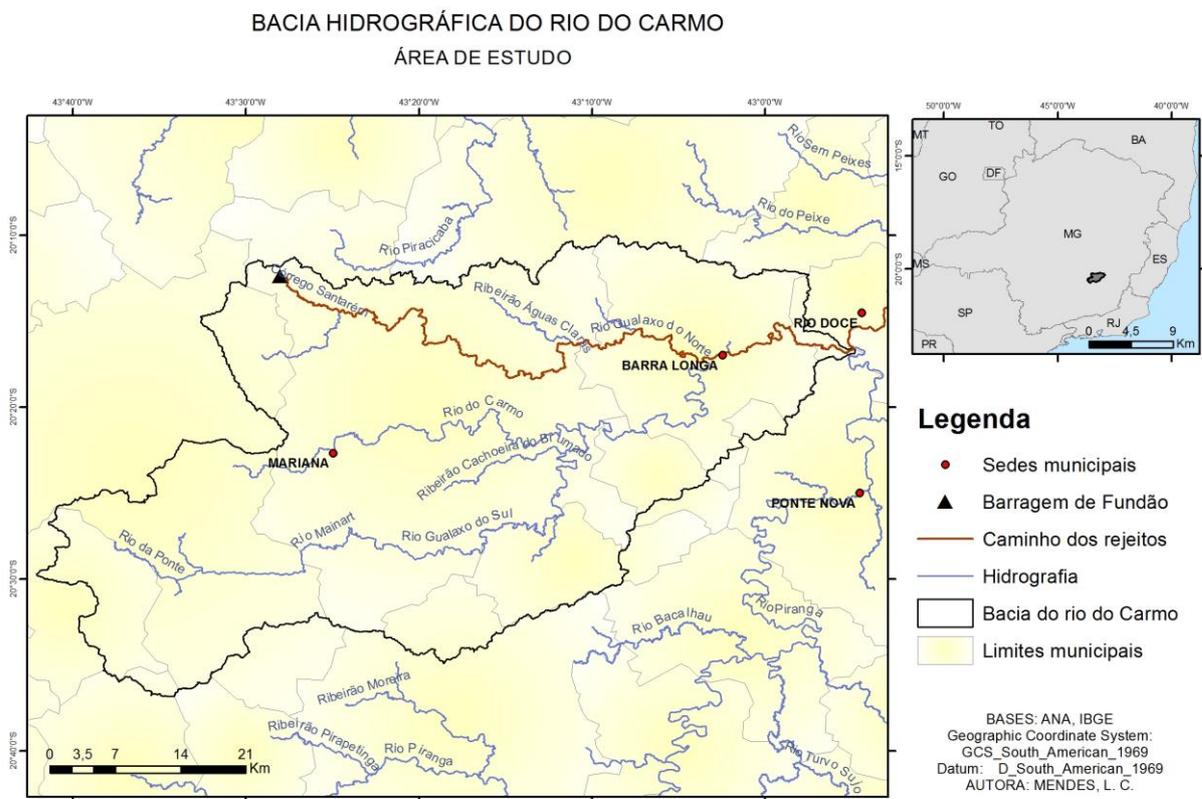
Com frequência, a ação do homem como agente geológico-geomorfológico é mais intensa que processos equivalentes que acontecem de forma natural (PELOGGIA e OLIVEIRA, 2005), portanto, fenômenos que demorariam um período de tempo muito maior para se manifestarem na escala de tempo da natureza, ocorrem de forma muito mais rápida pela ação humana (PEREZ FILHO e QUARESMA, 2011). Além disso, por vezes as alterações promovidas pelo homem superam a capacidade de resiliência dos ambientes e isso retorna para os seres humanos como danos, assim como as consequências do rompimento da barragem Fundão.

A partir desse acontecimento surge o interesse em estudar de maneira mais profunda os danos ambientais da tragédia. Fazendo o recorte para as alterações geomorfológicas decorrentes do rompimento, e como essas alterações estão afetando a vida dos pequenos produtores rurais que possuem propriedades às margens dos cursos hídricos afetados.

Esse trabalho se justifica e é necessário por ser o rompimento um acontecimento de grandes magnitudes, causador de profundas mudanças socioambientais e econômicas, que repercutiram mundialmente, gerando questionamentos sobre as políticas minerais do país. É um episódio relativamente recente e que, por isso, ainda possui poucos estudos, além de certo silêncio da geomorfologia brasileira com relação ao tema, haja vista a ausência de estudos relacionados ao rompimento de Fundão nos principais periódicos nacionais, como a Revista Brasileira de Geomorfologia. Essa pesquisa certamente contribui para a melhor compreensão do fenômeno na escala estudada, e pode subsidiar informações para intervenções que visem a melhora das áreas afetadas e colaborar com o campo de estudos sobre a questão da mineração e seus efeitos.

A área de estudo da pesquisa se insere no interior da bacia hidrográfica do rio Doce, compreende a bacia do rio do Carmo, abrangendo as margens e os cursos d'água córrego Fundão, córrego Santarém, rio Gualaxo do Norte e rio do Carmo. Abrarcando trechos dos territórios dos municípios: Mariana, Barra Longa, Rio Doce e Ponte Nova, localizados no estado de Minas Gerais (Figura 1). A escolha dessa área de estudo se deu pela bacia hidrográfica do rio do Carmo abarcar as barragens de Fundão e Santarém e os primeiros canais fluviais que receberam a torrente de rejeitos oriundos do rompimento de Fundão.

Figura 1: Localização da área de estudo.



Fonte: bases cartográficas ANA, IBGE.

Esse evento catastrófico causou diversas transformações, alterando, dentre outras coisas, a geomorfologia e a vida dos produtores rurais ribeirinhos, elementos que serão estudados nessa pesquisa. Assim como todas as atividades humanas, as atividades desses produtores se dão sobre a superfície terrestre, que antes desse evento estava apresentada de uma forma a qual esses produtores estavam adaptados. Após a súbita alteração de parte dessa superfície, a vida dessas pessoas foi severamente afetada.

O trabalho propõe avaliar as alterações geomorfológicas causadas pelo rompimento da barragem Fundão na bacia hidrográfica do rio do Carmo, buscando mapear essas alterações para que se possa apreender da forma mais clara possível como se deram essas transformações. Através do reconhecimento dessas mudanças, discute-se suas consequências dessas transformações para os pequenos produtores rurais na área de pesquisa, e uma avaliação dos procedimentos que estão sendo tomados pelos órgãos responsáveis na tentativa de minimizar os danos a esses produtores e ao meio ambiente.

CAPÍTULO II - HISTÓRICO DO CRIME AMBIENTAL

A Samarco Mineração S. A. atualmente pertence à Vale e à BHP Billiton e possui unidades em Minas Gerais e no Espírito Santo. A empresa iniciou suas operações no ano 1977, com a extração de minério a céu aberto na mina do Germano em Mariana (MG). Posteriormente, essa mina se exauriu e a mineradora passou a extrair minério no Complexo de Alegria, também em Mariana (MG). A Samarco realiza a extração do minério, o beneficiamento, o transporte dutoviário, o processo de pelotização e o transporte transoceânico das pelotas e de finos de minério de ferro para mercados em quase todos os continentes (POEMAS, 2015).

O quadro de funcionários da mineradora girava em torno de 3 mil empregados diretos e 3,5 mil contratados (ALEMG, 2015-2016) antes do rompimento. Ainda conforme a Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais – ALEMG (2015-2016):

Sua capacidade nominal de produção é de 30,5 milhões de toneladas anuais de pelotas de minério de ferro. O faturamento bruto, em 2014, alcançou R\$ 7,6 bilhões, o maior da história da empresa. No mesmo ano, a Samarco registrou lucro líquido de R\$ 2,8 bilhões em um cenário desfavorável para a mineração (ALEMG, 2015-2016, p. 8)

Minerando no município de Mariana (MG) desde sua fundação, a empresa era valorizada na região por conta da geração de empregos diretos e indiretos, e por movimentar a economia regional (ALEMG, 2015-2016), porém existia um perigo em suas atividades que se encontrava oculto para a população até a tarde de 5 de novembro de 2015, quando ocorreu o rompimento da barragem Fundão.

Conforme PoEMAS (2015) esse rompimento de Fundão marca o fim do megaciclo das *commodities* no Brasil, que teve início nos anos 2000, mais precisamente em 2003, quando os preços do minério viveram o período de alta, e durou até 2013, quando os preços já estavam em baixa. Durante o “boom” do setor mineral “[...] as importações globais de minérios saltaram de US\$ 38 bilhões para US\$ 277 bilhões (um aumento de 630%)” (POEMAS, 2015, p. 15). Acostumado com essa alta do mercado, o país tornou-se mais dependente do setor minerário, porém o valor do minério no mercado internacional é volátil, e a partir de 2011 o valor do minério começou a cair (POEMAS, 2015).

Davies e Martin (2009) afirmam que quando os preços dos minérios começam a cair no mercado internacional, aumentam as chances de rompimentos de barragens de rejeitos, que são causados por diversos fatores como: no período de alta dos preços há a necessidade de obter licenciamentos de forma rápida e pressiona-se os órgãos ambientais, que acabam liberando a construção sem avaliações completas; as empresas contratam serviços de engenharia mais caros porque o valor dos serviços desse setor também está mais elevado devido à alta demanda, o que causa o endividamento da mineradora; quando o preço do minério cai intensifica-se o processo de produção e a necessidade de reduzir custos.

A barragem de Fundão iniciou as operações em 2008, período que coincide com as altas dos preços do minério de ferro, e “seu licenciamento foi realizado por instituições que passam por intenso processo de precarização, sendo sua aprovação vinculada a uma série de condicionantes” (POEMAS, 2015, p. 15). A Samarco também começou a se endividar mais, sem ter o aumento da sua receita, e existem sinais “[...] de que tal pressão causou uma intensificação no processo produtivo e, possivelmente, negligência com aspectos de segurança” (POEMAS, 2015, p. 15-16).

Considerando a análise de PoEMAS (2015), se a variação dos preços do minério é algo que sempre acontece no mercado internacional, os rompimentos de barragens, então, não são acontecimentos acidentais ou eventos casuais, na verdade são “[...] elementos inerentes à dinâmica econômica do setor mineral” (POEMAS, 2015, p. 16). Algo, portanto, preocupante, pois pode se repetir, causando mais danos ambientais no futuro caso não sejam tomadas medidas para intensificar a fiscalização na construção de barragens e operação de mineradoras.

Com o rompimento da barragem de Fundão, o fluxo de lama liberado, com base no tamanho da barragem, foi de aproximadamente 60 bilhões de litros causando 19 mortes de seres humanos, aproximadamente 750 pessoas ficaram desabrigadas ou desalojadas (Figura 2), milhares de pessoas tiveram o abastecimento de água interrompido por diversos dias, além dos imensuráveis danos ambientais, sociais e econômicos em 35 municípios mineiros e três municípios capixabas, além das áreas rurais ao longo de todos os cursos d'água atingidos, por cerca de 600 km até a foz do rio Doce, em Regência – ES (GEMG, 2016; FELIPPE et al. 2016a).

Figura 2: Destruição no distrito de Bento Rodrigues



Fonte: A autora (05/11/2016)

Segundo Segura et al. (2016) as análises apontam para potencial mobilidade dos elementos Bário, Arsênio, Cádmiu, Estrôncio, Ferro, Manganês, Alumínio, Chumbo, dentre outros elementos contidos nos rejeitos oriundos de Fundão para compartimentos ambientais como a água, solo, sedimentos e mar, sendo que Bário, Estrôncio, Ferro, Manganês e Alumínio apresentam maior mobilidade, em comparação com outros elementos.

O GEMG (2016) afirma que:

A lama provocou a morte de mais de 11 toneladas de peixes, ameaçou a extinção de algumas espécies, impactou fauna, flora, áreas marítimas e de conservação, além de causar prejuízos ao patrimônio, às atividades pesqueira, agropecuária, turismo e lazer na região. Um agravante da situação foi que o empreendimento e as comunidades vizinhas à barragem não possuíam um plano de contingência, que poderia minimizar os danos à população e os impactos ao meio ambiente (GEMG, 2016, p. 6).

No que assegura ALEMG (2015-2016)

[...] paralisando no caminho a fábrica de celulose da Cenibra, a Usina Hidrelétrica Risoleta Neves (mais conhecida como Candonga), as Usinas Hidrelétricas de Baguari, Aimorés e Mascarenhas de Moraes, as captações de água de municípios do porte de Governador Valadares e outros mais em

Minas e no Espírito Santo, além de causar prejuízos à economia e ao sustento de milhares de famílias (ALEMG, 2015-2016, p. 9)

A grande quantidade de rejeito lançada de forma abrupta se comportou de forma diferente ao longo de todos os canais afetados. Da barragem Fundão à confluência do córrego Santarém com o rio Gualaxo do Norte a quantidade de sedimentos superou a capacidade de transporte dos canais assoreando os mesmos (FELIPPE et al. 2016b). Os leitos maior e menor foram cobertos e o sistema fluvial foi completamente modificado. Na planície do córrego Santarém o rejeito se espalhou lateralmente destruindo quase totalmente o distrito de Bento Rodrigues (Mariana – MG) (FELIPPE et al. 2016b). Houve alteração das calhas fluviais e refluxo de material nos pequenos afluentes e no rio Gualaxo do Norte quando este recebe as águas do córrego Santarém há 7 km a jusante da barragem Fundão (FELIPPE et al. 2016b).

Da confluência do córrego Santarém com o rio Gualaxo do Norte até a UHE Risoleta Neves localizada no limite entre os municípios Rio Doce (MG) e Santa Cruz do Escalvado (MG), trecho que abrange o rio Gualaxo do Norte, o rio do Carmo e um pequeno segmento do rio Doce, não ocorreu alteração da forma das calhas fluviais, apesar do leito menor ter sido recoberto (FELIPPE et al. 2016b). O fluxo de lama promoveu uma onda de cheia que inundou todo o leito maior afetando a planície fluvial. Também ocorreu refluxo de materiais na confluência do rio Gualaxo do Norte com o rio do Carmo. A cidade de Barra Longa (MG) teve toda a planície recoberta por sedimentos e com isso diversos imóveis foram atingidos (FELIPPE et al. 2016b). Conforme Felipe et al. (2016b):

Esse padrão se mantém até a UHE Risoleta Neves: trechos de maior energia fluvial apresentam maior transporte de sedimentos e menor deposição nas margens; trechos de menor energia (confluências, remansos etc.) acabam por apresentar depósitos mais extensos e espessos que atingem até as margens do leito maior (FELIPPE et al. 2016b, p. 143).

A UHE Risoleta Neves (Figura 3) impediu que mais rejeitos fossem carregados para jusante, uma vez que barrou cerca de cerca de 10 milhões de m³ da lama. Até o início do ano de 2018, as atividades dessa hidrelétrica permaneciam paralisadas, pois seu lago foi assoreado pelos rejeitos, e também não possuía uma previsão para retomar suas operações, pois a Samarco estava fazendo a dragagem do material (ALEMG, 2015-2016).

Figura 3: Vista aérea da UHE Risoleta Neves



Fonte: Reprodução/TV Globo (29/10/2016).

Da Usina Hidrelétrica Risoleta Neves à Usina Hidrelétrica de Baguari localizada no município de Governador Valadares (MG) constataram-se poucas alterações morfológicas, com “apenas alguns depósitos de recobrimento em barras fluviais” (FELIPPE et al. 2016b, p. 145), entretanto, houve alterações na dinâmica hidrossedimentológica do canal (FELIPPE et al. 2016b). Já da UHE Baguari até a Foz do rio Doce não ocorreram mudanças na geomorfologia, as alterações foram somente hidrossedimentológicas, devido ao maior volume de água e a maior capacidade de transporte (FELIPPE et al. 2016b).

Após os rejeitos alcançarem a costa, eles se espalharam pelo mar e chegaram ao Parque Nacional Marinho de Abrolhos e às reservas extrativistas do Corumbau e Cassurubá, localizadas no sul do litoral da Bahia (IBAMA, 08 de janeiro de 2016). Isso foi constatado no dia 07 de janeiro de 2015 por analistas do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), que sobrevoaram a área e verificaram a presença de sedimentos, além da observação, por imagens de satélite, da movimentação da pluma de rejeitos (IBAMA, 08 de janeiro de 2016).

Segundo o GEMG (2016, p. 5) “o rompimento da barragem de Fundão foi considerado o maior desastre ambiental do Brasil e o maior do mundo envolvendo barragens de rejeito,

com efeitos que serão sentidos ao longo dos anos”, e os efeitos desse acontecimento foram considerados pela lei como crimes ambientais de responsabilidade da Samarco, sendo a Vale e a BHP Billiton também consideradas co-responsáveis (FELIPPE, et al. 2016).

Como afirma ALEMG (2015-2016, p 10), em função da “[...] necessidade de recuperar, mitigar, remediar, reparar, inclusive indenizar, e nos casos em que não houver possibilidade de reparação, compensar os impactos nos âmbitos socioambiental e socioeconômico”, foi estabelecido um acordo entre a União, o Estado de Minas Gerais, o Estado do Espírito Santo e a Samarco, em que a mineradora irá gastar, num período de 15 anos, o valor aproximado de 20 bilhões de reais, que pode aumentar ou diminuir “[...] na medida em que os projetos de recuperação em cada área forem sendo elaborados, executados e tiverem suas metas atingidas” (ALEMG 2015-2016, p 10). Porém esse acordo foi estabelecido sem participação dos atingidos, que não puderam se manifestar com relação a forma que desejavam que esse dinheiro fosse usado. Em função dessa falta de participação sua homologação pela justiça foi anulada (EBC, 04 de novembro de 2016).

Em 20 de Abril de 2017 foi divulgado o Plano de Manejo de Rejeito desenvolvido pela empresa CH2M para a Fundação Renova. Esse plano foi elaborado a partir de da realização de workshops mediados pela Fundação Dom Cabral, onde participaram diversas instituições, especialistas, professores e partes interessadas¹ (CH2M, 2017) novamente sem participação dos atingidos.

Esse Plano contém as orientações para a realização ações de manejo dos rejeitos, o processo:

é composto por passos lógicos e atingíveis para identificar riscos, impactos e oportunidades, definir opções para endereçá-los, e então, por fim, avaliar aquelas alternativas de manejo que se apresentam mais efetivas na minimização dos riscos e na restauração do ambiente (CH2M, 2017, p. 20).

¹ CDTN; CEMIG; CH2M; Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Doce – CBH-Doce; Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM); Golder Associates; IGS/PMGA; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA); Instituto Estadual de Florestas (IEF); Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (IEMA); Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM); Ministério Público do Estado de Minas Gerais; Ministério Público Federal; NHCWeb; P3M; Pórtamos; Ramboll; Rhama; Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais; Seiva Consultoria; SRK; Universidade Federal de Lavras (UFLA); Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Segundo CH2M (2017), o Plano deverá ser dividido em categorias de planejamento durante seu processo de execução, acrescenta, ainda, que o Plano possui uma característica dinâmica e que será revisado periodicamente conforme novos procedimentos sejam incorporados.

CAPÍTULO III - A CONCEPÇÃO GEOSISTÊMICA NOS ESTUDOS AMBIENTAIS

O desenvolvimento da humanidade traz consigo a evolução das técnicas aplicadas aos mais diversos estudos, conduzindo a novas concepções das relações entre homem e natureza e novos métodos (MARQUES NETO, 2008). A ciência geográfica também evoluiu ao longo dos séculos passando por várias escolas de pensamento, sempre discutindo o seu objeto de estudo e seus métodos (LIMBERGUER, 2006).

[...] desde a Antiguidade, pensadores como Aristóteles, Platão, Sócrates, procuravam uma maneira de entender o funcionamento do mundo, e por esta dúvida criavam teorias, buscavam explicar os acontecimentos, fenômenos da natureza e o comportamento humano (LIMBERGUER, 2006, p. 96).

Posteriormente, no período da Idade Média, “[...] pensadores como Santo Agostinho, Santo Ambrósio e Santo Tomás de Aquino viam o mundo sob as ordens dogmática e metafísica” (LIMBERGUER, 2006, p. 96). Esses pensadores ajustaram os conhecimentos dos pensadores da Antiguidade às conjecturas da Igreja Católica, conhecimentos esses que “[...] eram pautados principalmente na visão orgânica da natureza e pela ordem divina de criação e provisão, presentes no sistema feudal” (LIMBERGUER, 2006, p. 96).

Com o fim da Idade Média tem início o Iluminismo, inaugurando uma mudança de pensamento “[...] como valorização da razão, do questionamento, da crença nas leis naturais, na crença dos direitos naturais, defesa da liberdade política e ideológica e crítica às instituições vigentes na época” (LIMBERGUER, 2006, p. 96). Nesse momento de mudanças, surge na Ciência a chamada abordagem Cartesiana ou Mecanicista, que “[...] preconizava a razão, a análise de dados sensíveis e a experiência” (LIMBERGUER, 2006, p. 96). O pensamento Cartesiano ou Mecanicista pressupunha que “[...] entendendo-se as partes seria possível compreender o funcionamento do todo” (LIMBERGUER, 2006, p. 97). Todavia, segundo Vicente e Perez Filho (2003, p.329) “o pensamento mecanicista sempre esbarrou no contexto de uma realidade, como ela se apresenta, ou seja, complexa, integrada e por vezes caótica”.

Com a finalidade de ser uma alternativa ao pensamento cartesiano, surge a abordagem sistêmica, que não pretende eliminar outros métodos de estudo, mas busca complementá-los em uma tentativa de compreender a realidade de uma forma melhor (LIMBERGUER, 2006).

Na década de 1930 é divulgada por Bertalanffy e Defay a abordagem sistêmica, e na década de 1950 é lançado o livro *General System Theory* (Teoria Geral dos Sistemas), por Bertalanffy (LIMBERGUER, 2006). Em sua proposta, Bertalanffy (1973, p. 28) presumia uma “episteme complexa”, e a busca por uma linguagem científica que tivesse a capacidade de englobar os mais diversos campos do conhecimento (BERTALANFFY, 1973; VICENTE e PEREZ FILHO, 2003).

Bertalanffy (1973) salienta que:

É necessário estudar não somente partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica, resultante da interação dinâmica das partes, tornando o comportamento das partes diferentes quando estudado isoladamente e quando tratado no todo (BERTALANFFY, 1973; p. 53).

A seguinte justificativa para elaboração da proposta é apresentada:

A necessidade resultou do fato do esquema mecanicista das séries causais isoláveis e do tratamento por partes ter se mostrado insuficiente para atender aos problemas teóricos, especialmente nas ciências bio-sociais, e os problemas práticos propostos pela moderna tecnologia. A viabilidade resultou de várias novas criações – teóricas, epistemológicas, matemáticas, etc. – que, embora ainda no começo, tornaram progressivamente realizável o enfoque dos sistemas (BERTALANFFY, 1973, p. 29).

Bertalanffy (1973, p.62) define os sistemas como “[...]um conjunto de elementos em interação”, e essa definição se mostra como extremante vaga, porém, ela “faz referência à condição mais geral e básica que permeia todos os tipos de sistemas” (VICENTE e PEREZ FILHO, 2003, p.330).

Os sistemas podem ser classificados em abertos e fechados, segundo Bertalanffy (1973). Os sistemas fechados correspondem às relações de elementos, conduzidos pelos conceitos fundamentais da física, e seus fluxos de energia e matéria ocorrem dentro de um ambiente fechado (VICENTE e PEREZ FILHO, 2003).

Já os sistemas abertos estão sob influência de diversas reações, como afirma Bertalanffy (1973):

Todo o organismo vivo é essencialmente um sistema aberto. Mantém-se em um contínuo fluxo de entrada e saída, conserva-se mediante a construção e a decomposição de componentes, nunca estando, enquanto vivo, em um estado

de equilíbrio químico e termodinâmico, mas mantendo-se no chamado estado estacionário, que é distinto do último (BERTALANFFY, 1973, p.103).

As concepções de Bertalanffy foram recebendo críticas e passando por avanços, ao longo dos anos. Como exemplo, pode-se citar Edgar Morin e suas discussões sobre a complexidade dos sistemas e da abordagem sistêmica como método de interpretação conjunta da realidade.

Morin (1977) afirma que:

O sistema aparece como um conceito-pedestal e, como tal, de Galileu até meados do nosso século, não foi estudado, refletido. Pode-se compreender por que: ora a dupla e exaustiva atenção dada aos elementos constitutivos dos objetos e às leis gerais que os regem impede qualquer surgimento da ideia de sistema, ora a ideia emerge sutilmente, subordinada ao caráter sui generis dos objetos encarados disciplinarmente. Assim, no seu sentido geral, o termo “sistema” é uma palavra-envelope; em seu sentido particular, adere de forma inseparável à matéria que o constitui: nenhuma relação é então concebível entre os diversos empregos da palavra sistema: sistema solar, sistema atômico, sistema social; a heterogeneidade dos constituintes e dos princípios de organização entre sistemas estelares e sistemas sociais é tão evidente e chocante que aniquila toda possibilidade de ligar em uma só as duas acepções do termo sistema (MORIN, 1977, p. 130).

Conforme dito acima, pode-se entender que a determinação do objeto de estudo das mais diversas áreas baseia-se no conceito de sistema (MARQUES NETO, 2008). Como afirma Marques Neto (2008, p.71) “estabelece-se então que o geossistema é o sistema do geógrafo, o ecossistema sendo o sistema para o ecólogo e para o biólogo, o corpo humano e seus subsistemas a grandeza sistêmica dos estudiosos das ciências médicas e assim por diante”.

O conceito de geossistema foi proposto por Viktor Sotchava, em 1962, pensador, esse, advindo da escola geográfica soviética. Sotchava (1977, p. 9) diz que os geossistemas são “formações naturais, experimentando, sob certa forma, o impacto dos ambientes social, econômico e tecnogênico”. Segundo Sotchava (1977), os geossistemas podem ser caracterizados por formarem conjuntos homogêneos e heterogêneos, podendo também subdividirem-se formando subsistemas, “[...] e que, ao comportarem-se como um fragmento autônomo, funcionam de maneira independente em espaços pequenos, porém completamente perceptíveis” (OLIVEIRA, 2013 p. 45).

Sotchava (1977) também considera os geossistemas são fenômenos, que se estendem em escalas diferentes e de forma hierarquizada. Sobre essa hierarquia:

Hierarquia de construção é a mais importante feição dos geossistemas. Devido a isso, tanto a área elementar da superfície da Terra, quanto o geossistemas planetário (“geographical cover”), ou as subdivisões intermediárias do meio natural, representam (cada qual separadamente ou em conjunto) uma unidade dinâmica, com uma organização geográfica a ela inerente (SOTCHAVA 1977, pág. 9).

Sotchava (1978) propõe uma classificação para os geossistemas. Estabelece duas fileiras, as do geômeros (características homogêneas) e os geócoros (características heterogêneas). Nas palavras do autor:

De uma ou de outra maneira (visual ou experimental) a área homogênea é o ponto de partida para a classificação do geossistema. As áreas homogêneas similares unem-se no fácies ainda também segundo o princípio de homogeneidade. Daí para generalizações, às classes superiores vão se superpondo (grupos e classes de fácies, geomias, etc.), até formarem em sua totalidade a classificação da fileira dos geômeros.

A área homogênea elementar (geômero elementar ou biogeocenose) exprime-se em pequenos espaços. Na prática, como sistema de trocas do material energético, somente pode funcionar em interação com as áreas homogêneas contíguas, pertencentes a outra fácies. O menor número de parcelas de combinações territoriais de áreas elementares, assegurando o mínimo de condições para o seu funcionamento e a manutenção específica do caráter da geografia física, constitui o geócoro de grau superior imediato: um microgeócoro. Ainda em territórios pequenos e junto com ele, em comunidades naturais singulares, estes se unem no mezzo e passam ao macrogeócoro até atingir na província a mais importante divisão territorial do meio natural. Adicionando-se todas essas parcelas atinge-se a classificação dessa fileira especial dos geossistemas, constituindo-se nos geócoros de variadas dimensões (SOTCHAVA, 1978, p. 6).

Trazendo as concepções da Europa Ocidental, Bertrand (1972), proveniente da Escola Francesa, concebe a paisagem como:

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (BERTRAND, 1972, p. 02).

O autor também utiliza os geossistemas para propor uma classificação das paisagens. Para Bertrand é possível se entender a paisagem em escalas variadas e o geossistema é uma dessas escalas onde se pode estudar a paisagem (OLIVEIRA, 2013).

Conforme Bertrand “[...] o sistema de classificação finalmente escolhido comporta seis níveis têmporo-espaciais; de uma parte a zona, o domínio e a região; de outra parte, o geossistema, o geofácies e o géotopo” (BERTRAND, 1972, p. 14), os três primeiros estão inseridos dentro da delimitação das unidades superiores, e os três últimos nas unidades inferiores (BERTRAND, 1972).

Para Christofolletti (1999), o estudo dos sistemas ambientais físicos, ou geossistemas, é uma preocupação da Geografia Física, que se constitui em um subconjunto da disciplina Geografia. Esses sistemas ambientais físicos:

[...] representam a organização espacial resultante da interação dos elementos componentes físicos da natureza (clima, topografia, rochas, águas vegetação, animais, solos) possuindo expressão espacial na superfície terrestre e representado uma organização (sistema) composta por elementos, funcionando através dos fluxos de energia e matéria, dominante numa interação areal (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 42).

Como afirma Limberguer (2006) na conceituação de geossistema ainda persistem “contradições teóricas e dificuldades de aplicação” (LIMBERGUER, 2006, p. 103), outro problema é a existência, em alguns trabalhos, da divisão de um geossistema entre geossistema físico-ambiental e geossistema sócio-econômico, ocorrendo a perda do aspecto integrador inerente ao mesmo, mas essas dificuldades não devem impossibilitar as discussões que busquem “[...] um processo de evolução na análise geográfica, que vise uma integração dos fatores analisados e que transcenda o simples catalogar ou diagnosticar os fenômenos que se desenvolvem no espaço” (LIMBERGUER, 2006, p. 103).

A pertinência da abordagem geossistêmica para a presente pesquisa, pode ser evidenciada nas palavras de Guerra e Marçal (2006, p. 97) que afirmam:

[...] para estudos em Geografia Física, nos últimos anos, a visão geossistêmica, como abordagem metodológica, vem se caracterizando como seu objetivo fundamental, considerando que os geossistemas correspondem a fenômenos naturais (fatores geomorfológicos, climáticos, hidrológicos e vegetação), porém englobando os fatores econômicos e sociais, que, juntos,

representam a paisagem modificada, ou não, sociedade” (GUERRA e MARÇAL, 2006, p. 97).

O meio ambiente se introduz dentro da abordagem anteriormente apresentada, uma vez que no ambiente estão inseridos diversos geossistemas. Geossistemas esses, que na própria conceituação de Sotchava (1977), apresentada anteriormente, sofrem influências dos ambientes social, econômico e tecnogênico. Os seres humanos estão incluídos, portanto, nos geossistemas, e esses seres humanos são elementos engendrando, e o único elemento politizado do sistema (BORSATO e SOUZA FILHO, 2004). Por isso, apesar de fazer parte dele, é um elemento “especial” cujas ações transcendem a relação espaço/tempo dos geossistemas (pela tecnologia que é capaz de produzir) (BORSATO e SOUZA FILHO, 2004). As alterações que o homem promove transformam os sistemas, por vezes, acima da sua capacidade de resiliência, e as consequências dessas atividades retornam aos seres humanos como impactos ambientais. Porém, deve ficar claro que nem todos os grupos humanos por questões históricas e/ou sociais possuem as mesmas capacidades de alteração dos sistemas e, tampouco, a mesma vulnerabilidade às suas consequências.

Grandes corporações empresariais exercem grandes modificações nos sistemas, e as consequências dessas modificações podem não atingir essas corporações de modo que elas, inclusive, são isentadas das responsabilidades de ações danosas que provocam. O restante da sociedade, que não possuem o mesmo poder que as grandes empresas, está sempre exposto e vulnerável aos efeitos de ações dessas corporações.

CAPÍTULO IV - O TECNÓGENO NA GEOMORFOLOGIA AMBIENTAL

4.1 Os seres humanos como agentes geomorfológicos

Há séculos o ser humano tem agido sobre a natureza principalmente por meio de suas atividades produtivas, que com o passar do tempo foram gerando copiosos efeitos geológicos e geomorfológicos de grande variedade. Essa constatação da humanidade alterando as dinâmicas geológicas e geomorfológicas se dá, em princípio, ao se comparar os processos morfodinâmicos sem a participação humana e os processos morfodinâmicos que envolvem a participação do ser humano (PELOGGIA, 1997; OLIVEIRA, 2005).

Assim, obras de terraplenagem seriam comparáveis a processos erosivos; obras subterrâneas seriam comparáveis a formação de cavernas; subsidências e colapsos em terrenos cársticos a processos semelhantes em áreas mineradas; sismos naturais a sismos induzidos por reservatórios, etc (OLIVEIRA, 2005, p. 2).

Pode-se comparar, também, os volumes dos sedimentos produzidos, pois, mesmo que a existência do homem seja ínfima em comparação com a existência do planeta e suas dinâmicas geológicas e geomorfológicas, os processos em que o homem está envolvido acontecem de forma muito mais intensa do que os que se dão de forma natural (OLIVEIRA, 2005).

Entretanto, apesar da intensificação dos processos causada pelo ser humano, o ambiente não pode ser considerado uma produção do homem, pois a natureza nunca deixou de existir e de ser “responsável por processos de formação de organizações espaciais, ou ainda, que não seja capaz de influenciar a estruturação, a dinâmica e o funcionamento dos sistemas antrópicos” (PEREZ FILHO e QUARESMA, 2011, p. 84).

Peloggia e Oliveira (2005) consideram que o ser humano:

É, portanto, um ser natural que se diferencia da natureza, que sofre suas influências mas também age sobre ela, que interage e transforma o meio mas que também se transforma em decorrência dessa interação que se dá na busca de seus meios de produção de existência (PELOGGIA e OLIVEIRA, 2005, p. 1).

A Geomorfologia Ambiental surge dessa perspectiva, reconhecendo o ser humano como agente nos processos geomorfológicos e na dinâmica evolutiva do relevo (GUERRA e MARÇAL, 2006). Conforme o homem necessita utilizar uma parcela da superfície terrestre

para suas atividades, é necessário aprender sobre o relevo, os componentes rochosos e hídricos, sobre o solo, dentre outros fatores. E, conhecendo melhor todos os componentes, é possível utilizar de forma melhor os recursos, assim como é viável, através desse conhecimento, impedir a ocorrência de acidentes na área utilizada (GUERRA e MARÇAL, 2006).

A Geomorfologia Ambiental pode ser conceituada:

“[...] como sendo a aplicação dos conhecimentos geomorfológicos ao planejamento e ao manejo ambiental. Ela inclui o levantamento dos recursos naturais, a análise do terreno, a avaliação das formas de relevo, a determinação das propriedades químicas e físicas dos materiais, o monitoramento dos processos geomorfológicos, as análises de laboratório, o diagnóstico ambiental e a elaboração dos mapas de risco. Os referidos autores destacam ainda que a Geomorfologia Ambiental tem crescido muito nos últimos anos devido à necessidade de se ocuparem novas áreas na superfície terrestre, onde o planejamento ambiental torna-se indispensável, para que sejam evitadas catástrofes. Dessa forma a Geomorfologia Ambiental procura entender a superfície terrestre, levando em conta uma abordagem integradora, onde o ambiente (natural e transformado pelo homem) seja o ponto de partida, bem como o objeto desse ramo de conhecimento” (GUERRA e MARÇAL, 2006, p. 32).

Por conseguinte, a Geomorfologia Ambiental pode ser um importante instrumento que contribui com estudos para diminuição e/ou solução de “problemas relacionados ao meio físico com que as sociedades se deparam atualmente” (GUERRA e MARÇAL, p. 21).

Para caracterizar a época em que as atividades humanas começam a denotar tais mudanças, em que se passa a considerar o homem como agente geológico-geomorfológico, foi proposto um novo período geológico, conhecido como Tecnógeno (PELOGGIA, 1997). A partir da década de 1980, tal proposição começa a aparecer em pesquisas científicas. Os primeiros pesquisadores a utilizarem esse período foram os soviéticos Chemekov (1982 apud MACHADO, 2013) e Ter-Stepanian (1988).

Segundo Peloggia (1997, p. 258), “[...] a ação humana sobre a natureza tem consequências referíveis a três níveis de abordagem, em termos de formas, processos, formações e depósitos superficiais do ambiente geológico”. Um dos níveis seria a modificação do relevo e alterações fisiográficas da paisagem, quando se trata de terraplanagem, retificações de canais fluviais, área de mineração, dentre outras.

Outro nível seria as alterações na fisiologia das paisagens, como a:

criação, indução, intensificação ou modificação do comportamento de processos da dinâmica externa (incremento da erosão e da carga sedimentar correlativa, escorregamentos em geral, infiltração e escoamento, drenagem pluvial e fluvial, taxas de sedimentação, fluxos subterrâneos etc.), de porte comparável aos resultantes de variações climáticas ou efeitos tectônicos; e nas áreas urbanas, resultando em uma outra organização da fisiologia da paisagem criada pelo construtivismo (PELOGGIA, 1997, p. 258).

Um terceiro nível seria a criação de depósitos superficiais correlativos, que se estabelecem como registros estratigráficos e se comparam aos depósitos quaternários (PELOGGIA, 1997). À junção dos três níveis dá-se o nome de tecnogênese (PELOGGIA, 1997).

O relevo tecnogênico, na concepção de Pellogia (1998b), trata das formas de relevo em que o ser humano é o agente geomórfico. Existem as “formas de degradação (resultantes de processo tecnogênicos degradativos, como terrenos rampados e vertentes ravinadas) ou de agradação (resultantes de processos agradativos, como aterros e morrotes artificiais e planícies aterradas)” (PELOGGIA e OLIVEIRA, 2005, p. 2).

Os depósitos tecnogênicos segundo Pellogia (2003, p.1) “[...] constituem uma classe de formação superficial gerada em decorrência da atividade geológica humana”, podem ser considerados registros geológicos dessas atividades (PELOGGIA e OLIVEIRA, 2005). Oliveira (1990) afirma que não é possível adotar o termo antropogênico para denominar esses depósitos porque esse termo tem sido usado para os eventos do Período Antropogênico.

No Brasil, para o estudo e interpretação dos depósitos tecnogênicos, se utilizam, na maioria dos trabalhos, as classificações propostas por Chemekov (1983), Fanning e Fanning (1989) e Oliveira (1990) (MACHADO, 2013).

Segundo Pellogia (1988) Chemekov classifica os depósitos em 11 tipos:

Depósitos de pilhas aterradas (dumped), de aterramento de depressões (filled), mistos ou agrotécnicos, aluviação artificial (washed up), dragagem (rewashed), obras de terra (construction), camadas cultivadas (cultural layers), deposição em reservatórios (precipitação), assoreamento de canais (linear agradation), depósitos naturais com componentes tecnogênicos (technogenically changed) e sedimentação natural em reservatórios (technogenically caused) (PELOGGIA, 1998, p. 81).

A classificação de Fanning e Fanning (1989 apud PELOGGIA, 1997), utiliza quatro categorias:

- 1) Materiais “úrbicos” (do inglês, urbic): tratam-se de detritos urbanos, materiais terrosos que contêm artefatos manufaturados pelo homem moderno, frequentemente em fragmentos, como tijolos, vidro, concreto, asfalto, pregos, plástico, metais diversos, pedra britada, cinzas e outros, provenientes por exemplo de detritos de demolição de edifícios;
- 2) Materiais “garbicos” (do inglês garbage, lixo): tratam-se de depósitos de material detrítico com lixo orgânico, de origem humana e que apesar de conterem artefatos em quantidades muito menores que a dos materiais úrbicos, são suficientemente ricos em matéria orgânica para gerar metano em condições anaeróbicas.
- 3) Materiais “espólicos” (do inglês spoil, despojo): materiais terrosos escavados e redepositados por operações de terraplenagem em minas a céu aberto, rodovias ou outras obras civis. Contêm muito pouca quantidade de artefatos, sendo identificados pela expressão geomórfica “não natural”, ou ainda por peculiaridades texturais e estruturais em seu perfil.
- 4) Materiais “dragados”: materiais terrosos provenientes da dragagem de cursos d’água e comumente depositados em diques em cotas topográficas superiores as da planície aluvial (FANNING e FANNING apud PELOGGIA, 1997, p. 60-61).

Em seu trabalho, Oliveira (1990) faz uma simplificação e classifica os depósitos tecnogênicos de acordo com a gênese, que são: “construídos (aterros, corpos de rejeitos, etc.); induzidos (assoreamento, aluviões modernos, etc.); modificados (depósitos naturais alterados por efluentes, adubos, etc.)” (PELOGGIA, 1997, p. 60).

Segundo Machado (2013), as classificações possuem suas diferenciações e simplificações, mas são baseadas no trabalho de Ter-Stepanian (1988), no qual os depósitos são classificados conforme sua composição orgânica, inorgânica, terrígena ou heterogênea.

O rompimento da barragem Fundão pode ser caracterizado como um evento tecnogênico e se constitui em uma amostra da capacidade do ser humano de alterar a geomorfologia e a geologia da superfície terrestre, gerando os depósitos correlativos, nesse caso, originários da extração de minério.

E estudos sobre esse evento que utilizem a Geomorfologia Ambiental como instrumento de planejamento podem evitar que outros incidentes como esse aconteçam, assim como podem contribuir para que as implicações danosas desse crime ambiental sejam minimizadas, diminuindo seus efeitos sobre os cursos hídricos, vegetação, vida animal, e na sociedade.

4.2 Impactos e danos ambientais

Diversos são os conceitos que permeiam os estudos ambientais, conceitos esses, que são utilizados muitas vezes de forma errônea pelo senso comum, tamanha as variações e complexidades, o que pode ser justificado pela grande abrangência do tema meio ambiente.

Segundo a legislação que institui a Política Nacional de Meio Ambiente, o conceito de meio ambiente é o indicado no artigo 3º da lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, e propõe que “[...] para os fins previstos nesta Lei, entende-se por: I - meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”. Já a norma ISO 14001:2004 possui um conceito mais simplificado definindo meio ambiente como a “circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo-se ar, água, solo, recursos naturais, flora fauna, seres humanos e suas inter-relações”.

As conceituações acima expressam a amplitude e complexidade do conceito, abarcando os seres vivos, suas relações e o espaço onde essas relações acontecem. Christofolletti (1999, p. 37) considera que “ o termo ambiente possibilita ser aplicado a questões que oscilam desde a escala de grandeza mundial até a microescala pontual”, têm sido usado amplamente, mostrando suas especificidades e, muitas vezes, é utilizado de forma errônea (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Para a presente pesquisa, o conceito que melhor se adequa é o de Dano Ambiental, porém, antes de se discutir sua conceituação, é necessário abordar outros dois conceitos, que são mais consolidados e que ajudam a compreendê-lo, são eles: impacto ambiental e degradação ambiental.

Com relação ao conceito de impacto ambiental, a definição legal consta na Resolução CONAMA nº 001 de 1986:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetem:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- IV - a qualidade dos recursos ambientais.

Esse conceito já evidencia que o causador do impacto é o ser humano e suas atividades, e que o impacto afeta diversos âmbitos do meio ambiente, como saúde, segurança e qualidade de vida.

Constantemente, encontramos no cotidiano a locução “impacto ambiental”, que está presente nos veículos de informações, em conversas do dia-a-dia. Esta locução geralmente é associada a algum dano à natureza, como no caso do rompimento da barragem Fundão, em que muitos canais de notícias vincularam a informação de que esse incidente gerou um grande impacto ambiental. Apesar de possuir essa significação, o impacto ambiental também pode ter caráter positivo (SÁNCHEZ, 2013).

A norma ISO14.001:2004, define impacto ambiental como “[...] qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”. Essa definição já mostra que podem existir aspectos positivos do impacto ambiental, portanto, as modificações do meio ambiente, podem gerar impactos negativos, mas também impactos positivos.

Sánchez (2013, p.34) define impacto ambiental como “[...] alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada pela ação humana”. Sánchez (2013) já considera que o que causa o impacto são as ações humanas, sejam elas coletivas, como de empresas, ou individuais.

Ainda conforme Sánchez (2013), apreender que existe a possibilidade de ocorrerem impactos ambientais positivos é muito importante. Um exemplo de impacto positivo é um “[...] projeto que envolva a coleta e o tratamento de esgotos, que resultará em melhoria da qualidade das águas, recuperação do habitat aquático, e em benefícios para saúde pública” (SANCHEZ, 2013, p 31).

Whathern (1988) traz a seguinte definição para impacto ambiental:

Um impacto tem componentes espaciais e temporais e pode ser descrito como a mudança em um parâmetro ambiental, durante um período especificado e dentro de uma área definida, resultante de uma atividade em comparação com a situação que ocorreria se a atividade não tivesse sido iniciada (WHATHERN, 1988, p.7, tradução nossa).

Essa definição complementa com o caráter de comparação de duas situações futuras de uma determinada área sem a execução de uma atividade e com a execução dessa atividade. É

nessa perspectiva de comparação que são feitas as Avaliações de Impacto Ambiental (AIA), necessárias para que ocorra a aprovação de empreendimentos que possam causar impactos ambientais. A AIA possui um caráter prévio, ou seja, busca antever possíveis impactos de um empreendimento (SANCHEZ, 2013).

Segundo as conceituações acima abordadas, fenômenos independentes das ações humanas como terremotos, erupções vulcânicas, furacões, dentre outros, apesar de gerarem grandes destruições, não seriam causadores de impacto ambiental. No entanto a harmonia, equilíbrio ou ordenamento dos sistemas ambientais ultrapassam a visão utilitarista e casuística da relação homem-natureza. Ou seja, um ambiente pode ou não cumprir suas “funções” independentemente de sua integridade do ponto de vista teórico. Nesse sentido, emerge o conceito de degradação ambiental.

A degradação ambiental é um termo que possui significação negativa, estando associada, portanto, a deterioração da qualidade ambiental (SANCHEZ, 2013). Ao retomar a legislação brasileira, também consta no artigo 3º da lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, o seguinte conceito referente ao termo degradação ambiental: artigo 3º, “II - degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente”. Esse conceito aponta que a degradação ambiental possui caráter negativo, porém não fica evidente quem é o causador, que pode ser “[...] o ser humano em si, uma consequência de uma atividade humana ou um fenômeno da natureza, como um raio que atinge determinada floresta e acaba por destruir a mesma por meio de um incêndio” (MENEGUZZO e CHAICOUSKI, 2010, p. 183).

Segundo Araújo et. al. (2007):

A degradação das terras envolve a redução dos potenciais recursos renováveis por uma combinação de processos agindo sobre a terra.

Tal redução, levando ao abandono ou desertificação da terra (como, por exemplo, partes do Saara que eram habitadas até 6.000 anos), pode ser por processos naturais de erosão, alguns outros de formação do solo ou uma invasão natural de plantas ou animais nocivos. Pode também ocorrer por ações antrópicas diretamente sobre o terreno ou indiretamente em razão das mudanças climáticas adversas induzidas pelo homem. [...] A degradação ambiental pode ser proveniente, por exemplo, das condições atmosféricas adversas que vem sendo induzidas pelo homem, provocando a mudança do clima global. Ou pode ser da própria cobertura vegetal e da população animal (densidade e diversidade), por meio da ação direta do homem e agravada períodos de seca, de natureza mais ou menos cíclica (Sahel, sudeste da África e nordeste do Brasil). (ARAÚJO, G. H. S. et al. 2007. p.19).

Os autores acima mostram que a degradação é causada pelo homem, mas ela pode ser agravada por fenômenos da natureza.

Freire (1998, p. 21-22) já considera que “[...] degradação ambiental significa qualquer alteração adversa das características naturais do meio ambiente, independentemente do homem”. Ou seja, qualquer ação que prejudique o meio ambiente, seja ela causada pelo homem, ou não. Se enquadrariam aqui, então, furações, explosões vulcânicas, terremotos, dentre outros.

Sánchez (2013, p.27) conceitua degradação como “[...] qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais, ou como uma alteração adversa da qualidade ambiental. Em outras palavras, degradação ambiental corresponde a impacto ambiental negativo”. Considerando, então, o que foi mostrado na breve conceituação de impacto ambiental, o mesmo só é causado pelo ser humano, portanto Sánchez considera que a degradação só é causada pelo ser humano.

Sánchez ainda afirma que:

A degradação refere-se a qualquer estado de alteração de um ambiente e a qualquer tipo de ambiente. O ambiente construído degrada-se, assim como os espaços naturais. [...] a degradação pode ser percebida em diferentes graus. O grau de perturbação pode ser tal que um ambiente se recupere espontaneamente; mas a partir de certo nível de degradação, a recuperação espontânea pode ser impossível ou somente se dar a prazo muito longo, desde que a fonte de perturbação seja retirada ou reduzida. Na maioria das vezes, uma ação corretiva é necessária (SÁNCHEZ, 2013, p.28).

Como pode ser visto não existe consenso entre os autores sobre o causador da degradação, alguns consideram que o homem é o causador, outros consideram o homem e fenômenos naturais são os causadores da degradação ambiental, porém existe consenso na conotação negativa do termo.

Um ambiente degradado, pode assim estar, devido a ações pretéritas, que geraram intercorrências negativas nas relações de troca de matéria e energia do sistema. Se em um determinado momento os possíveis impactos de atividades humanas foram negligenciados, mal dimensionados ou mal interpretados, tem-se a perda da qualidade do ambiente, configurando um dano ambiental. No âmbito acadêmico da Geografia não se conhecem autores que discutam especificamente o conceito de dano ambiental; normalmente, cita-se a

conceituação de autores de outras áreas em seus trabalhos. Também não consta na legislação brasileira a definição de dano ambiental, portanto é preciso buscar em diversas áreas algo que defina esse conceito.

De acordo com Migliari Jr. (2001, p.45):

O Dano Ambiental será toda degradação ambiental que atinja, em maior ou menor intensidade, já que não poderemos quantificar *prima facie* a extensão correta de um dano ambiental. Assim, por dano ambiental devemos ter presente a degradação que sofre:

1. o homem, na sua saúde, segurança e bem-estar ou nas suas atividades sociais e econômicas;
2. as formas de vida animal e vegetal (biota);
3. o meio ambiente em si mesmo considerado, tanto do ponto de vista físico quanto estético.

Leite e Ayala (2003), fazem uma definição mais completa para dano ambiental:

O dano ambiental constitui uma expressão ambivalente, que designa, certas vezes, alterações nocivas ao meio ambiente e outras, ainda, os efeitos que tal alteração provoca na saúde das pessoas e em seus interesses. Dano ambiental significa, em uma primeira acepção, uma alteração indesejável ao conjunto de elementos chamados meio ambiente, como, por exemplo, a poluição atmosférica; seria, assim, a lesão ao direito fundamental que todos têm de gozar e aproveitar do meio ambiente apropriado. Contudo, em sua segunda conceituação, dano ambiental engloba os efeitos que esta modificação gera na saúde das pessoas e seus interesses (LEITE, J. R. M.; AYALA, P. A. 2003, p.92).

Como pode ser visto nessa conceituação, os autores consideram dano ambiental não somente aquilo que altera negativamente o meio ambiente, mas, também os efeitos que essa alteração provoca na vida, saúde e interesse das pessoas. Através da citação acima, constata-se, também, que os autores consideram que o dano ambiental engloba a poluição. Cabe, então, ressaltar a definição de poluição e poluidor do artigo 3º da lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981:

III- poluição, a degradação da qualidade ambiental resultantes da atividade que direta ou indiretamente:

- a) prejudique a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) crie condições adversas as atividades sociais e econômicas;
- c) afete desfavoravelmente a biota;
- d) afete as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lance matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

IV- poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental;

Conforme Leite e Ayala (2003), o dano ambiental pode ser classificado da seguinte maneira:

No que diz respeito a amplitude do bem protegido [...]:

1. Dano ecológico puro. [...]. Nessa amplitude, o dano ambiental significaria dano ecológico puro e sua proteção estaria sendo feita em relação a alguns componentes essenciais do ecossistema. Trata-se segundo a doutrina, de danos que atingem, de forma intensa, bens próprios da natureza, em sentido restrito.

2. Em maior amplitude, o dano ambiental, *lato sensu*, ou seja, concernente aos interesses difusos da coletividade, abrangeria todos os componentes do meio ambiente, inclusive o patrimônio cultural. Assim, estariam sendo protegidos o meio ambiente e todos os seus componentes, em uma concepção unitária.

3. Dano individual ambiental ou reflexo, conectado ao meio ambiente, que é, de fato, um dano individual, pois o objetivo primordial não é a tutela dos valores ambientais, mas sim dos interesses próprios do lesado, relativo ao microbem ambiental. O bem ambiental de interesse coletivo estaria, dessa forma, indiretamente ou, de modo reflexo, tutelado, e não haveria uma proteção imediata dos componentes do meio ambiente protegido. Assim, o bem ambiental estaria parcial e limitadamente protegido (LEITE, J. R. M.; AYALA, P. A. 2003, p.93)

Antunes (2000, p. 180-181), afirma que:

A poluição é uma categoria geral, pode ser dividida em três elementos: (i) poluição no sentido estrito; (ii) o dano ambiental; e (iii) o crime ambiental. [...] Dano ambiental é a poluição que, ultrapassando os limites do desprezível, causa alterações adversas no meio ambiente.

Essa conceituação é simplista, considerando o conceito proposto por Leite e Ayala (2003), pois além de considerar dano ambiental uma subcategoria de poluição, ainda considera que dano ambiental é apenas a poluição, desconsiderando outros danos, como no caso do rompimento da barragem de rejeitos de minério em Mariana, em que houve a poluição dos canais fluviais atingidos. Contudo, o rompimento também soterrou porções consideráveis de terra, matou diversas espécies de seres vivos, deixou pessoas desabrigadas e etc. tudo isso pode ser também considerado dano ambiental, e não estão relacionados, necessariamente, à poluição.

Araújo (2006) considera como dano ambiental as mais diversas lesões ao meio ambiente, sejam elas causadas por pessoas físicas ou jurídicas, e que esse dano altera de forma negativa o meio ambiente. O autor, em seu estudo intitulado “Danos Ambientais na Cidade do

Rio de Janeiro”, constatou que os danos ambientais e/ou ameaças que afetam a cidade do Rio de Janeiro, englobaram a poluição sonora, lesão ao ecossistema natural como danos a fauna, flora, poluição hídrica, poluição atmosférica e lesão ao patrimônio cultural de valores histórico, paisagístico e urbanístico.

Como pode ser visto, a configuração do dano ambiental é bastante complexa. Sua definição abarca o que altera negativamente o meio ambiente e também os efeitos que essas alterações causam na vida das pessoas. O que fica claro é que o dano ambiental é causado pelos seres humanos, seja por meio de grandes corporações, ou, em menor medida, por atitudes individuais. É notável, também, que a poluição se constitui em um dano ambiental, mas o conceito de dano não pode se resumir apenas a poluição.

Neste trabalho serão considerados danos todas as alterações prejudiciais causadas pelo rompimento da barragem de Fundão no meio ambiente e seus efeitos negativos na vida dos produtores rurais.

4.3 Avaliação de impacto/dano ambiental

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um importante instrumento para a prevenção de danos ambientais e pode ser caracterizada como a realização de procedimentos para se executar uma investigação profunda dos impactos ambientais gerados por um projeto e possíveis alternativas e os resultados desses procedimentos devem ser adequadamente apresentados para a população e para os responsáveis pelas decisões (PHILIPPI JR. e MAGLIO, 2005).

A AIA surge a partir do *National Environmental Policy Act* - NEPA, que consiste na lei de política nacional do meio ambiente dos EUA, aprovada em 1969 (SÁNCHEZ, 2006). O NEPA foi o primeiro a exigir que fosse feita a “Avaliação de Impacto Ambiental interdisciplinar para projetos, planos e programas e para propostas legislativas de intervenção no meio ambiente” (IBAMA, 1995, p. 23). Esse instrumento dá origem a um documento cujo nome é Declaração de Impacto Ambiental (“Environmental Impact Statement - EIS”), que se tornou algo eficiente, especialmente quanto a participação da sociedade nas Audiências Públicas e nas tomadas de decisão (IBAMA, 1995).

A exemplo dos EUA, muitos países passaram a adotar a AIA em suas políticas ambientais e em diversos, como o Brasil, as AIAs começaram a ser feitas (BARBIERI, 1995). O EIS, existente nos EUA, se trata do atual Estudo de Impacto Ambiental (EIA) que é realizado em muitos países para possível aceitação ou rejeição de projetos que possam causar impactos ambientais significativos (SÁNCHEZ, 2006).

A aplicação dessas AIAs passou a melhor disseminada no mundo durante a década de 1980, e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) foi um importante agente disseminador da prática da AIA, principalmente em países mais pobres (BARBIERI 1995).

Diversos países passaram a implantar a AIA porque existiam pressões da população, que se conscientizava cada vez da necessidade de se preservar o meio ambiente, porém, no Brasil passou-se a adotar a AIA pois órgãos financiadores como o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e o Banco Mundial (BIRD), passaram a exigir esse tipo de estudo para aprovarem o financiamento de empreendimentos (IBAMA, 1995). Exigências essas, que tiveram origem em desdobramentos da conferência de Estocolmo, ocorrida em 1972, onde foi aconselhado que os países incluíssem a AIA no processo de planejamento (IBGE, 1995).

A primeira AIA a ser realizada no Brasil aconteceu em 1972 como uma exigência do Banco Mundial para o financiamento da Hidrelétrica de Sobradinho. Porém, uma legislação que tornasse a AIA um procedimento obrigatório só foi existir no país com o Decreto nº 6938 de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, cujo o objetivo é “Art 2º - [...] a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana”, tornou a AIA obrigatória nos processos de licenciamento de empreendimentos que pudessem causar degradação ambiental.

A regulamentação da AIA em nível nacional constituiu-se com a resolução CONAMA 001/86 que:

[...] estabeleceu as definições, os critérios básicos e as diretrizes para a sua introdução no país, formalizando o Estudo de Impacto Ambiental – EIA – e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental –RIMA -, como condicionantes

para o licenciamento ambiental de empreendimentos causadores de impacto ao meio ambiente (PHILIPPI JR. e MAGLIO, 2005, p. 690).

Dentre os procedimentos para a realização dessa avaliação há, primeiramente, uma fase para a i) realização de um diagnóstico da situação atual do meio ambiente; ii) num segundo momento realiza-se um prognóstico sobre a situação evolutiva desse ambiente caso ocorra a implementação de uma atividade ou empreendimento, e caso isso não ocorra. A comparação entre as situações designará o impacto; iii) em seguida, ponderar formas de minimizar e/ou eliminar os danos; iv) produzir um relatório analisando todos os fatores anteriormente apresentados; v) e caso o projeto seja aprovado, realizar a supervisão dos procedimentos de implantação e funcionamento (CRISTOFOLETTI, 1999).

Na literatura, predomina o caráter preventivo da avaliação de impacto ambiental. Porém como afirma Sánchez (2006, p. 42), a significação e os objetivos da AIA possuem diferentes interpretações, e “seu sentido depende da perspectiva, do ponto de vista e do propósito de avaliar impactos”, portanto o termo “avaliação de impacto ambiental” também pode ser usado para designar eventos passados, nesses casos a noção de impacto ambiental permanece essencialmente a mesma, porém, muda-se o objetivo do estudo e o foco das investigações é alterado (SÁNCHEZ, 2006). A preocupação, passa a ser com os danos ambientais causados, onde se inclui a presente pesquisa. Nela, pretende-se dimensionar alterações que ocorreram diante de um evento já acontecido que é o rompimento da barragem de rejeitos Fundão.

No caso de se avaliar os danos causados, alguns procedimentos mudam pois não se pretende prever algo que pode acontecer, mas se pretende estudar, tentar quantificar as alterações que ocorreram. Tanto a avaliação prévia como a avaliação do dano possuem um procedimento comum que se trata da comparação entre duas situações. Na avaliação prospectiva, “parte-se da descrição dessa situação atual do ambiente para fazer uma projeção de sua situação futura com e sem o projeto em análise” (SÁNCHEZ, 2006, p. 43) e na avaliação do dano ambiental, procura-se comparar a situação atual com a que existia antes do dano ocorrer (SÁNCHEZ, 2006).

A etapa seguinte consistiu em fotointerpretações e mapeamentos. O software Google Earth Pro foi empregado para a realização desses procedimentos. Utilizando as imagens disponibilizadas do satélite Digital Globe dos dias 31 de maio e 10 de agosto de 2014 foram mapeados com a ferramenta adicionar polígono, o canal antes do rompimento, as feições tecnogênicas, e as seguintes feições: meandros abandonados, lagoas, barras fluviais, ilhas e afloramentos rochosos. Para mapear os depósitos tecnogênicos e a conformação do canal fluvial do segmento da barragem Fundão até o encontro dos rios Carmo e Piranga após rompimento da primeira, foram utilizadas as imagens do sensor Digital Globe dos dias 09, 11, 12 e 20 de novembro de 2015, e alguns trechos onde havia grande presença de nuvens, foi necessária a utilização da imagem do dia 25 de abril de 2016. Após realização dessas marcações, foram gerados croquis com as imagens de antes e depois do rompimento de alguns pontos mais representativos do trecho estudado, e procedeu-se as devidas análises e interpretações.

Posteriormente a realização desses primeiros procedimentos, foi possível conhecer melhor as alterações ocorridas no contexto total da área de estudo, e após esse entendimento foi elaborada uma matriz de interação para avaliação ambiental.

As matrizes de interação se constituem em notáveis instrumentos que fazem a relação entre ações e fatores ambientais. São consideradas técnicas de identificação, e algumas matrizes possuem, ainda, parâmetros para uma avaliação de impactos/danos ambientais (IBAMA, 2001). Essas matrizes são bastante utilizadas em avaliações de impactos ambiental e a mais conhecida é a Matriz de Leopold, elaborada em 1971 para o Serviço Geológico do Ministério do Interior dos Estados Unidos (IBAMA, 2001), que será utilizada como base para o trabalho.

A Matriz de Leopold possui duas listas em forma de linhas e colunas. Em uma das listas (eixo das abscissas) existem as ações que podem causar impactos e, no eixo das ordenadas, posta-se a outra listagem dos fatores ambientais (principais componentes ou elementos do sistema ambiental, ou, ainda, processos ambientais) (SÁNCHEZ, 2006). A interação entre os fatores desses dois eixos que se encontram opostos permite estabelecer o impacto.

Conforme Santos (2004, p 116) a Matriz de Leopold é composta “por cem ações em um eixo e oitenta e oito características ambientais e humanas no outro eixo, resultando em 8.800 células”.

Segundo IBAMA (2001):

O princípio básico da Matriz de Leopold consiste em, primeiramente, assinalar todas as possíveis interações entre as ações e os fatores, para em seguida estabelecer, em uma escala que varia de 1 a 10, a magnitude e a importância de cada impacto, identificando se o mesmo é positivo ou negativo. Enquanto a valoração da magnitude é relativamente objetiva ou empírica, pois refere-se ao grau de alteração provocado pela ação sobre o fato ambiental, a pontuação da importância é subjetiva ou normativa uma vez que envolve atribuição de peso relativo ao fator afetado no âmbito do projeto (IBAMA, 2001, p. 15).

Como descrito acima, a Matriz de Leopold é utilizada para os estudos e avaliações de impacto ambiental, que geralmente ocorrem quando se pretende construir determinado empreendimento, sendo necessário fazer as previsões dos possíveis impactos.

Porém, na presente pesquisa, o evento causador de impacto já aconteceu e esse impacto é apenas negativo. Também optou-se por investigar apenas os impactos negativos causados devido a alterações geomorfológicas, portanto, foram feitas as devidas adaptações na matriz para que ela fosse adequada ao projeto, procedendo a eliminação de alguns itens da matriz original que não se adequavam ao estudo das alterações geomorfológicas tanto da listagem das ações que podem causar impactos (listadas na horizontal) quanto da listagem composta pelos fatores ambientais (listados na vertical), chegando a estrutura de matriz apresentada no Quadro 1.

Quadro 1: Estrutura da matriz adaptada

		AÇÕES QUE PODEM CAUSAR DANOS AMBIENTAIS					
		Modificação dos ambientes fluviais	Alteração do uso do solo	Alteração da tipologia dos canais	Moficação do fluxo	Resvestimento de canais	Vazamentos, derramamentos e emissões
FATORES	TERRA	Solos					
		Geomorfologia					
		Fatores Físicos singulares					
	ÁGUA	Continentais					
		Subterrâneas					

	PROCESSOS	Qualidade						
		Inundação						
		Erosão						
		Deposição						
		Compactação e fixação						
		Estabilidade						
	USOS DO TERRITÓRIO	Espaços abertos e selvagens						
		Zonas úmidas						
		Silvicultura						
		Pastos/pecuária						
		Agricultura						
		Minas e pedreiras						
	RECREATIVOS	Caça						
		Pesca						
		Balneário						
		Camping						
		Zonas de Recreação						
	ESTÉTICOS E DE INTERESSE HUMANO	Natureza						
		Espaços abertos						
		Paisagens						
		Agentes Físicos Singulares						
		Parques e reservas (APP)						
		Monumentos						
		Lugares ou objetos históricos						
	NIVEL CULTURAL	Estilos de vida						
		Saúde e previdência						
		Emprego						
Densidade populacional								
Estruturas								
RELAÇÕES ECOLÓGICAS	Vetores de doenças							
	Cadeia alimentar							
	Invasão de pragas							

Fonte: A autora.

Após a elaboração da matriz (Quadro1) foram realizadas marcações com X onde as “Ações que podem causar danos ambientais” e “Fatores Ambientais” tinham alguma relação diante da perspectiva estudada.

Posteriormente às devidas análises, marcações e através das interações da matriz, além das leituras de diversos relatórios e documentos relacionados ao rompimento da barragem de Fundão, participação em eventos sobre a temática e conversas em gabinete com pessoas envolvidas e conhecedoras do assunto, foi possível produzir uma lista contendo 28 danos ambientais causados pelas alterações geomorfológicas na área estudada, e após a segunda ida a campo, que será explicada adiante, foram encontrados mais dois danos.

Diversos trabalhos que abordam avaliações de impacto ou de danos ambientais utilizam as matrizes de interação, como a Matriz de Leopold e adaptações da mesma, podemos citar Mendes (2004) em seu trabalho intitulado “Impacto Ambiental em local de acidente provocado por rompimento de tubulações forçadas – Estudo de caso”, onde avalia as consequências do rompimento de um duto de alimentação da Usina Hidrelétrica Quebra-Dentes, no município de Quevedos – RS. Cita-se, também, o trabalho de Costa (2016) cujo título é “Impactos Ambientais causados em decorrência do rompimento da barragem de Fundão no município de Mariana – MG na perspectiva da mídia nacional”, em que a autora realiza uma coleta de dados de reportagens publicadas nas diversas mídias como jornais, internet, revistas e telejornais e documentos de relatórios, laudos e dossiês, e elabora uma matriz de interação com os impactos trazidos nos documentos, e os impactos que foram divulgados na mídia.

O próximo procedimento consistiu na elaboração de um roteiro semiestruturado para entrevistas. As entrevistas semiestruturadas tratam-se de “[...] perguntas abertas, feitas oralmente em ordem prévia, mas na qual o entrevistador pode acrescentar questões de esclarecimento ou instigar as respostas do entrevistado” (SILVA E SILVEIRA, 2011, p.159).

Duarte (2004), afirma que:

Entrevistas são fundamentais quando se precisa/deseja mapear práticas, crenças, valores e sistemas classificatórios de universos sociais específicos, mais ou menos bem delimitados, em que os conflitos e contradições não estejam claramente explicitados. Nesse caso, se forem bem realizadas, elas permitirão ao pesquisador fazer uma espécie de mergulho em profundidade, coletando indícios dos modos como cada um daqueles sujeitos percebe e significa sua realidade e levantando informações consistentes que lhe

permitam descrever e compreender a lógica que preside as relações que se estabelecem no interior daquele grupo, o que, em geral, é mais difícil obter com outros instrumentos de coleta de dados (DUARTE, 2004, p. 215).

O roteiro semiestruturado (Apêndice 1) foi construído de forma a possibilitar que os entrevistados informassem os usos que faziam de suas propriedades antes do rompimento e o que foi alterado após o rompimento; a identificação dos danos ocorridos em sua propriedade; e o que tem sido feito para ajuda-los.

Em seguida ocorreu uma ida a campo entre os dias 27 de abril de 2017 e 01 de maio de 2017 onde foram visitadas as propriedades de 13 pequenos produtores rurais na zona rural do município de Barra Longa. Foram realizadas as entrevistas com esses 13 produtores, além da coleta de imagens e reconhecimento visual dos danos ocorridos.

Através das observações de campo e das entrevistas foi possível intentar uma troca de saberes que ajudaram a apreender como essas alterações geomorfológicas estão interferindo na vida dos produtores rurais das margens dos cursos d'água afetados.

Por fim, foi realizado um retorno a campo entre os dias 2 e 3 de dezembro de 2017 para uma última averiguação dos danos e do andamento das reparações.

CAPÍTULO VI - DIAGNÓSTICO GEOMORFOLÓGICO

Um dos objetivos desse trabalho é avaliar as alterações geomorfológicas e como elas se reverberam nos produtores rurais, sendo assim, um dos primeiros passos é conhecer como era a geomorfologia da área estudada antes do rompimento, entendendo a realidade geomorfológica em uma escala supralocal à regional, para que, através dessas informações, seja possível, pós rompimento, fazer uma análise das formas modificadas. Neste sentido, o diagnóstico geomorfológico cumpre uma etapa da Avaliação de Impacto Ambiental, que é o Diagnóstico Ambiental, porém focado nos processos, formas e materiais da superfície.

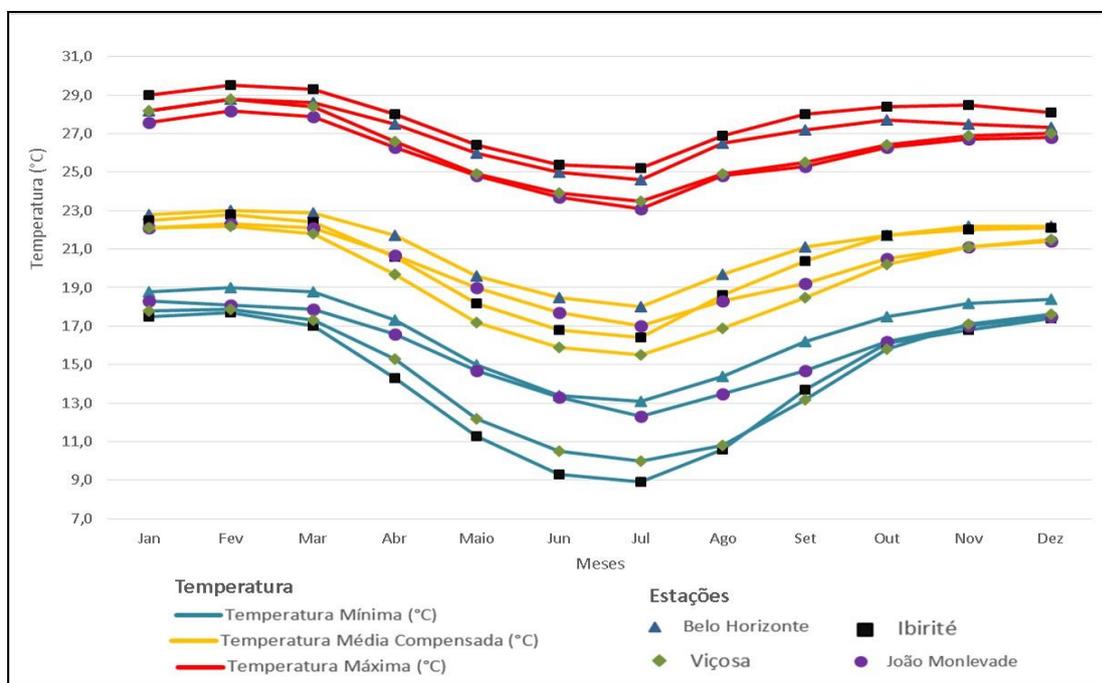
A bacia hidrográfica do rio do Carmo está inserida, em sua totalidade, na porção mineira da bacia do rio Doce, apresentando aproximadamente 2.278 km² de área. O rio do Carmo, nasce no município de Ouro Preto – MG e possui 134 km de extensão da nascente até o encontro com o rio Piranga; a partir dessa confluência, o canal fluvial ganha a toponímia rio Doce. Dentre os afluentes do rio do Carmo, se sobressaem o rio Gualaxo do Norte, na margem esquerda, e Gualaxo do Sul, pela margem direita (IGAM, 2010).

A área de estudo da presente pesquisa está localizada no interior dessa sub-bacia do rio Doce, abrangendo o fundo de vale dos seguintes canais fluviais: córrego Fundão, córrego Santarém, rio Gualaxo do Norte e rio do Carmo. Abarcando parte dos territórios dos municípios de Mariana, Barra Longa, Rio Doce e Ponte Nova.

Com relação aos aspectos climáticos, a bacia do rio do Carmo, por estar situada na borda leste do Quadrilátero Ferrífero, é uma região onde se associam a altitude, as maiores latitudes e a incidência de massas de ar polares (NÍMER, 1989). Por essas características, com exceção do alto curso, a bacia pode ser incluída no domínio climático sub-queente (NÍMER, 1989). A Figura 5, apresenta as temperaturas mínimas, médias compensadas e máximas mensais referentes as normais climatológicas de 1961-1990 das estações de Belo Horizonte, Ibirité, João Monlevade e Viçosa, localidades que são próximas a área de estudo. É importante salientar que as estações de Belo Horizonte e Ibirité não estão inseridas na bacia do rio Doce, entretanto estão situadas próximo aos formadores e afluentes da bacia, o que confere uma aproximação de seu comportamento térmico e pluviométrico.

É possível perceber que as temperaturas são elevadas no verão e amenas no inverno, se enquadrando no clima sub-quente, apresentando ao menos um mês com temperatura média inferior a 18°C, com uma oscilação no mês mais frio (julho) entre os 15°C e os 18°C; e o mês mais quente (fevereiro) apresentando, na maioria das estações, temperaturas superiores a 22°C. Por sua vez, as cabeceiras da bacia devem ser enquadradas no clima mesotérmico brando, que engloba as superfícies acima dos 900 metros.

Figura 5: Temperatura mínima, média compensada e máxima mensal referente as normais climatológicas do Brasil 1961-1990 nas estações climatológicas de Belo Horizonte, Ibirité, João Monlevade e Viçosa, em Minas Gerais.

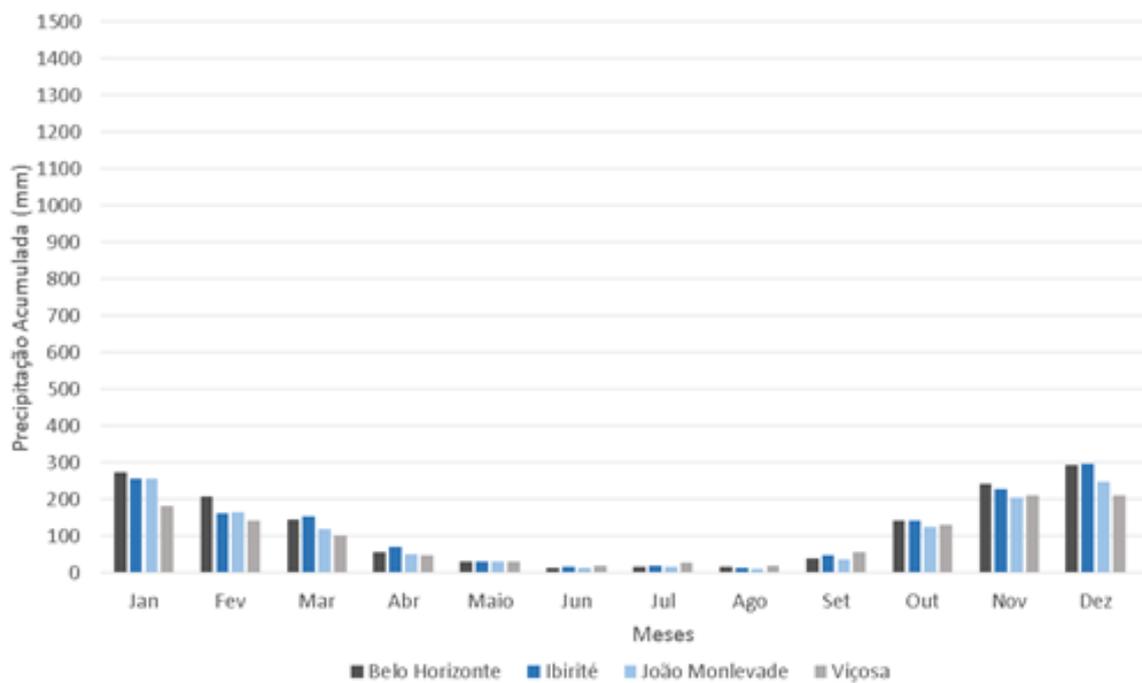


Fonte: Adaptado de INMET.

Em função da disposição diversificada do relevo na bacia e da atuação de mecanismos atmosféricos de larga escala, a distribuição da precipitação na área acaba sofrendo interferências (CUPPOLLILO, 2008). O Figura 6 representa a precipitação acumulada mensal referente as normais climatológicas de 1961-1990 nas mesmas estações supracitadas. Ao analisar os gráficos é possível visualizar a existência de dois regimes pluviais, um seco que decorre de abril a setembro e o outro úmido, de outubro a março, o que é reiterado pela análise de Cupolillo (2008).

O regime pluviométrico na área pode ser considerado semi-úmido, com a existência de quatro a cinco meses secos, o que é condizente com a maior parcela do Estado de Minas Gerais, onde existe uma estação seca bem caracterizada (CUPPOLLILO, 2008).

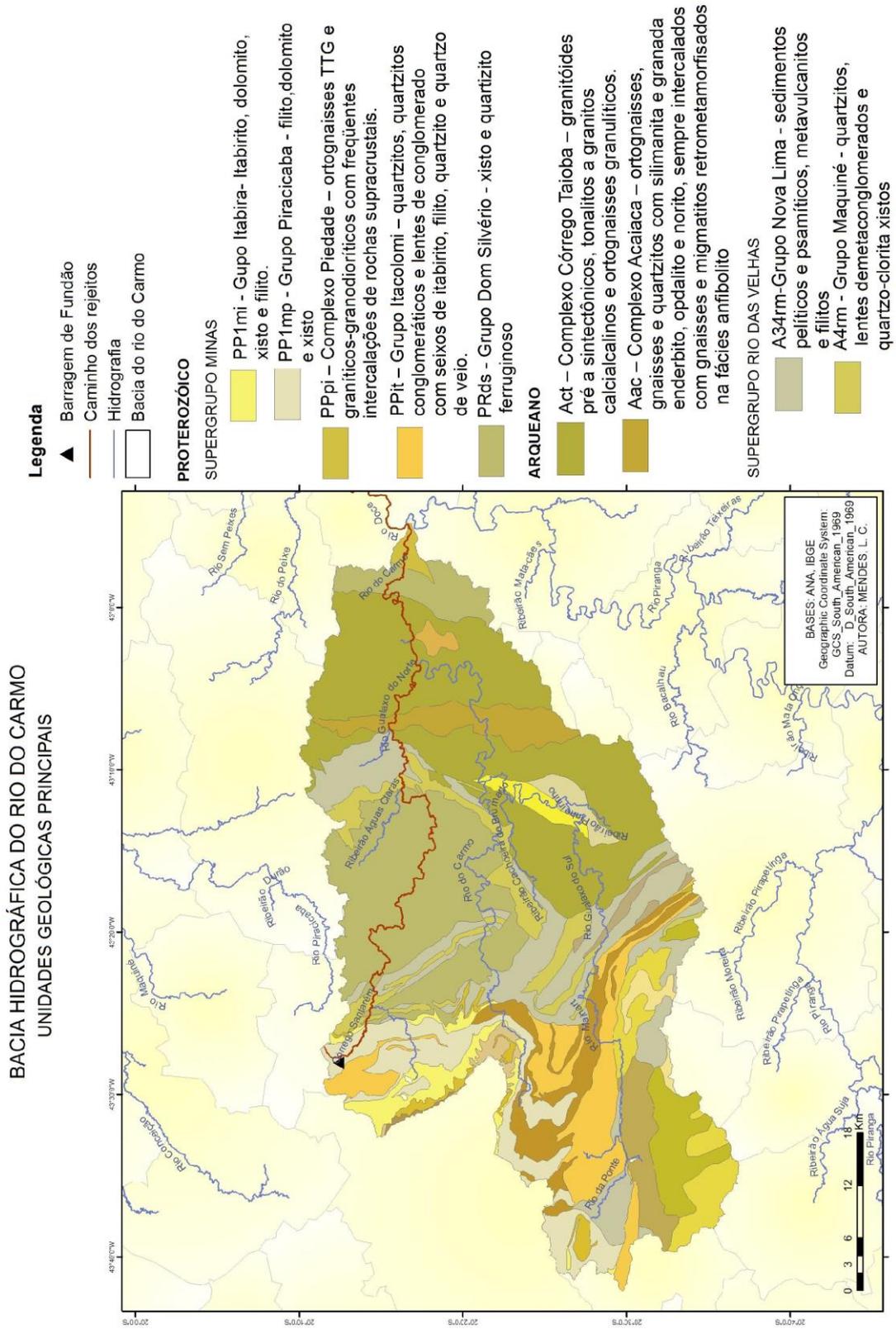
Figura 6: Precipitação acumulada mensal referente as normais climatológicas do Brasil 1961-1990 nas estações climatológicas de Belo Horizonte, Ibirité, João Monlevade e Viçosa, em Minas Gerais.



Fonte: Adaptado de INMET.

Com relação as unidades geológicas, conforme o mapa da Figura 7, predominam a ocorrência de formações rochosas originadas no Proterozóico, como o Grupo Dom Silvério, o Grupo Piracicaba, o Grupo Itabira e o Complexo Acaiaca. As rochas mais antigas, datando do período Arqueano, são formadas pelo Grupo Nova Lima e Complexo Córrego Taioba, este último abrange considerável porção da área estudada.

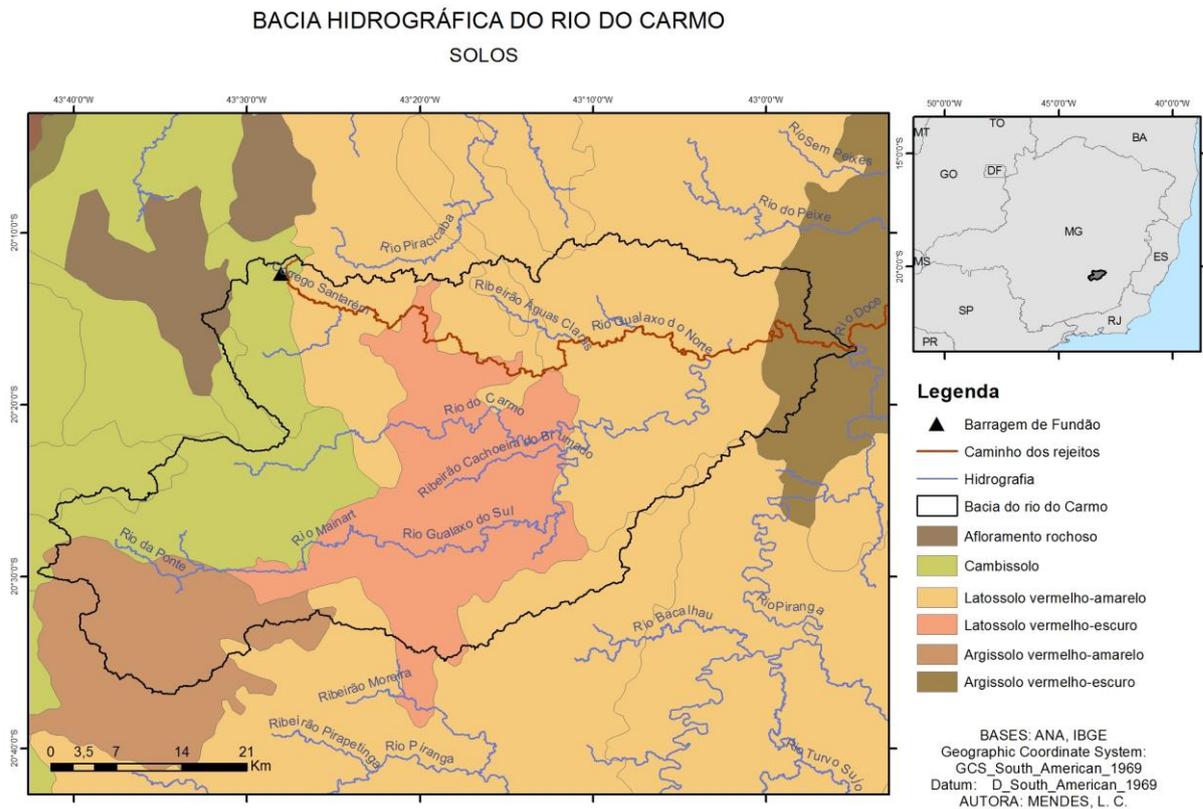
Figura 7: Mapa das Unidades Geológicas



Fonte: bases cartográficas ANA, IBGE.

No que concerne aos tipos de solo da bacia do rio do Carmo, de acordo com a Figura 8, podem ser encontrados Latossolo vermelho-amarelo, Latossolo vermelho escuro, Cambissolo, Argissolo vermelho-amarelo e Argissolo vermelho-escuro.

Figura 8: Mapa de solos



Fonte: bases cartográficas ANA, IBGE.

Os Latossolos vermelho-amarelos abrangem a maior parte da bacia do rio do Carmo e consistem em solos ácidos bastante profundos que possuem drenagens acentuadas (CONSORCIO ECOPLAN-LUME, 2017) com consistência friável, uniformidade de cor e textura (LEPSCH, 2011). Ocorrem em áreas de relevo plano, suave ondulado e ondulado (ALMEIDA et al. 27 dez. 2017).

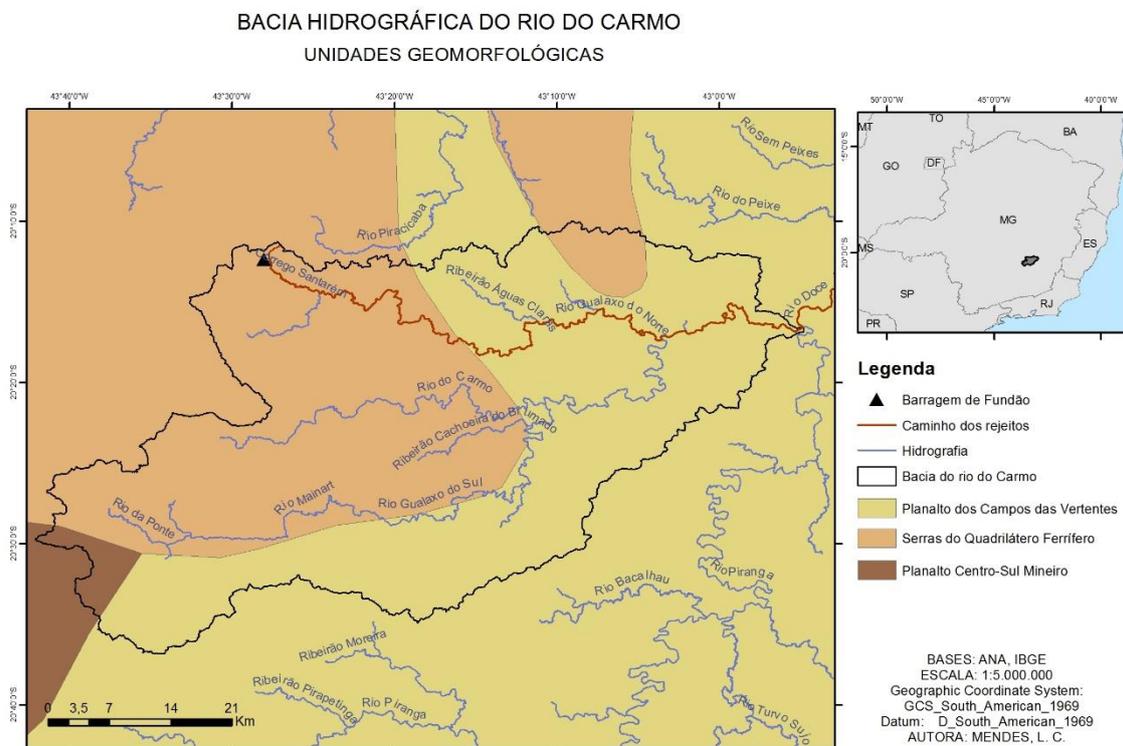
Abarcando a parte central da área estudada, o Latossolo vermelho-escuro, são solos minerais, profundos, com os horizontes do perfil pouco diferenciados. Tratam-se de solos muito intemperizados, possuindo pouca reserva nutritiva para a vegetação (CONSORCIO ECOPLAN-LUME, 2007).

Os Cambissolos podem ser encontrados na região da cabeceira da bacia, áreas com relevos mais acidentados. Tratam-se de solos pouca variação de textura e profundidade e com elevada quantidade de minerais primários e fragmentos de rochas (LEPSCH, 2011).

Os Argissolos são caracterizados por serem bastante intemperizados e possuem o horizonte mais rico em argila (LEPSCH, 2011). Essa característica pode causar “uma rápida saturação do horizonte superficial mais arenoso e a redução da infiltração da água na superfície do solo” (CONSORCIO ECOPLAN-LUME, 2007, p. 14), com isso ocorrem enxurradas que lixiviam o solo. Geralmente ocorrem em relevos que são mais acidentados e apresentação maior dissecação (ZARONI e SANTOS, 27 dez. 2017).

No tocante as Unidades Geomorfológicas, conforme o mapa mostrado na Figura 9, duas unidades compõem a área de estudo, são elas: Quadrilátero Ferrífero e os Planaltos Dissecados do Sul e Sudeste de Minas, também chamado de Planaltos dos Campos das Vertentes.

Figura 9: Mapa das Unidades Geomorfológicas



Fonte: bases cartográficas ANA, IBGE.

O Complexo Industrial de Germano onde está localizada a barragem de Fundão se insere na região do Quadrilátero Ferrífero, mais precisamente na Serra do Caraça, que se situa na porção leste do Quadrilátero. O embasamento estrutural dessa região é formado por rochas do Supergrupo Rio das Velhas que possuem origem vulcânica e sedimentar, e por rochas do Supergrupo Minas que são de origem sedimentar (VERVLOET, 2016). Os minérios extraídos das minas da região foram gerados por “eventos tectonometamórficos sobre sedimentos ferríferos durante o Pré-Cambriano e posterior superposição de processos de enriquecimento supergênico do ferro, ocorridos a partir do período geológico denominado Cenozoico” (VERVLOET, 2016, p. 94).

Segundo Souza et al. (2005), a região do quadrilátero ferrífero, que abrange a parte mais a montante da área de estudo, apresenta considerável controle estrutural na morfologia com relevos tipo sinclinais suspensos e anticlinais esvaziados. Sobre as estruturas de formação do Quadrilátero Ferrífero não somente os processos erosivos atuaram na modelagem do relevo da região, mas também os movimentos tectônicos contribuíram na evolução geomorfológica dessa unidade (BARBOSA, 2004).

Conforme Vervloet (2016), a região de Bento Rodrigues já vem passando, há muitas décadas, pelo processo de alteração das superfícies de seu relevo pelo garimpo e mineração. Porém, essas alterações se intensificaram desde a década de 1960, com o crescimento da exploração mineral pelas empresas Vale e Samarco, que geraram gigantescas cavas de mineração, proporcionais as pilhas de rejeito, também presentes. As atividades mineradoras acontecem sobre os morros convexos, de topo convexo e de topos semiconvexos, alterando as formas das escarpas erosivas:

“Fato comum, que ocorre em todo setor de serras do Planalto Atlântico brasileiro, onde na base de serras altas e alinhadas é corriqueira a ocorrência de morros arredondados e convexos de forma sequencial, evidenciando a simetria e silhueta da geometria dos terrenos” (VERVLOET, 2016, p. 102).

Na região existem formações de serras compartimentadas compondo a paisagem, juntamente com a grande disponibilidade hídrica e belos vales fluviais (VERVLOET, 2016).

Compondo grande parte da bacia hidrográfica do rio Doce, cerca de 70% (IGAM, 2010), a unidade dos Planaltos Dissecados do Centro-Sul e leste de Minas, se insere na área estudada desde a porção média do rio Gualaxo Norte, e possui formações que se originaram a

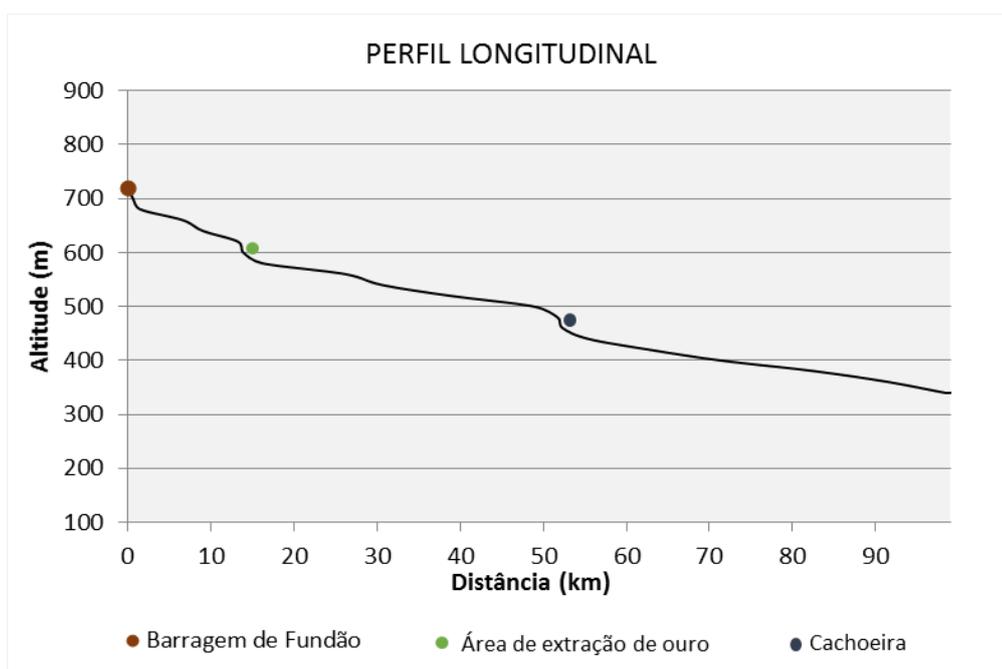
partir do processo de dissecação fluvial sobre rochas granitognaissicas preponderantemente. As formas esculpidas nesse embasamento são as colinas e cristas com vales encaixados e vales de fundo chato (COSTA, 2001), compondo os característicos “Mares de Morros”.

De acordo com Saadi e Campos (2015, p. 82), a área estudada apresenta uma declividade média de 0,30%, e os relevos constituem-se “de morrarias e colinas organizadas em densos agrupamentos em torno de vales estreitos e vertentes declivosas” (SAADI e CAMPOS, 2015, p. 82).

Ao realizar-se o processo de análise dos canais fluviais estudados, quando da necessidade de entender sua dinâmica e identificar e interpretar as feições fluviais existentes, pôde-se verificar que os leitos dos cursos se constituem em rochosos-aluviais com planícies aluviais pouco largas e apresentando trechos de corredeiras (ÁVILA et al. 2017).

A análise do perfil longitudinal (Figura 10) permite constatar que este se apresenta de forma um pouco diferente dos comumente encontrados nas secções de canais dos altos cursos, sendo bastante uniformes, com uma variação altimétrica pouco acentuada, e apresentando dois knick points que correspondem a uma área de extração de ouro e uma cachoeira ambos localizados no rio Gualaxo do Norte.

Figura 10: Perfil Longitudinal do segmento estudado



Fonte: A autora.

A localização em uma área de transição, explica, em parte, a constituição do perfil longitudinal, cujo os primeiros quilômetros estão inseridos no domínio do Quadrilátero Ferrífero, enquanto o restante encontra-se dentro dos domínios dos Planaltos Dissecados do Centro Sul e Leste de Minas, nessa transição não há grandes alterações que contribuam para a constituição de um perfil com maiores variações de altitude.

Conforme GEMG (2016) na presente área é possível encontrar vales fluviais de diferentes tipos, como: desfiladeiro com perfil em V (Figura 11), confinado com perfil em V (Figura 12), estreitos com perfil em V (Figura 13), largos com planície de inundação pequena (Figura 14) e vales largos com planície um pouco mais extensa com perfil suave a plano (Figura 15).

Figura 11: Vale tipo desfiladeiro com perfil em V.



Fonte: GEMG, 2016, p. 6.

Figura 12: Vale tipo confinado com perfil em V



Fonte: GEMG, 2016, p. 6.

Figura 13: Vale tipo estreito com perfil em V.



Fonte: GEMG, 2016, p. 7.

Figura 14: Vale com planície estreita.



Fonte: GEMG, 2016, p. 7.

Figura 15: Vale com planície mais extensa.



Fonte: GEMG, 2016, p. 8.

CAPÍTULO VII - AS ALTERAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS

Diante dos conhecimentos trazidos no Diagnóstico Geomorfológico, com base nas informações de imagens de satélite e informações obtidas em campo foi possível interpretar quais foram as principais alterações na geomorfologia do fundo de vale, seja do ponto de vista de transformações diretas em feições (destruição, reafeiçoamento e surgimento de novas feições), seja em transformações indiretas do ponto de vista de processos, como erosões que serão ampliadas, processo de deposição e etc. Nesse sentido foi feito o mapeamento dos rejeitos e das principais formas do fundo de vale, para mostrar como essa diversidade morfológica foi perdida e como o soterramento dessas formas acabou gerando paisagens completamente diferentes, para que, a partir desse levantamento, seja possível conversar com os produtores e entender as mudanças que aconteceram em suas propriedades e as consequências dessas mudanças no modo de vida deles.

A morfologia terrestre possui como característica a constante mudança, e os rios, componentes inerentes à geomorfologia, também se encontram em contínua transformação através das diferentes relações entre a gravidade, a água e os sedimentos, que provocam alterações na morfologia e no funcionamento dos sistemas fluviais. As mudanças podem ocorrer dentro de limites e serem absorvidas pelo sistema, ou podem ocorrer modificações que afetem diversos elementos e variáveis e que se tornam irreversíveis, gerando drásticas modificações no sistema (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017).

Charlton (2008) denomina de *feedback* uma mudança em uma variável que leva a uma mudança em uma ou mais variáveis, que atua para neutralizar ou reforçar os efeitos da primeira modificação. Existem os *feedbacks* negativos e positivos “ambos são iniciados por uma mudança em uma das variáveis do sistema, que por sua vez leva a uma sequência de ajustes que acabam por contrariar o efeito da mudança original (*feedback* negativo) ou intensifica-lo (*feedback* positivo)” (CHARLTON, 2008, p. 14, tradução nossa).

As bacias hidrográficas por possuírem extensa gama de variáveis complexas que se inter-relacionam, a intervenção do homem em um ponto da bacia pode gerar efeitos por grandes distâncias e também por um grande período de tempo na bacia (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017). O rompimento da barragem de Fundão, sendo um evento de grande

magnitude, afetou diversos canais fluviais, alterando a dinâmica dos mesmos, com efeitos que certamente perdurarão por décadas, talvez até séculos na bacia hidrográfica do rio Doce.

Quando o rejeito liberado entrou no sistema fluvial e à medida que a intensa torrente desses rejeitos prosseguia a jusante, partes do solo foram sendo erodidas e a vegetação foi arrancada. Esses materiais passaram a compor a onda, se depositando posteriormente nas planícies e canais (CH2M, 2017). Todos esses sedimentos demorarão um tempo ainda inestimável para serem completamente carregadas para os oceanos, a depender da intensidade das chuvas que transportarão os rejeitos depositados nas margens para os rios e do fluxo dos rios.

O material por se constituir principalmente por quartzo (60% em peso) e hematita (35% em peso), com granulometrias predominantes de silte e areia fina, o que resulta na pouca aglutinação desse material tornando-o altamente erodível (CH2M, 2017), está sendo transportado pelos rios na carga em suspensão e na carga de fundo. As partículas de silte, por possuírem granulometria reduzida são transportadas em suspensão, conforme Christofolletti (1980, p.73) “esses sedimentos são carregados na mesma velocidade em que a água caminha, enquanto a turbulência for suficiente para mantê-los. Quando essa atingir o limite crítico, as partículas precipitam-se”. Já as areias, que possuem granulometria maior, são deslizadas e saltam ao longo do segmento dos leitos, e “a carga do leito move-se muito mais lentamente que o fluxo de água, porque os grãos deslocam-se de modo intermitente” (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.73).

As confluências do córrego Santarém/rio Gualaxo do Norte, rio Gualaxo do Norte/rio do Carmo e rio Carmo/rio Piranga são níveis de base locais, importantes para os tributários, sendo responsáveis por condicionar a sedimentação à montante. Nessas confluências a velocidade do fluxo é diminuída, portanto ocorre também uma diminuição na competência e capacidade do canal. Os fluxos no interior do canal sofrem uma reordenação, o que resulta no fato das confluências serem áreas caracteristicamente deposicionais (CHARLTON, 2008); por conta disso, em todas as confluências acima citadas, bem como quando pequenos tributários desaguavam no canal principal houve grande depósito de rejeitos, ocorrendo, inclusive, refluxo do material.

Como dito inicialmente, dentre as diversas feições do sistema fluvial existentes, algumas passaram pelo processo de identificação e análise da distribuição espacial nas planícies e canais, são elas: lagoas, meandros abandonados, barras fluviais, ilhas, afloramentos rochosos e feições tecnogênicas (Apêndice C).

As lagoas marginais, estão localizadas em maiores proporções nas regiões onde as planícies aluviais são mais extensas. Algumas lagoas são naturais, enquanto outras foram constuídas pelo ser humano, constituindo-se em feições tecnogênicas; e existe, ainda, aquelas cuja origem (natural ou antropogênica) não foi possível determinar. As lagoas identificadas provavelmente possuem contato com o nível freático, apresentando certa sazonalidade conforme as estações chuvosas e secas, estando com um volume de água maior nas estações úmidas, e menor ou até mesmo secas, nos períodos de estiagem (ÁVILA, et al. 2017).

Conforme Christofolletti (1980, p. 90) meandros abandonados “são os que não mais possuem ligação direta com o curso d’ água atual, resultantes da evolução dos meandros que cortam o pedúnculo através do solapamento basal na margem concava. Quando isolados, formam lagoas ou pântanos, e são numerosos nas planícies aluviais”. Na área estudada foi constatada a existência de algumas dessas feições, formando lagoas com formato de chifre. Os depósitos de rejeito resultante do rompimento de Fundão, descaracterizaram a maioria dessas feições (ÁVILA, et al. 2017).

Para Stevaux e Latrubesse (2017, p.145), “as barras arenosas constituem formas deposicionais de material do fundo do canal (areia) que emergem a superfície da água ou que se encontram parcialmente submersas”. Essas feições se distribuem por toda área estudada, concentrando-se nas áreas de planície mais extensa e principalmente nas regiões de confluências, áreas que têm o processo de deposição como característica, permitindo o maior desenvolvimento de barras fluviais. Em todo o trecho analisado essas barras encontravam-se recobertas de rejeito, sendo que até alguns quilômetros a montante do encontro dos rios Gualaxo do Norte e Carmo elas foram severamente descaracterizadas (ÁVILA, et a. 2017) e algumas dessas feições foram eliminadas pelo intenso fluxo de rejeitos.

Na área estudada, existem ilhas fluviais, distribuídas por todo o trecho, assim como as barras. Essas ilhas são formadas por afloramentos de rocha ou mantos de intemperismo, onde ocorreu, em alguns casos, a estabilização da vegetação, enquanto em outros não. Também têm

origem em barras emersas onde a vegetação teve condições de se desenvolver. Essa variação de formação das ilhas evidencia a característica mista do canal. A montante da confluência rio Gualaxo do Norte/rio do Carmo, a maior parte das ilhas teve toda sua vegetação removida durante a passagem da onda de rejeito, somente as ilhas maiores permaneceram com algum componente vegetal. A jusante dessa confluência, algumas ilhas apresentavam-se sem vegetação, enquanto outras perderam parte da vegetação por conta dos depósitos de rejeitos.

A espacialização dos afloramentos rochosos é semelhante à das ilhas, havendo uma maior concentração nas proximidades da confluência do córrego Santarém e rio Gualaxo do Norte. Da mesma forma, existe maior concentração dessas feições um pouco a jusante dos encontro dos rios Gualaxo do Norte e rio do Carmo. Nessas zonas, o canal possui leito rochoso, planícies estreitas e apresentam encaichoamentos. Devido a essas características, nesses trechos ocorreu um menor espraiamento dos rejeitos. Ao longo dos canais estudados, todos os afloramentos rochosos encontravam-se recobertos de rejeito, todavia esse recobrimento se tornava menos exposto a jusante do núcleo urbano de Barra Longa – MG.

Anteriormente ao rompimento da barragem, as feições tecnogênicas mais extensas encontradas eram as barragens de rejeito de Germano, Fundão e Santarém, localizadas no alto curso dos córregos Fundão e Santarém. Nessa região, as feições fluviais encontravam-se bastante descaracterizadas e antropizadas por conta da exploração e retenção da escória de minério. No rio Gualaxo do Norte, mais precisamente a quatorze quilômetros a jusante de Bento Rodrigues (ÁVILA, et al. 2017), existe uma pequena secção, onde, no passado, ocorria extração irregular de ouro (GAZEL et al. 2009). Em função desse processo, diversas transformações ocorreram na planície aluvial, promovendo assoreamento e a criação de lagoas artificiais. Por conta da sua localização relativamente próxima a barragem rompida, essa área sofreu profundas transformações sendo recoberta por rejeitos e tendo muitas das lagoas artificiais assoreadas (ÁVILA, et al. 2017).

As demais feições tecnogênicas constituíam-se, principalmente, por lagoas artificiais criadas por produtores rurais para usos múltiplos, como dessedentação de animais, criação de peixes e lazer. Dessas feições, as localizadas em altimetrias mais baixas, adjuntas às planícies de inundação, foram soterradas, ou assoreadas pelos rejeitos. Em altimetrias maiores e onde os rejeitos não espalharam lateralmente, essas feições não sofreram alterações.

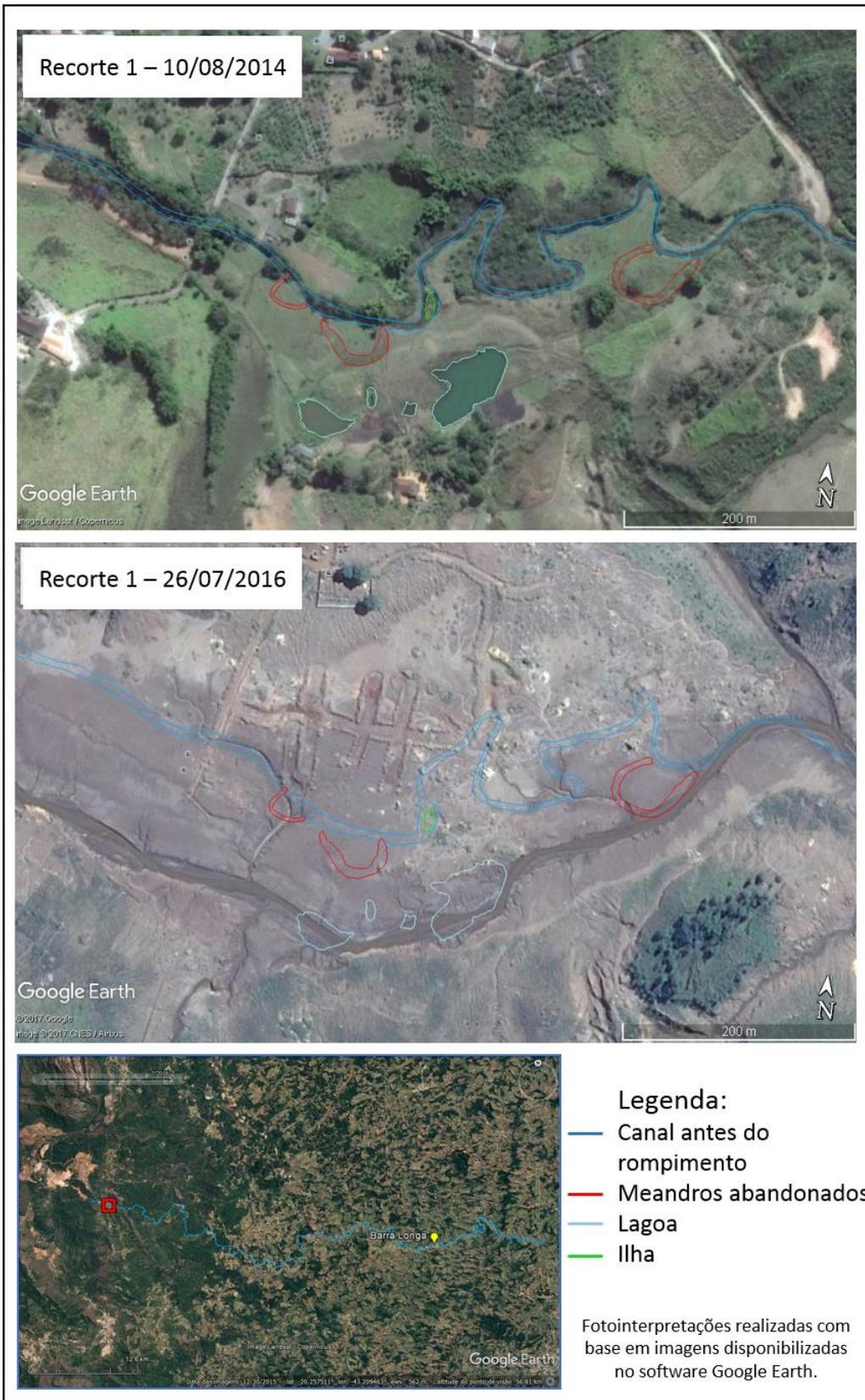
Com a finalidade de trazer mais explicitamente, exemplificando e mostrando as transformações causadas por esse crime ambiental extremo que se constituiu o rompimento da barragem de Fundão, a seguir serão apresentados alguns recortes da área mapeada com suas respectivas interpretações.

A Figura 16 dá a dimensão da quantidade de rejeito de minérios que foi lançada, soterrando quase completamente a área, que corresponde a comunidade de Bento Rodrigues, subdistrito de Mariana-MG, primeira localidade a receber o montante de material. É evidente a profunda transformação da planície, sendo completamente descaracterizada e tendo o canal e demais feições do sistema fluvial, como lagos, meandros abandonados e ilhas, sido completamente soterrados. O canal fluvial sofreu o processo de avulsão, onde seu leito foi assoreado por completo, fazendo com que as águas drenem onde existiam as antigas lagoas. Nota-se também a imensa perda vegetal pela quantidade de árvores e arbustos removida e/ou soterrada pela força da avalanche de rejeitos.

Na Figura 17, mostra-se uma região de vales mais estreitos, que, por essa característica, condicionaram o fluxo não permitindo que o rejeito se espraiasse por grandes extensões. Na cena registrada em 26 de julho de 2016, também é perceptível a descaracterização completa de algumas feições, como o lago e a cicatriz do meandro abandonado. É notório, ainda, o acúmulo de rejeitos nas margens do canal, onde a força da onda de lama removeu a vegetação. As barras, ilha e afloramentos, apresentam-se agora recobertos de resíduos de minério.

A Figura 18 mostra uma região onde havia a exploração de ouro aluvial, portanto existiam lagoas e barras formadas de maneira artificial em função desse processo e extração. A maior parte das lagoas foi atingida e completamente assoreada pelos rejeitos, e as que ainda apresentam água, esta apresenta elevada turbidez. Essa é uma área de vales um pouco mais largos, portanto a planície fluvial é mais ampla, conseqüentemente os rejeitos se espraiam por maior extensão.

Figura 16: Recorte 1



Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Figura 17: Recorte 2



Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Figura 18: Recorte 3



Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Observando a Figura 19, nota-se uma região meândrica do rio Gualaxo no Norte, é perceptível, também, a existência de um antigo meandro que se encontra abandonado, mas ainda possui contato com o nível freático. A região do recorte é de mata bastante densa e por ser uma região com formação de meandros, a velocidade da onda de rejeitos provavelmente foi reduzida, permitindo que o rejeito se espalhasse, promovendo a remoção e/ou soterramento de da vegetação.

As Figuras 20 e 21 evidenciam áreas de planície, mais extensa na região da Figura 20, com ampla área utilizada para pastagens e a existência de lagoas, barras, afloramentos, ilhas e um paleocanal ainda em contato com nível freático, permitindo a formação de algumas lagoas (Figura 21). Nota-se que o rejeito se espalhou por uma grande extensão, chegando bem próximo a sedes de propriedades rurais existentes na área, assoreando as lagoas, recobrando as barras, afloramentos e ilhas, removendo, inclusive, a vegetação das ilhas existentes.

Do mesmo modo, na Figura 22 está sendo apresentada uma área mais plana, com as áreas mais próximas ao rio utilizadas para pastagens, que foram recobertas por rejeitos. Nota-se um pequeno afluente do rio Gualaxo do Norte que, em função da grande quantidade de rejeitos, acabou sofrendo refluxo e perdendo toda a vegetação de suas margens. No canto superior direito dos recortes, nota-se a existência de um meandro, e na imagem do dia 09 de setembro de 2016 pode-se observar que o aporte de sedimentos alcançou uma área de mata, ocasionando a remoção de parcela da cobertura vegetal ali existente, o que implicará em um quantitativo superior de carga sedimentar sendo disponibilizada para os canais que, eventualmente, será transportada.

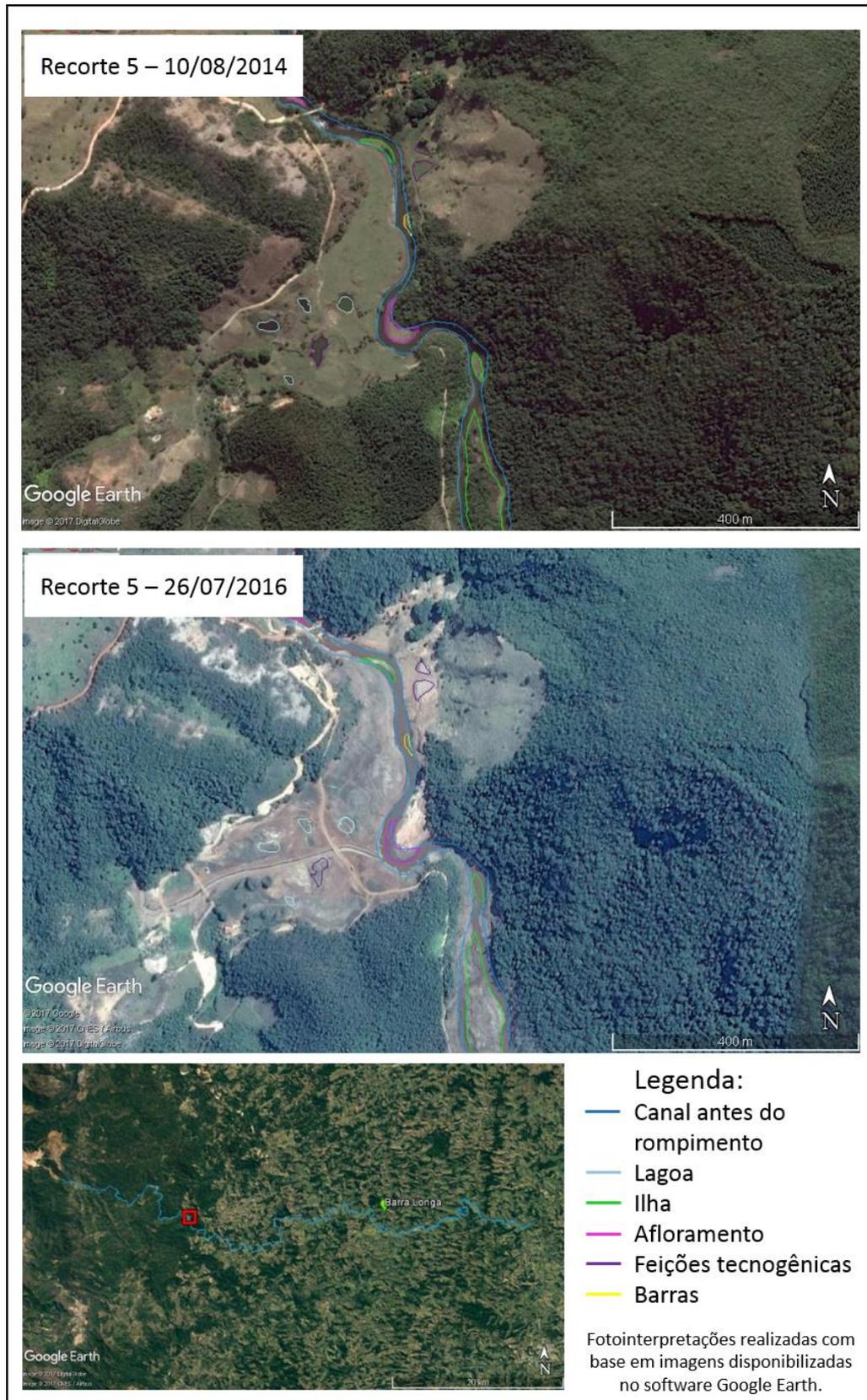
A Figura 23 se trata de uma área bastante plana, apresentando um meandro abandonado e algumas lagoas, com a existência de pastagens nas proximidades do rio. Após o rompimento percebe-se que o rejeito se espalhou pela planície, descaracterizando a feição do meandro abandonado, assoreando um dos lagos, afetando a área de pastagens e removendo algumas árvores que ficavam as margens do canal.

Figura 19: Recorte 4



Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Figura 20: Recorte 5



Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Figura 21: Recorte 6



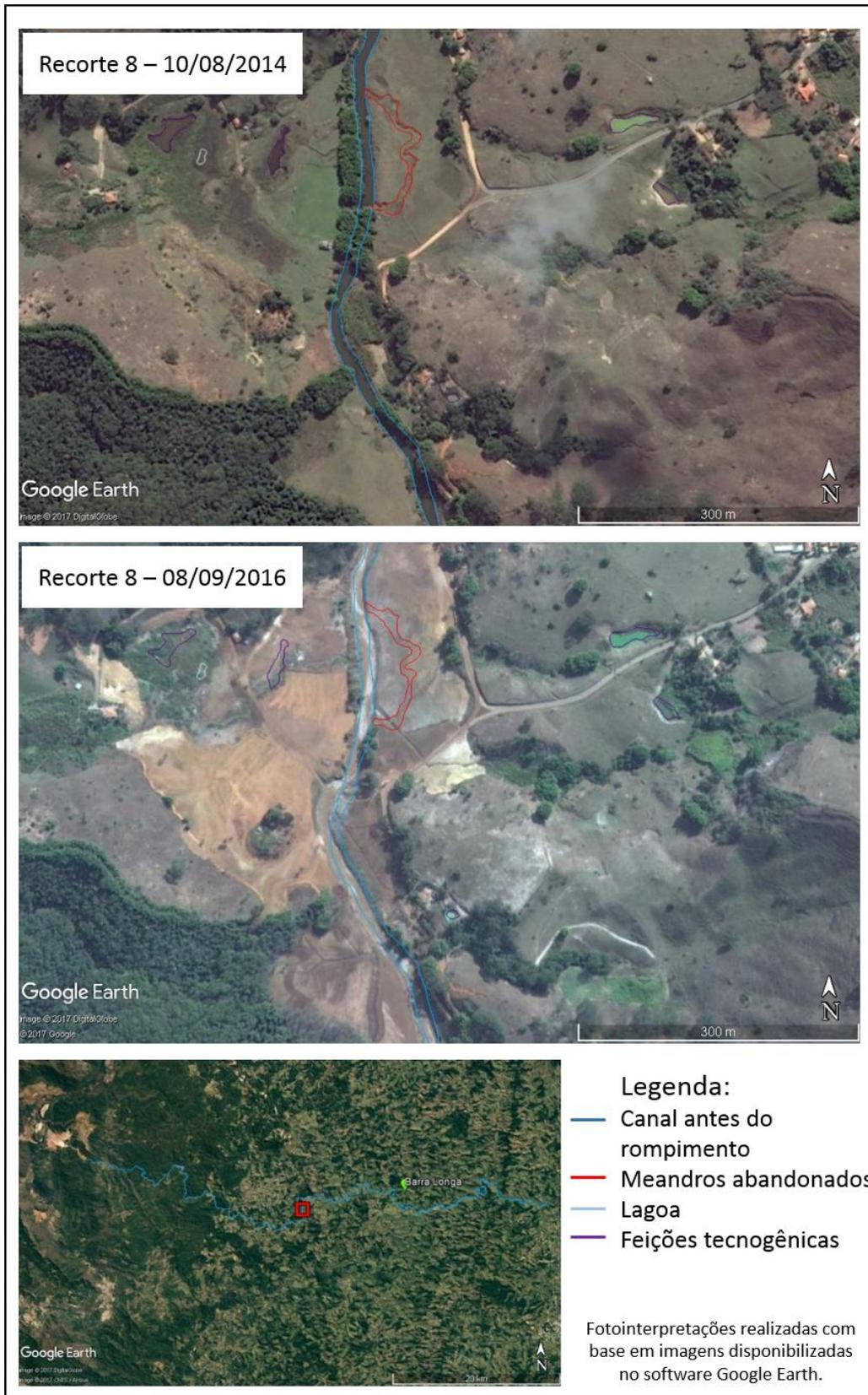
Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Figura 22: Recorte 7



Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Figura 23: Recorte 8



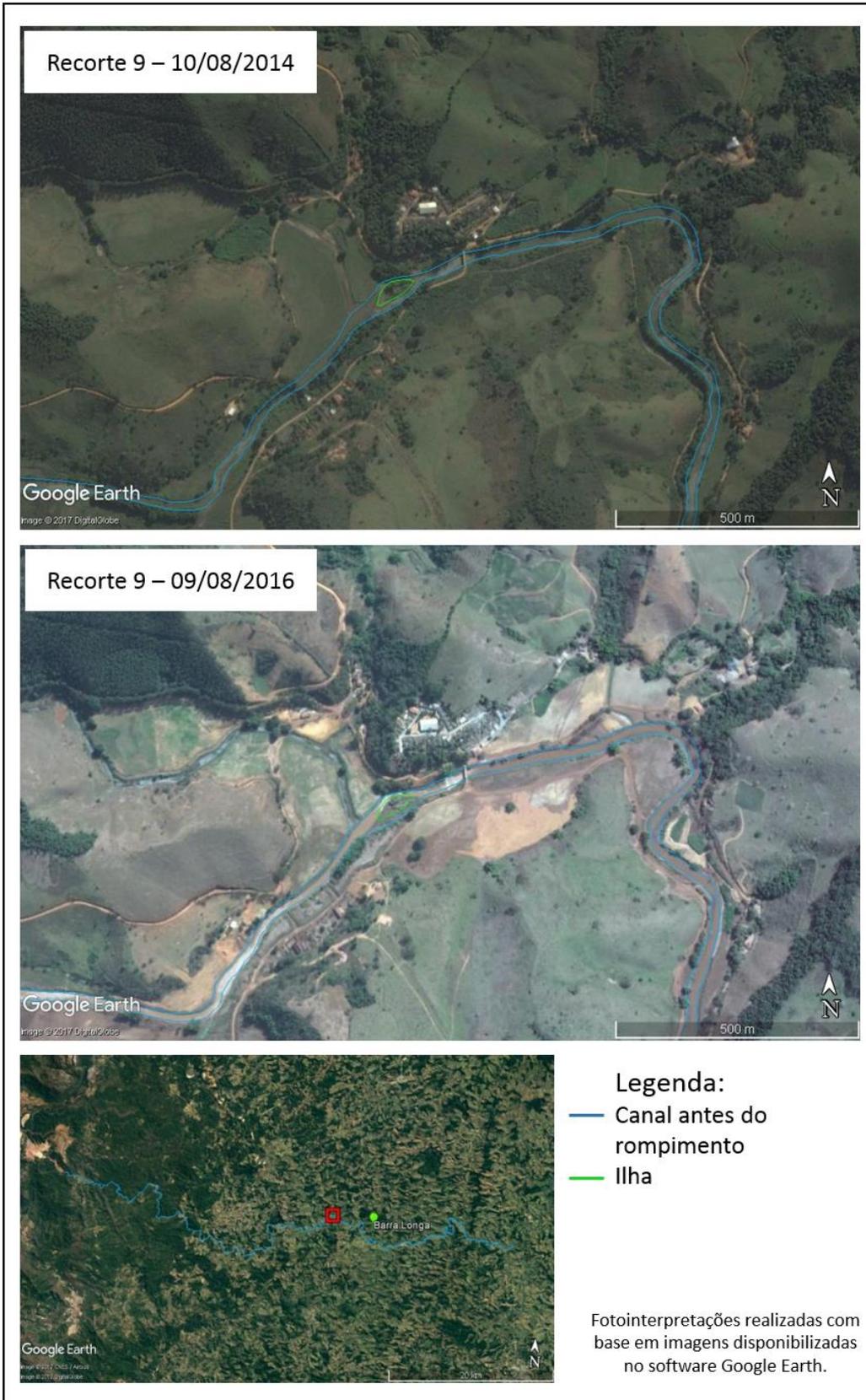
Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth

A área mostrada pela Figura 24 abrange a comunidade rural de Gesteira, distrito de Barra Longa – MG, região bastante afetada pelos rejeitos, onde muitas pessoas perderam suas habitações e muitos produtores rurais tiveram suas pastagens e plantações recobertos por rejeitos. Um pequeno afluente do rio Gualaxo do Norte também sofreu refluxo por conta da onda de rejeitos, contribuindo para que os resíduos de minério se espalhassem ainda mais na área mostrada pelos recortes.

Na Figura 25 é mostrada uma área de transição de um trecho relativamente plano, para um segmento de canal com vale mais estreito e leito rochoso. Nota-se claramente que o rejeito se espalhou de forma mais ampla onde a planície é maior.

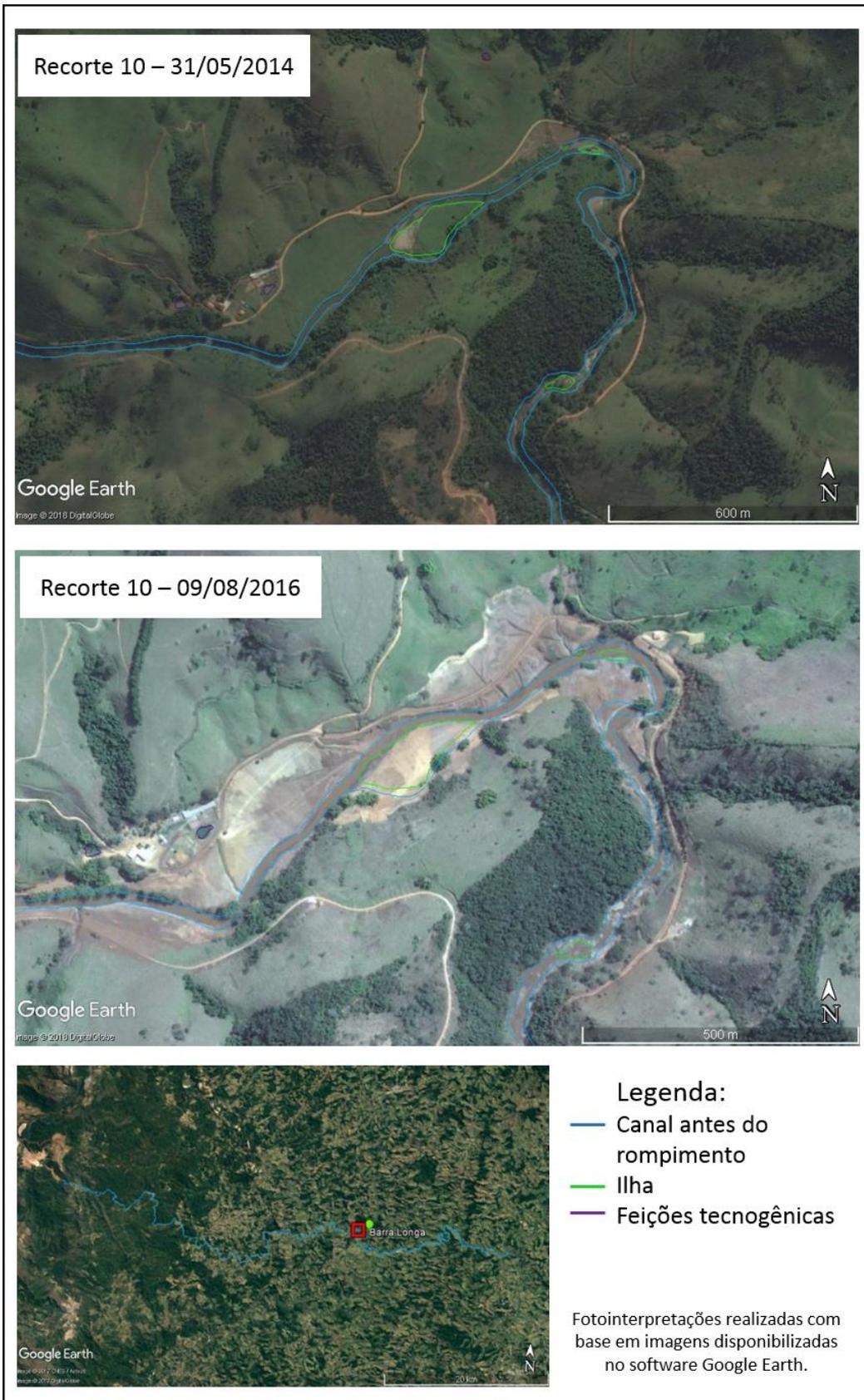
A Figura 26 mostra a região da confluência entre os rios Gualaxo do Norte e Carmo, já no início da zona urbana do município de Barra Longa. O rio do Carmo também sofreu refluxo por conta do intenso fluxo de rejeitos, contribuindo para um depósito mais amplo nas planícies. Muitas áreas de pastagens foram afetadas, vegetação foi removida, e a área urbana também sofreu grandes danos, com muitas casas atingidas e pessoas que perderam muitos bens de valor material e sentimental.

Figura 24: Recorte 9



Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth

Figura 25: Recorte 10



Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Figura 26: Recorte 11



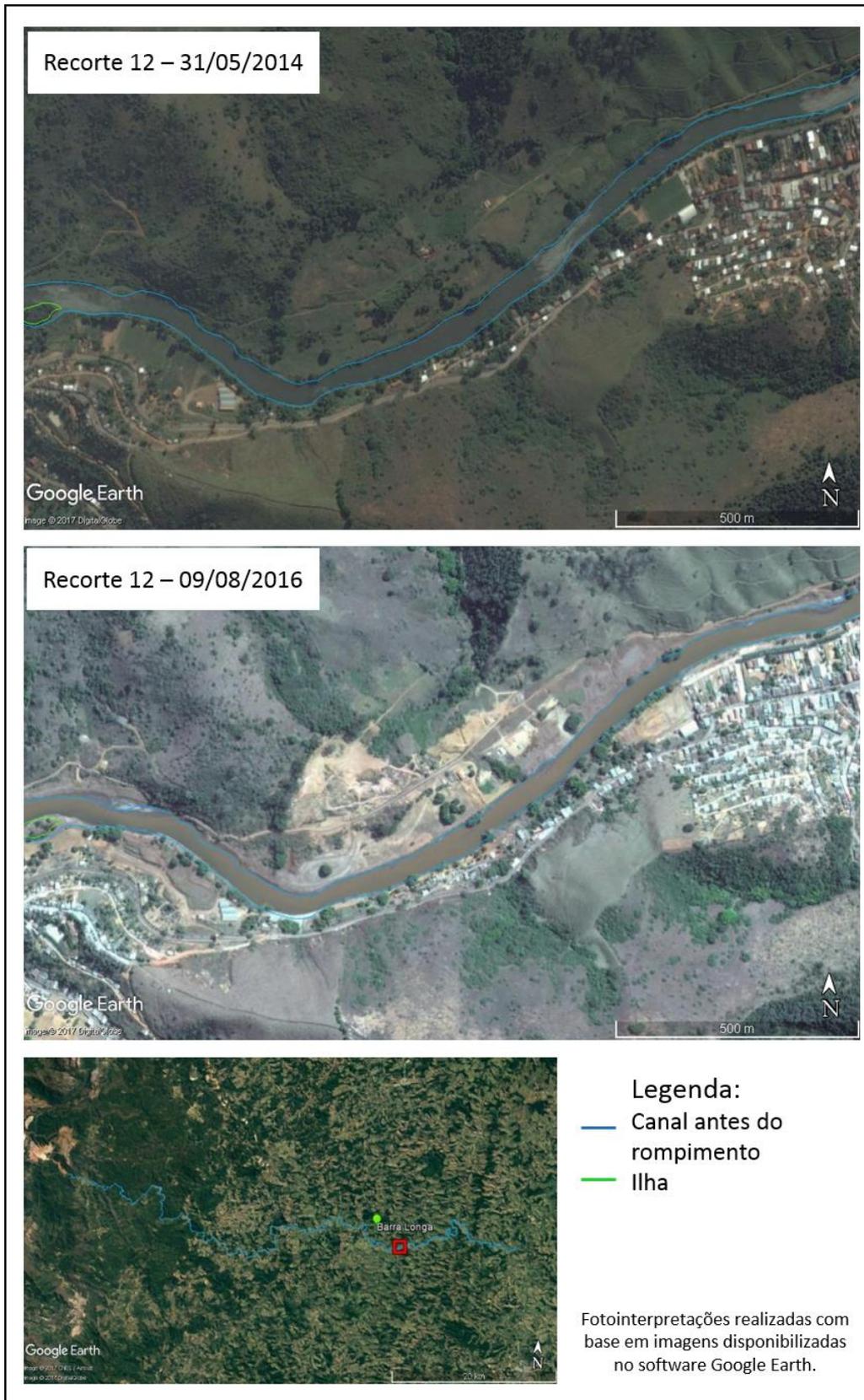
Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth

Nas Figuras 27 e 28 está evidenciado parte do município de Barra Longa, que tem por característica o desenvolvimento da área urbana na margem direita do rio do Carmo, enquanto na margem esquerda existem algumas propriedades rurais. Nota-se que o rejeito se espalha mais amplamente nessas secções meândricas, onde a velocidade do fluxo do canal é diminuída. Nessas imagens percebe-se que muitas áreas de várzea foram recobertas, e na imagem 26 é possível observar que os afloramentos se apresentam recobertos por rejeitos e a vegetação de uma pequena ilha agora é inexistente.

A Figura 29 traz o recorte de uma área de planície aluvial não muito extensa que sofreu bastante deposição de rejeitos nas áreas mais adjacentes ao canal. Áreas essas usadas anteriormente como pastagens, vista a ausência de matas no recorte anterior ao rompimento.

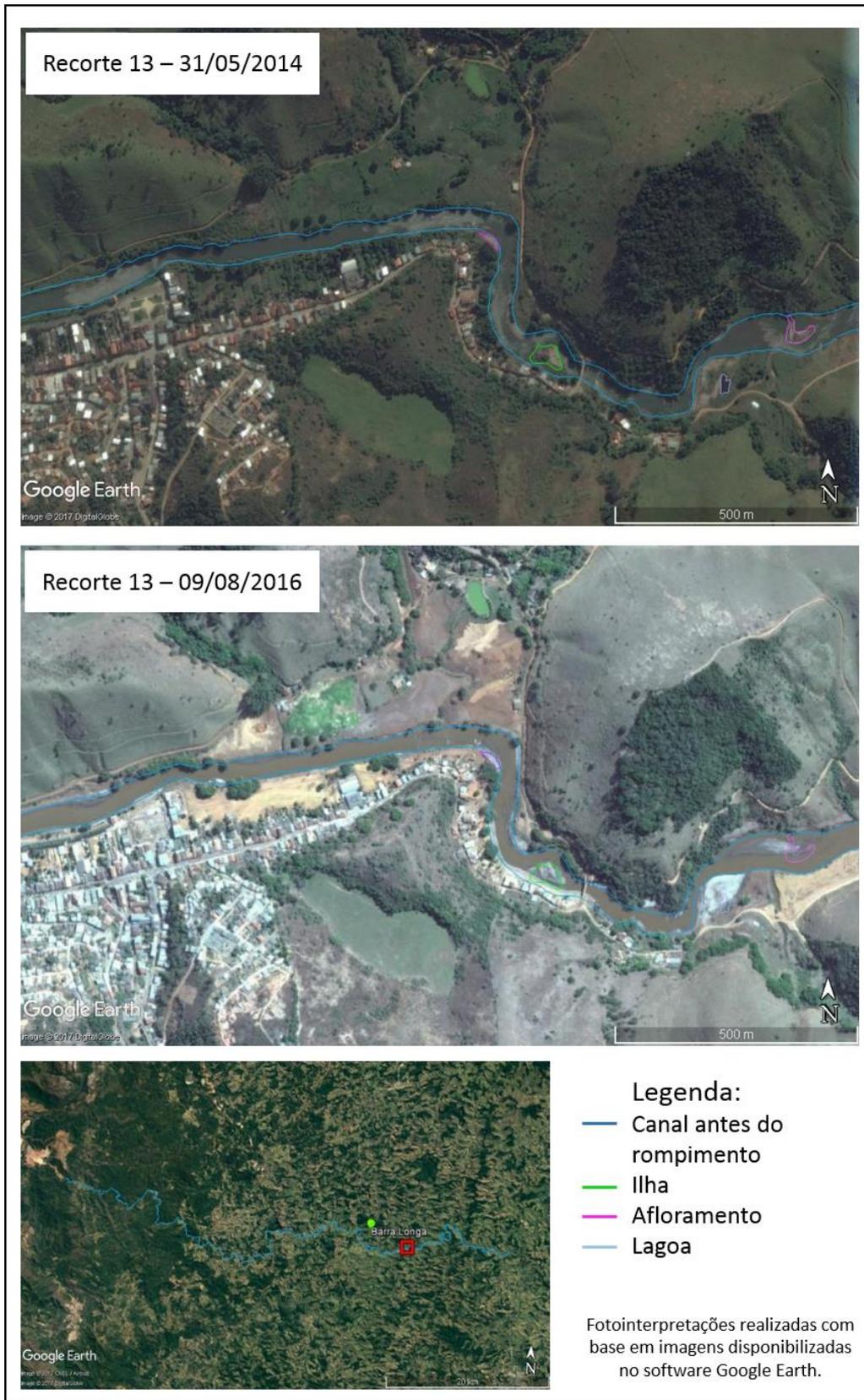
Observando-se a Figura 30, é possível notar que se trata de um trecho meândrico do rio do Carmo, bem próximo a confluência com o rio Piranga. A área apresenta diversas feições, como afloramentos, barras e ilhas. As áreas planas contíguas ao canal encontram-se recobertas de rejeitos, assim como as barras e afloramentos, e as ilhas tiveram parte de sua vegetação removida e/ou soterrada pelo rejeito.

Figura 27: Recorte 12



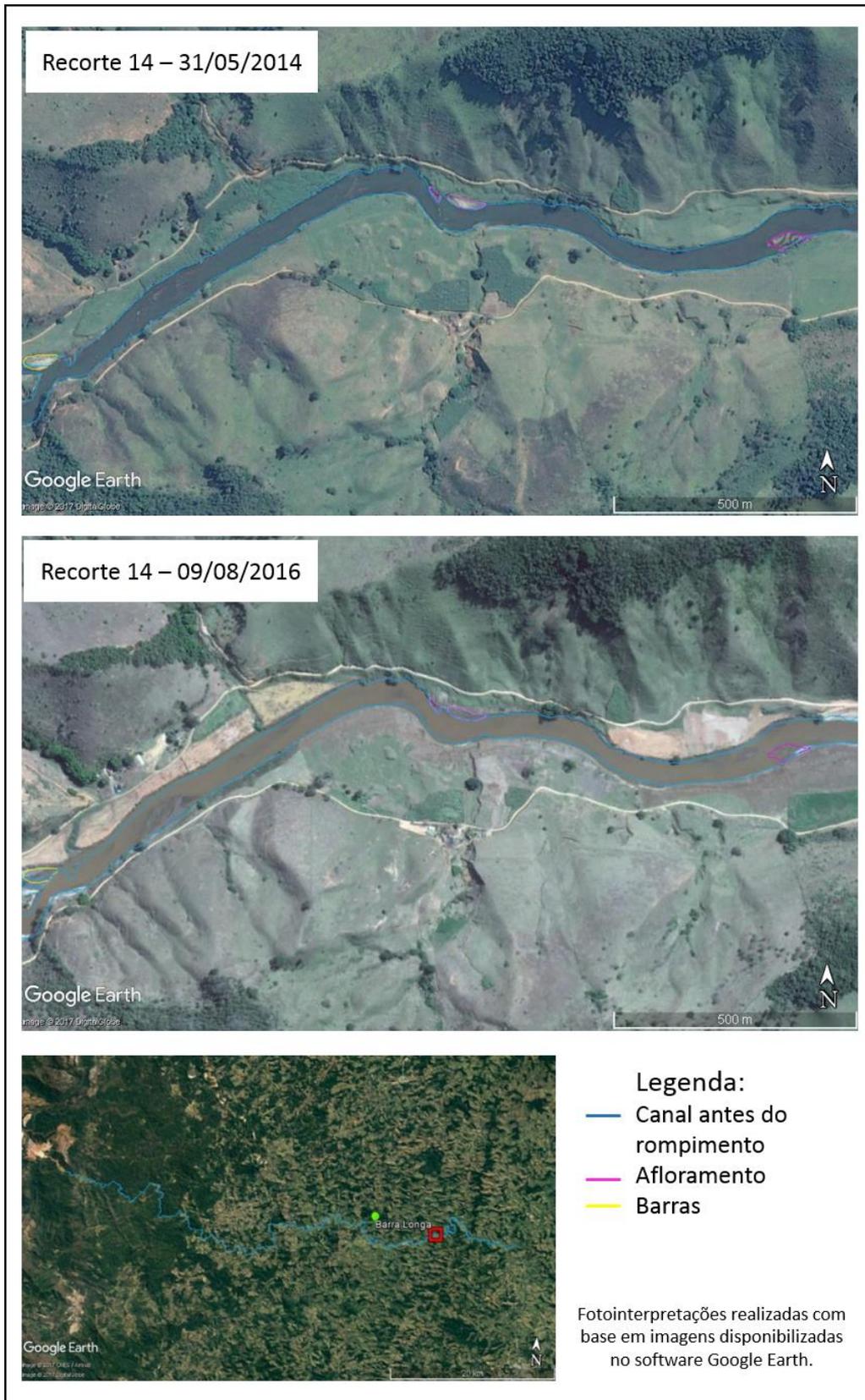
Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth

Figura 28: Recorte 13



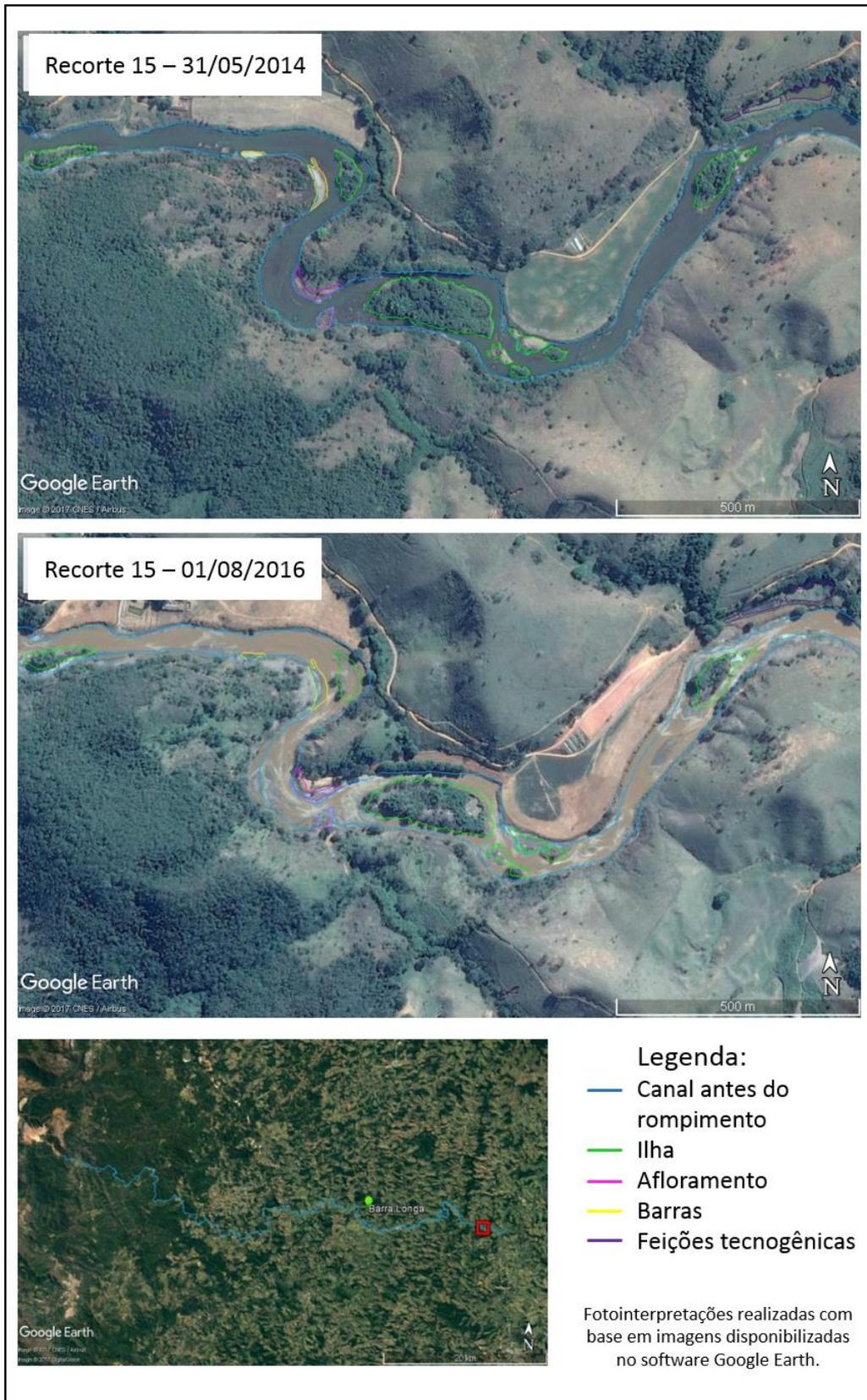
Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Figura 29: Recorte 14



Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Figura 30: Recorte 15



Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Todas as transformações evidenciadas nessas imagens, provocaram e provocarão por um tempo ainda inestimado, alterações no sistema fluvial de todos os canais fluviais atingidos. Nessa pesquisa foi abordado apenas uma parte das transformações, a parte onde essas ocorreram de forma mais visível e, portanto, intensa.

É observável, ao longo da sequência de imagens anterior, que o espaço rural está presente, através de propriedades, áreas de pastagens etc. Todas essas mudanças que transformaram a dinâmica da geomorfologia fluvial, também alteraram, para pior, a vida dos produtores rurais que tiveram suas propriedades atingidas pelos rejeitos, seja em maior ou menor proporção. Esses danos aos produtores serão tratados de forma mais ampla no próximo capítulo.

CAPÍTULO VIII - AVALIAÇÃO DOS DANOS AOS PRODUTORES RURAIS

No capítulo anterior foi mostrado que a geomorfologia do fundo de vale encontra-se alterada, com feições que foram recobertas, destruídas e com o surgimento de novas feições. Muitas dessas alterações apresentadas configuram-se em danos ambientais à medida em que alteram questões ecossistêmicas, físicas, químicas, do solo, da água, do ar e questões sociais. Nesse capítulo essas alterações geomorfológicas serão levadas aos produtores rurais para que seja possível compreender, de fato, quais foram as consequências dessas alterações e os danos sofridos por eles.

O processo de avaliação de impactos ou danos ambientais é, por essência, um procedimento de alta complexidade, pois demanda grande domínio sobre o que será avaliado, assim como um conhecimento multidisciplinar.

Dentre as diversas técnicas que buscam alcançar essa avaliação, a matriz de Leopold se destaca como uma das mais utilizadas, uma vez que além de sua grande abrangência em termos de ações humanas e fatores ambientais, ela possui grande capacidade de sistematização sem, contudo, minimizar a complexidade do problema. A escolha da matriz proposta por Leopold como apoio à realização dessa pesquisa permitiu uma menor susceptibilidade ao esquecimento de algum dano ambiental.

A partir dessa matriz foi feita simplificação, onde os “fatores ambientais” foram restringidos àqueles diretamente relacionados à processos, formas e materiais que constituem e dinamizam a superfície terrestre, e as “ações causadoras de impacto” foram limitadas àquelas que se adequavam a ações ocorridas a partir de um rompimento de barragem de rejeitos.

Posteriormente foi obtido a matriz resposta apresentada no Quadro 2.

Quadro 2: Matriz adaptada da matriz original de Leopold.

AÇÕES QUE PODEM CAUSAR DANOS AMBIENTAIS					
Modificação dos ambientes fluviais	Alteração do uso do solo	Alteração da tipologia dos canais	Modificação do fluxo	Revestimento de canais	Vazamentos, derramamentos e emissões

FATORES AMBIENTAIS									
FATORES AMBIENTAIS	TERRA	Solos		X		X		X	
		Geomorfologia	X	X	X	X	X	X	
		Fatores Físicos singulares		X					X
	ÁGUA	Continentais		X			X		X
		Subterrâneas		X			X		X
		Qualidade		X			X	X	X
	PROCESSOS	Inundação	X		X	X	X	X	X
		Erosão	X	X	X	X	X	X	X
		Deposição	X	X	X	X	X	X	X
		Compactação e fixação		X					X
		Estabilidade		X	X	X	X	X	X
	USOS DO TERRITÓRIO	Espaços abertos e selvagens		X	X				X
		Zonas úmidas		X	X				X
		Silvicultura		X	X				X
		Pastos/pecuária	X	X	X				X
		Agricultura		X	X				X
		Minas e pedreiras		X					X
	RECREATIVOS	Caça		X	X				X
		Pesca	X	X	X	X	X	X	X
		Balneário	X	X	X			X	X
		Camping							X
Zonas de Recreação		X	X	X	X	X	X	X	
ESTÉTICOS E DE INTERESSE HUMANO	Natureza	X	X	X			X	X	
	Espaços abertos		X	X				X	
	Paisagens	X	X	X			X	X	
	Agentes Físicos Singulares			X				X	
	Parques e	X	X	X				X	

		reservas (APP)						
		Monumentos						X
		Lugares ou objetos históricos		X	X			X
	NIVEL CULTURAL	Estilos de vida	X	X	X		X	X
		Saúde e previdência						X
		Emprego		X				X
		Densidade populacional		X				X
		Estruturas		X				X
	RELAÇÕES ECOLÓGICAS	Vetores de doenças		X				X
		Cadeia alimentar	X	X	X			X
Invasão de pragas							X	

Fonte: A autora.

Os “X” representam as interações entre ações causadoras de danos e os fatores ambientais previstos pela autora, cabe ressaltar que o rompimento da barragem de Fundão se constitui na principal ação causadora de dano, as demais ações acontecem a partir dessa ação principal que foi o rompimento da barragem de rejeitos.

Através das análises dessas interações estabelecidas na matriz (Quadro 1) e de conhecimentos obtidos através de leituras e visita prévia a campo, foi possível identificar e listar 28 prováveis danos aos produtores rurais. Posteriormente, essa listagem foi apresentada aos produtores rurais, durante as entrevistas, e avaliada por eles. Nas entrevistas com os produtores rurais foram apontados mais dois danos que não haviam sido abarcados na listagem prévia, foram eles:

- Perda de produtividade - pelos diversos dias em que o acesso às suas propriedades foi interrompido, em função da interdição das estradas.

- Falta de energia elétrica - pois o sistema de fornecimento de energia elétrica foi comprometido pelo fluxo de sedimentos que levou consigo diversos postes da companhia de distribuição de energia da região.

Os 30 danos serão apresentados no Quadro 3, juntamente com suas explicações.

Quadro 3: Danos aos produtores rurais e explicação para o estabelecimento de cada dano.

Listagem dos possíveis danos ambientais	Explicação
1-Destruição de estruturas particulares (casa, curral, etc.)	Soterradas pelos rejeitos
2-Destruição de estruturas públicas (estradas, pontes, etc.)	Soterradas pelos rejeitos
3-Perda de equipamentos agrícolas	Soterrados pelos rejeitos
4-Perda de bens em geral	Soterrados pelos rejeitos
5-Destruição de terras produtivas (plantações)	Soterradas pelos rejeitos
6-Perda de áreas de pastagem	Soterradas pelos rejeitos
7-Perda de área de plantio ou pastagem por erosões nas margens dos rios	O assoreamento dos canais e remoção da vegetação das margens, torna mais propícia a ocorrência de erosões marginais
8-Perda de criação (boi, galinha, porco, etc.)	Mortos pela enxurrada de rejeitos
9-Perda de animais domésticos (cães, gatos, etc.)	Mortos pela enxurrada de rejeitos
10-Perda do bebedouro de animais (contaminação)	Contaminação e aumento da turbidez da água do rio pelo rejeito
11-Perda da fonte de abastecimento de água	Contaminação e aumento da turbidez da água do rio pelo rejeito
12-Contaminação da água do rio	Contaminação e aumento da turbidez da água do rio pelo rejeito, ou por metais remobilizados pela onda de rejeito
13-Contaminação da água subterrânea (minas, nascentes)	Contaminação por elementos químicos presentes nos rejeitos ou por metais remobilizados pela onda de rejeito
14-Alteração das áreas de lazer (pesca, nado, caça, praias, etc)	Soterradas e/ou contaminadas pelo rejeito

15-Destruição de áreas de criação de peixes	Soterradas e/ou contaminadas pelo rejeito
16-Comprometimento do estoque de peixes nos rios	Mortos pela enxurrada de rejeitos que contaminou e elevou a turbidez das águas dos canais. A permanência da elevada turbidez e contaminação impede que esses canais se tornem um ambiente atrativo para o reestabelecimento das espécies aquáticas
17-Perda de lagoas naturais e açudes	Soterradas e/ou contaminadas pelo rejeito
18-Perda de nascentes próximas ao rio	Soterradas e/ou contaminadas pelo rejeito
19-Dificuldade de chegar até rios, córregos e açudes	Acúmulo de rejeitos nas áreas que serviam de passagem para chegar a esses pontos.
20-Perda da qualidade do ambiente	As inúmeras transformações negativas no ambiente diminuiram sua qualidade
21-Perda da qualidade de vida	As inúmeras transformações negativas além de diminuir a qualidade do ambiente, tornam os diversos aspectos da vida humana mais difíceis, além de poderem afetar a saúde dos produtores
22-Destruição de áreas de preservação permanente	Soterradas e/ou arrancadas pelo fluxo de rejeitos.
23-Destruição de matas e florestas	Soterradas e/ou arrancadas pelo fluxo de rejeitos.
24-Aumento da ocorrência de insetos	Em função dos predadores desses insetos terem sido mortos pela enxurrada de rejeitos.
25-Aumento da ocorrência de doenças	Doenças respiratórias causadas pela poeira proveniente do ressecamento dos rejeitos e doenças que tem insetos como vetores.
26-Soterramento da área de extração de areia, ouro e etc	Soterradas pelos rejeitos
27-Aumento dos sedimentos nos rios	Turbidez elevada em função dos rejeitos carregados
28-Alteração do fluxo da água do rio	Modificação dos leitos dos rios e quantidade de água transportada.
29- Perda de produtividade	Interrupção do acesso as propriedades, em função da interdição das estradas, impedindo a comercialização da produção.
30- Falta de energia elétrica	Comprometimento do sistema de fornecimento de energia elétrica devido aos estragos provocados pela onda de rejeitos.

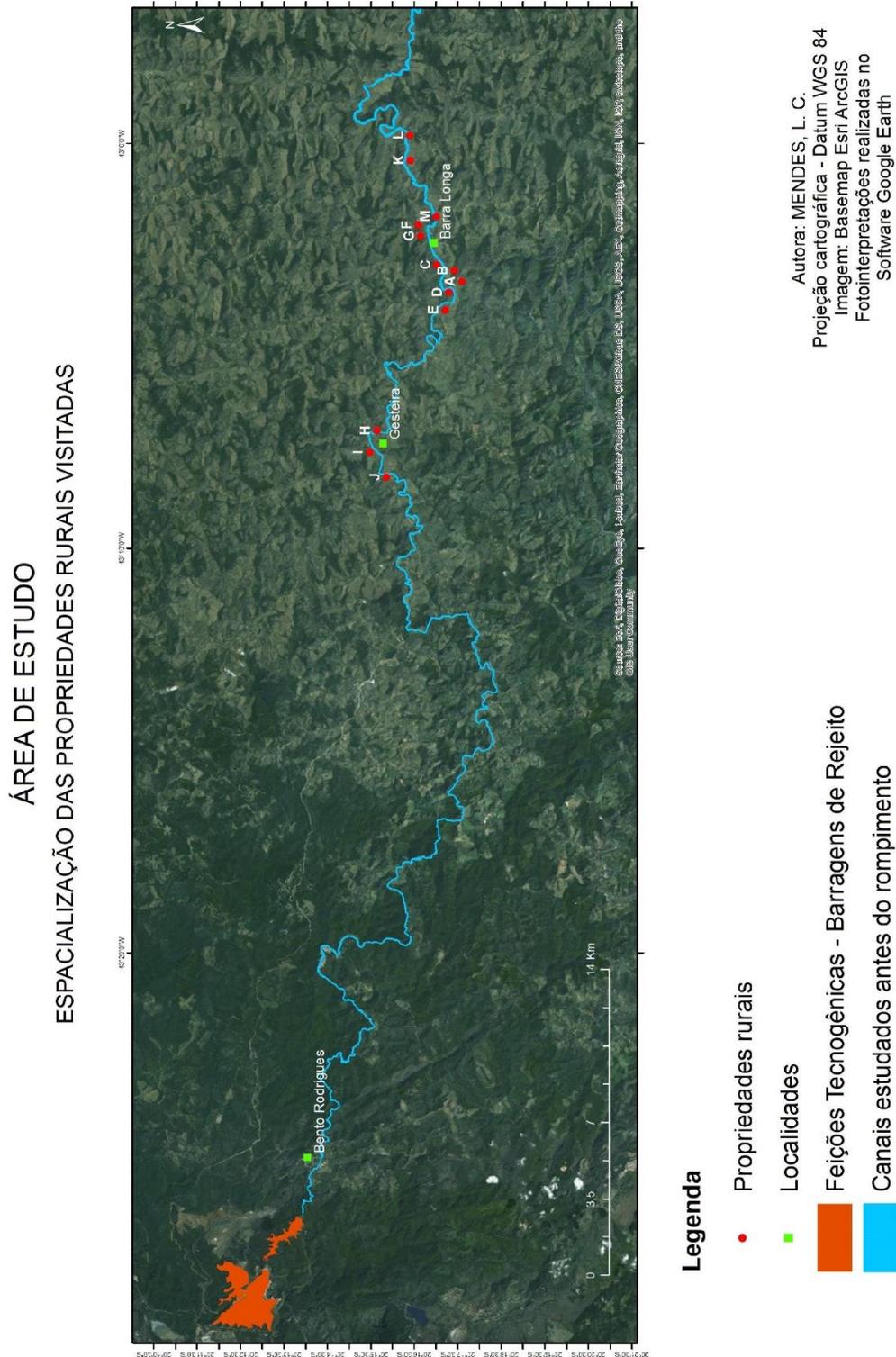
Fonte: A autora.

8.1 Os produtores rurais e suas propriedades

Após a elaboração da listagem dos danos, foi preparado e aplicado um roteiro semiestruturado (Apêndice A) para subsidiar uma entrevista com produtores rurais atingidos pelo rompimento de Fundão.

No total, foram entrevistados 13 produtores rurais, com propriedades distribuídas dentro do território de Barra Longa-MG (Figura 31). Todos os entrevistados eram do sexo masculino com idades entre 30 e 80 anos e todos se consideravam pequenos produtores rurais. Apenas dois não são proprietários dos terrenos onde moram e trabalham: um deles é usuário, cuja propriedade é cedida para ele morar e cuidar há oito anos; o outro é um funcionário que reside e trabalha na propriedade há 10 anos.

Figura 31: Localização das propriedades rurais visitadas



Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

O produtor A possui 61 anos e há 40 anos mantém a propriedade (Apêndice B) que se encontra as margens do rio do Carmo a montante da confluência com o rio Gualaxo do Norte,

portanto está localizada em uma área onde ocorreu o refluxo do material. Essa propriedade possui como principal atividade a criação de gado leiteiro, e foi severamente impactada pelo rompimento de Fundão, sendo, inclusive, a sede da propriedade destruída.

O produtor B, de 70 anos, possui a propriedade há 45 anos. A propriedade B (Apêndice B), também está localizada na área do rio do Carmo que sofreu refluxo. O produtor tem algumas cabeças de gado leiteiro, cria porcos e galinhas. Também tinha um vasto pomar de diversas frutas antes do rompimento.

O produtor C, tem 56 anos de idade e é usuário da propriedade em que reside há oito anos. A propriedade C (Apêndice B) está localizada às margens do rio do Carmo e possuía como atividades a criação de gado leiteiro, criação de porcos, galinhas e peixes, além da horticultura.

O produtor D, de 30 anos, mora na propriedade desde que nasceu. A propriedade D (Figura 32), possuía como principais atividades a criação de gado, plantação de milho, feijão e capim. Localizada próxima ao encontro dos rios Gualaxo do Norte e Carmo, teve extensa área de pastagens e plantações recoberta por rejeitos, em consequência do maior espriamento do material nas áreas de confluência.

Figura 32: Propriedade D



Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

O produtor E possui 56 anos e trabalha na propriedade desde criança. A propriedade E (Apêndice B), localizada às margens do rio Gualaxo do Norte, tinha como principal uso a criação de gado leiteiro. O produtor permitiu que uma parte de sua propriedade fosse utilizada para depositar os materiais retirados dos leitos e margens dos rios.

O produtor F possui 32 anos é funcionário e reside na propriedade há 10 anos. A propriedade F (Apêndice B) está às margens do rio do Carmo. Suas terras eram usadas como pasto para criação de gado leiteiro e plantação de cana e capim.

O produtor G possui 38 anos e há 10 anos trabalha na propriedade. Vizinha da propriedade F, a propriedade G (Apêndice B), também se localiza às margens do rio do Carmo. Era usada principalmente para a plantação de cana para produção de cachaça.

O produtor H mora na propriedade (Apêndice B) desde quando nasceu, há 55 anos. A propriedade encontra-se próxima ao distrito de Gesteira, e margeia o rio Gualaxo do Norte. Tinha como principais usos a criação de gado leiteiro, plantação de capim e cultivo de árvores frutíferas.

O produtor I, de 80 anos, possui a propriedade há 50 anos (Apêndice B), que também está localizada nas proximidades do distrito de Gesteira, margeando o rio Gualaxo do Norte. As principais atividades exercidas na propriedade eram a criação de gado leiteiro, plantação de capim e feijão.

O produtor J possui 54 anos e vive na propriedade (Figura 33) desde seu nascimento. Das propriedades visitadas essa é a que se localiza mais a montante no rio Gualaxo do Norte e mais distante do centro urbano de Barra Longa. Suas principais atividades eram a criação de gado leiteiro, plantação de cana e capim.

Figura 33: Propriedade J



Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

O produtor K, de 51 anos, possui sua propriedade há 15 anos. Esta se localiza às margens do rio do Carmo (Apêndice B), a jusante de Barra Longa. Seus principais usos eram a criação de gado leiteiro, plantação de cana e capim.

O produtor L, de 54 anos, mora da propriedade desde que nasceu. Sua propriedade (Figura 34) também está localizada no rio do Carmo, e é a mais a jusante visitada. Era utilizada para a criação de gado leiteiro, plantação de capim e cana.

Figura 34: Propriedade L



Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

O produtor M, possui 56 anos e possui a propriedade há 30 anos. Ela, bem como as propriedades K e L, está localizada às margens do rio do Carmo e seus principais usos eram pastagens para criação de gado leiteiro e plantação de capim.

8.2 Os Danos

Os danos apontados pelos produtores serão apresentados nessa seção. A Tabela 1 apresenta de forma sintetizada a ocorrência dos danos em cada propriedade.

Tabela 1: Síntese dos danos relatados pelos produtores rurais em cada propriedade.

Listagem dos possíveis danos ambientais	Propriedades rurais													Total
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1-Destruição de estruturas particulares (casa, curral, etc.)	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1	-	1	-	8
2-Destruição de estruturas públicas (estradas, pontes, etc.)	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	11
3-Perda de equipamentos agrícolas;	1	1	-	-	1	-	-	-	1	1	-	1	-	6
4-Perda de bens em geral;	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	6
5-Destruição de terras produtivas (plantações)	-	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	-	1	10
6-Perda de áreas de pastagem	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	12
7-Perda de área de plantio ou pastagem por erosões nas margens dos rios;	-	1	-	1	1	-	1	1	-	-	1	-	1	7
8-Perda de criação (boi, galinha, porco, etc.);	1	-	1	-	1	-	-	1	-	1	1	-	-	6
9-Perda de animais domésticos (cães, gatos, etc.);	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
10-Perda do bebedouro de animais (contaminação)	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	12
11-Perda da fonte de abastecimento de água.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
12-Contaminação da água do rio.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
13-Contaminação da água subterrânea (minas, nascentes)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
14-Alteração das áreas de lazer (pesca, nado, caça, praias, etc)	1	1	1	1	1	1	-	1	-	1	-	1	1	10

15-Destruição de áreas de criação de peixes	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
16-Comprometimento do estoque de peixes nos rios	1	1	1	1	1	1	-	1	-	1	1	-	1	10
17-Perda de lagoas naturais e açudes.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
18-Perda de nascentes próximas ao rio.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
19-Dificuldade de chegar até rios, córregos e açudes.	-	1	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	4
20-Perda da qualidade do ambiente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
21-Perda da qualidade de vida.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
22-Destruição de áreas de preservação permanente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
23-Destruição de matas e florestas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
24-Aumento da ocorrência de insetos.	-	1	1	1	-	1	1	-	-	1	-	-	1	7
25-Aumento da ocorrência de doenças.	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-	1	5
26-Soterramento da área de extração de areia, ouro e etc.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
27-Aumento dos sedimentos nos rios.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
28-Alteração do fluxo da água do rio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
29- Perda de produtividade	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
30- Falta de energia elétrica	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	-	5
Total	14	17	17	16	14	12	10	17	13	18	14	14	14	

Fonte: A autora.

Conforme mostrado na Tabela 1 os danos mais citados foram a contaminação da água do rio, a perda da qualidade do ambiente, a perda da qualidade de vida e o aumento dos sedimentos nos rios, relatados por todos os 13 produtores rurais entrevistados. Em seguida

estão a perda de áreas de pastagem e a perda do bebedouro de animais (contaminação), relatados por 12 dos produtores entrevistados.

Os seguintes danos não foram relatados por nenhum produtor como algo que tenha ocorrido em sua propriedade: perda de animais domésticos (cães, gatos, etc.); perda da fonte de abastecimento de água; contaminação da água subterrânea (minas, nascentes); perda de nascentes próximas ao rio; destruição de áreas de preservação permanente; destruição de matas e florestas; soterramento da área de extração de areia, ouro e etc.; alteração do fluxo da água do rio. Porém, deve ficar claro que apesar de alguns danos não terem sido evidenciados pelos entrevistados, não quer dizer que eles não tenham ocorrido em toda extensão estudada, pelo contrário, através de diversos relatórios, notícias, documentos e visitas de campo, foi possível confirmar a ocorrência desses danos.

Nas entrevistas, oito produtores relataram a perda de casas e currais que foram atingidos e destruídos pelos rejeitos. Algumas dessas estruturas encontravam-se reconstruídas (Figura 35), ou estavam em processo de reconstrução.

Figura 35: Casa reconstruída do produtor A



Fonte: A autora (28/04/2017).

Porém alguns produtores afirmaram que mesmo casas e currais que não foram atingidos pelos rejeitos estavam com as estruturas abaladas ou danificadas pelo intenso

tráfego de tratores pelas estradas vicinais após o rompimento. Esses tratores trafegavam pelas estradas para remover a lama das mesmas e das propriedades. O abalo das estruturas de curral também se deu pelo fato dos animais precisarem ficar constantemente presos pela falta de pastagens para os mesmos, e o intenso pisoteio dos animais danificou as estruturas dos currais.

Nas palavras do produtor D: *“Passou tanto trator e máquinas aqui na estrada que a casa aqui que já era bem velha está com a estrutura abalada e cheia de rachaduras”*. Indicando outro problema associado ao abalo das estruturas, o Produtor J afirmou: *“Meu curral acabou porque eu preciso prender as vacas nele, porque tenho pouco pasto agora, e as vacas ficam estressadas”*. Concordando, o Produtor L disse que *“Trincou a casa toda por causa das máquinas passando na estrada”*.

Também houve o acúmulo de rejeitos e destruição de estradas e pontes, limitando o ir e vir dos produtores pela impossibilidade de utilização dessas estruturas públicas.

O produtor K relata: *“Não tinha como chegar aqui, não tinha acesso. Tinha que vir a pé”*.

A perda de materiais agrícolas (bens produtivos), foi exemplificada a partir de materiais como ordenhadeira, picadeira, tanque de leite e carroça. Tais equipamentos eram necessários para o trabalho desses produtores, e foram perdidos devido ao rompimento. Por outro lado, na perda de bens em geral, destacam-se as ferramentas de uma oficina que o produtor A possuía abaixo de sua casa e uma canoa do produtor D que ficava presa próxima ao rio do Carmo e que, após o evento, ele nunca mais conseguiu encontrar.

Para a reparação dos danos supracitados a Fundação Renova criou o programa “Recuperação das comunidades e infraestruturas impactadas”, que prevê:

Executar as atividades de recuperação e reconstrução das infraestruturas danificadas pelo rompimento, tais como: reestabelecimentos de acessos, limpeza e retirada de resíduos, entulho e detritos decorrentes do rompimento, demolição de estruturas comprometidas remanescentes e consequente limpeza, reconstrução de pontes, drenagens, reconstrução ou reforma de cercas, currais, paiol, igrejas e outros templos religiosos, campos de futebol e espaços de prática esportiva de acesso público, centros comunitários, praças e locais públicos de lazer, poços artesianos e pinguelas, vias de acessos, contenções de taludes e encostas para acessos, unidades habitacionais e estruturas de educação e saúde (FUNDAÇÃO RENOVA, 2017).

No trabalho de campo foi verificado que as pontes foram reconstruídas, as estradas foram reestabelecidas e o processo de remoção dos resíduos estava em andamento, inclusive, o produtor E autorizou o uso de uma área da sua propriedade para que os rejeitos removidos fossem depositados (Figuras 36 e 37), o que é extremamente problemático, pois esse produtor deveria receber por essa área cedida, uma vez que, ele além de ter sofrido as drásticas consequências do rompimento, a Fundação Renova ainda está externalizando para ele parte dos custos de reparação. Ademais, esse material que está sendo depositado na propriedade é instável e pode ser carregado com as chuvas para os canais fluviais e também causar mais prejuízos a esse produtor.

Figura 36: Troncos carregados pela avalanche de rejeitos, removidos dos canais e planícies aluviais.



Fonte: A autora (27/04/2017).

Figura 37: Área doada pelo produtor E para o depósito dos rejeitos removidos das planícies aluviais.



Fonte: A autora (27/04/2017).

A reconstrução de casas e currais também foi constatada em campo, todavia era notável que as estruturas que foram perdidas localizadas mais próximas a sede municipal de Barra Longa já estavam reconstruídas (Figura 38), enquanto nas propriedades mais distantes ainda estavam em processo de reconstrução, evidenciando uma priorização das propriedades próximas a cidade.

O produtor I após 1 ano e 5 meses do rompimento, ainda precisava improvisar um curral nos fundos de sua casa, aproveitando estruturas já existentes (Figura 39).

Conforme o produtor I: *“A minha esposa fica dentro de casa, coitada, sentindo cheiro de bosta de vaca e ouvindo barulho de curral desde cedo”*.

Figura 38: Curral reconstruído do produtor B, próximo a Barra Longa.



Fonte: A autora (27/04/2017).

Figura 39: Curral improvisado nos fundos da casa do produtor I, no distrito de Gesteira.



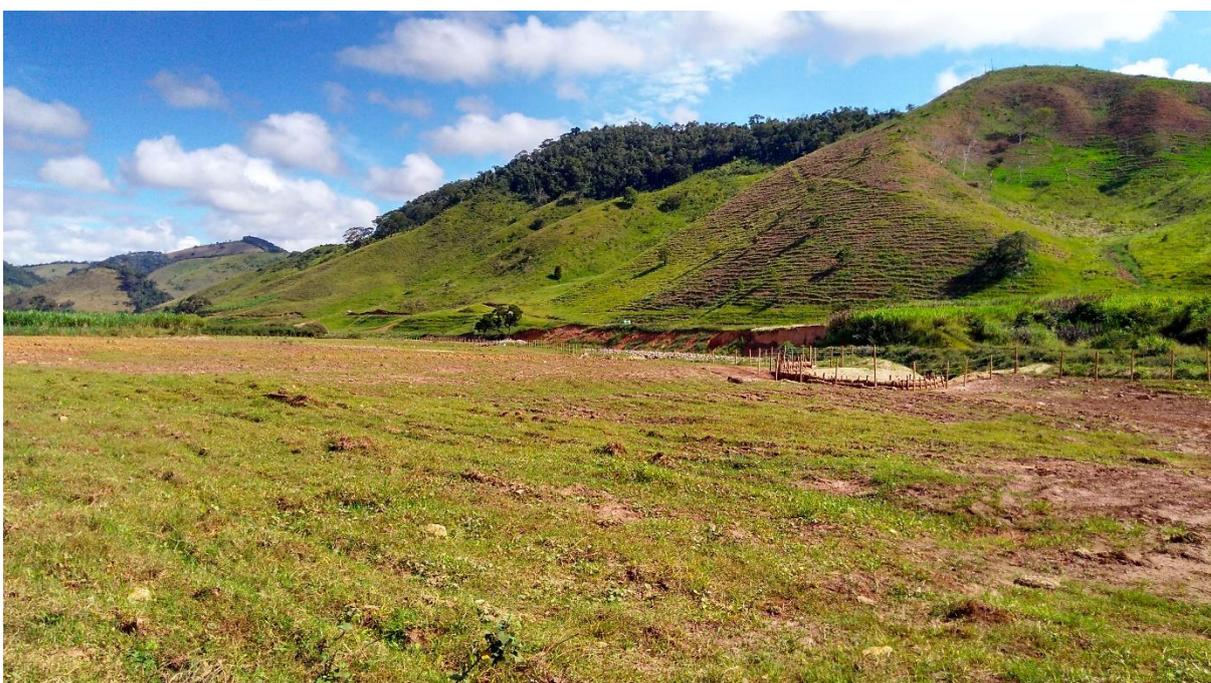
Fonte: A autora (29/04/2017).

O programa da Fundação Renova chamado “Retomada das atividades agropecuárias” propõe, dentre outras ações, a reposição de equipamentos agrícolas. Nas entrevistas os produtores afirmaram que a Renova forneceu alguns dos equipamentos, como picadeira, porém os que perderam ordenhadeira, tanque de leite e carroças até o dia das entrevistas não haviam recebido novos equipamentos e nem indenização por essas perdas, mostrando as falhas desse programa que não garante as mesmas condições de trabalho que esses produtores tinham anteriormente.

Contudo, com relação as perdas de bens em geral, nenhum dos entrevistados havia recebido e nem sabiam se um dia iriam receber indenização por isso.

A perda de áreas de pastagem foi confirmada por 12 dos 13 entrevistados, principalmente os pastos das áreas mais baixas (baixadas) que costumavam ser sempre mais verdes e de melhor qualidade por estarem mais próximos ao rio. Após o rompimento, segundo os produtores, essas pastagens mais baixas não possuíam a mesma fertilidade de antes. A Figura 40 apresenta uma área da planície aluvial utilizada como pastagem para o gado, onde pode-se notar que a vegetação é rarefeita. É notória a presença dos sedimentos advindos de Fundão acumulados na superfície.

Figura 40: Área de planície aluvial utilizada como pastagem.



Fonte: A autora (30/04/2017).

Dez produtores relataram a destruição de áreas produtivas (plantações) e precisaram ficar muito tempo sem poder utilizar as áreas atingidas até que fosse removido parte dos rejeitos.

Nas palavras do produtor I: *“As terras não são mais as mesmas, eles misturaram a lama com terra e plantaram, mas não é o mesmo. Perdi minha baixada toda e fiquei um tempo sem poder usar”*. Confirmando, o produtor A: *“Tudo mudou. As pastagens baixas perderam todas, só ficou o morro”*.

Conforme o produtor B: *“Acabou tudo, destruiu o pasto, o pomar, as plantações, só ficou as frutas que resistiram”*. E o produtor L ainda assevera: *“Mudou. O que eu tinha era baixada e arregaçou tudo”*.

Também foi relatada e confirmada a perda de área de plantio ou pastagem por processos erosivos nas margens dos rios.

Segundo o produtor B: *“Ali perto do curral dá pra ver, toda vez que vai medir o negócio (erosão) já avançou, mais dizem eles que vão colocar pedras aí na beira do rio”*.

Dentre os produtores entrevistados, seis perderam animais (vacas e bezerros) porque não acreditavam que o rejeito atingiria o local que esses animais estavam, e assim não se preocuparam em retirá-los. Outros entrevistados relataram que não perderam criação por muito pouco, pois a lama chegou a atingir o local que esses animais estavam confinados.

O produtor B afirma: *“[...] veio lama até na minha ceva de porco, quase matou meus porcos”* (Figura 41).

Figura 41: Ceva de porcos do produtor B com marcas que comprovam a chegada dos rejeitos até o local de confinamento dos animais.



Fonte: A autora (28/04/2017).

A falta de acesso às propriedades, mencionada anteriormente, contribuiu para a ocorrência de outro dano, que foi a perda de produção e, portanto, de renda, uma vez que esses produtores não tinham como levar seus produtos até a cidade para serem comercializados. Em função disso um dos produtores contraiu dívidas e precisou vender um pequeno trator que possuía para poder quitá-las.

De acordo com o morador K: *“Mudou muito. Eu perdi cinco vacas, tive que jogar leite fora quase um mês porque não tinha como levar o leite por causa das estradas e deixei de usar os pastos, porque não nascia nada”*. O produtor G, que possui um alambique de cachaça, reitera: *“Paramos a produção durante um mês porque ficou inundado e sem acesso, não tinha como chegar aqui. Perdemos renda e perdemos eventos, feiras e projetos do Sebrae”*. E o produtor J confirma: *“Perdi meu trator porque vendi pelo preço achei quem comprasse, porque fiquei endividado, sem ter como produzir”*.

A destruição provocada pelo rompimento afetou, também, os postes da companhia de abastecimento de energia elétrica deixando cinco dos entrevistados sem energia por vários dias, e quando a mesma foi reestabelecida ainda ocorriam períodos em que a empresa

precisava desligar o fornecimento para que as equipes dos bombeiros realizassem seu trabalho com mais segurança. A falta de energia também contribuiu com a perda de produtividade porque para os produtores que possuíam tanque de armazenamento de leite, bastava tirar o leite das vacas e depositar no tanque, mas sem energia elétrica esse leite não teria como ser conservado.

De acordo com o produtor I: *“Fiquei sem luz aqui por várias vezes”*. O produtor J sustenta a fala anterior: *“Ficamos muitos dias sem energia, isolados aqui”*.

Com a finalidade de reparar, em parte, os transtornos gerados por esses danos, foi empregado o programa “Auxílio Financeiro Emergencial” que dá aos produtores um cartão onde todos os meses é depositado um salário mínimo, mais 20% do salário por dependente. Porém alguns produtores relataram certa falta de critérios para distribuição desses cartões, pois existem pessoas que tiveram perdas e não receberam cartão, enquanto outros que não tiveram perdas, ou essas perdas foram consideradas pequenas pelos entrevistados, estavam recebendo, revelando-se algo mal executado. Outro problema de execução desse programa são os próprios valores pagos, pois apenas o “chefe da família” recebe um salário mínimo, os demais membros recebem apenas 20% do salário, porém muitas das esposas, filhos e filhas desses produtores também trabalhavam na propriedade e tinham rendas maiores anteriormente ao rompimento.

Cabe mencionar a situação do produtor H, que trabalha na propriedade juntamente com seu irmão, mas somente um deles recebia o cartão de auxílio, necessitando dividir o valor para que não houvesse desentendimentos.

Para reparar a falta de pastagens e consequente falta de alimento para o gado, existe o programa “Retomada das atividades agropecuárias”, já mencionado anteriormente. Os produtores estavam ganhando silagem de milho e tiveram capim e cana plantados nas áreas de pastagens que foram atingidas (Figura 42), porém isso gerou um grave problema para aqueles cuja maior parte das áreas de pastagens eram as planícies (baixadas). Esses produtores tiveram seu trabalho muito aumentado, pois antes eles soltavam as vacas no pasto e prendiam nos currais quando era a hora de tirar o leite, porém, após o rompimento, eles precisam cortar e picar a cana e o capim para dar ao gado que fica a maior parte do tempo confinado em

espaços menores. Um ponto positivo, é que ao menos se preocuparam em dar uma picadeira para os produtores que não a tinham.

Figura 42: Plantação de capim às margens do rio Gualaxo do Norte.



Fonte: A autora (28/04/2017).

Conforme morador L: *“Deram cartão, silagem, plantaram cana, e depois que comecei a usar a cana eles pararam de dar a silagem. Antes eu só soltava a vaca no pasto nem precisava tratar, agora tenho que me acabar cortando isso aqui”*.

Para evitar o aumento dos processos erosivos nas margens dos rios foram executadas as contenções de taludes, previstas pelo programa “Recuperação das comunidades e infraestruturas impactadas” em grandes extensões do rio do Carmo e rio Gualaxo do Norte (Figura 43). Novamente, essas iniciativas acabam por ocorrer de modo mais expressivo nas proximidades da sede municipal de Barra Longa; a medida em que se afasta da cidade a iniciativa é menos verificada, mesmo em locais que essa contenção seria necessária (Figura 44). Na última visita a campo, ao percorrer a área de estudo, foi observado que algumas das contenções estão sendo destruídas pelo fluxo do próprio rio, evidenciando que a manutenção dessas estruturas não está sendo realizada conforme a necessidade.

Sobre a perda das criações, até o dia das entrevistas nenhum dos produtores havia sido indenizado e nem havia previsão de ressarcimento.

Figura 43: Contenção de taludes no rio do Carmo



Fonte: A autora (28/04/2017).

Figura 44: Área sofrendo erosão linear na margem do canal e sem contenção



Fonte: A autora (28/04/2017).

Por causa do comprometimento das águas dos rios pela contaminação e aumento da turbidez em função da elevada concentração de sedimentos, essas águas não devem mais ser utilizadas para a dessedentação de animais, irrigação e demais atividades. Isso se tornou um problema para 12 dos produtores entrevistados que tinham nos canais afetados a principal fonte de água para dar aos animais.

Para suprir a necessidade de água dos animais, a Renova instalou poços artesianos em duas das propriedades visitadas. Além disso, também foram colocadas caixas d'água para os animais beberem água. A água armazenada nessas caixas é oriunda de nascentes presentes nas propriedades.

O morador K afirma: *“Fizeram um poço artesiano e me deram cartão. Ficaram um ano trazendo água de caminhão porque eu não tinha água pra dar pros bichos”*.

Porém, é problemática a questão de que apenas dois produtores relataram que foram instalados poços artesianos em suas propriedades, apesar de somente um deles não utilizar a

água dos rios como fonte de dessedentação de gado. Essa situação pode levar a algo presenciado em campo que é o fato de animais estarem próximos ao rio, provavelmente consumindo a água com elevada turbidez e presença de metais pesados (Figura 45).

Figura 45: Gado próximo ao rio do Carmo



Fonte: A autora (28/04/2017).

Quanto à recuperação das águas dos rios não há nenhum projeto específico da Renova e nem previsão para que isso aconteça. Existe, ainda, muito rejeito depositado nas planícies aluviais, e mesmo os que foram removidos e estão sendo colocados em outros locais, com o passar do tempo e com a ocorrência de chuvas serão remobilizados para os rios, que permanecerão com a turbidez elevada e possível presença de metais pesados nas águas.

Em uma tentativa de estabilizar os rejeitos que estão depositados nas margens dos canais existe o programa “Revegetação, Enrocamentos e outros métodos”, que tem por objetivo:

Revegetar inicialmente 800 hectares e, em seguida recuperar, 2.000 hectares na área ambiental 1 (áreas abrangidas pela deposição de rejeitos nas calhas e margens dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce, considerando os respectivos trechos de seus formadores e tributários, bem como as regiões estuarinas, costeiras e marinha na porção impactada pelo rompimento) nos municípios de Mariana, Barra Longa, Rio Doce e Santa Cruz do Escalvado (FUNDAÇÃO RENOVA, 2018).

Segundo o site da Fundação Renova esse programa encontra-se parcialmente concluído e as áreas passam periodicamente por monitoramentos. A Figura 46 mostra as gramíneas e leguminosas que foram plantadas em parte das áreas atingidas pela deposição dos rejeitos e a Figura 47 mostra a tela que precisa ser colocada em alguns locais para auxiliar na fixação dos materiais e das plantas. Ao se observar as Figuras 46 e 47 fica evidente que essa vegetação plantada não está conseguindo se desenvolver para estabilizar as margens e conter a erosão laminar. Com isso, o solo permanece descoberto.

Figura 46: Revegetação das margens dos canais



Fonte: A autora (28/04/2017).

Figura 47: Tela para conter a erosão e a conseqüente remoção da vegetação plantada



Fonte: A autora (28/04/2017).

Em relação à perda de lagoas naturais e açudes e destruição de áreas de criação de peixes, apenas um morador relatou que as águas da cheia provocada pelo rompimento atingiram um pequeno açude onde ele criava alguns peixes, tornando as águas desse açude amarronzada, cor característica dos rejeitos de Fundão. O proprietário contou que para sanar o problema ele esvaziou o açude, removeu os peixes e depois o encheu novamente com água de uma nascente, não sabendo se permaneceu alguma contaminação.

Sobre a dificuldade de chegar até rios, córregos e açudes, quatro produtores afirmaram que se tornou mais difícil alcançar as margens em função do acúmulo de rejeitos e das contenções de taludes, mas que em função dos rios estarem com as águas comprometidas, também não havia muito interesse em ir até eles.

Conforme o produtor C: *“Não tem mais porquê ir no rio, não tem nada lá”*.

Sobre o aumento da ocorrência de insetos, sete dos produtores afirmaram que perceberam um aumento no número de pernilongos e moscas.

Segundo o produtor G: *“Aqui tá com muita mosca, antes não tinha”*.

Já com relação as doenças, cinco produtores relataram o aumento de doenças após o rompimento. Dois deles afirmaram que estão ocorrendo problemas respiratórios e alergias ligadas à poeira provocada pelos rejeitos quando ficam secos, e quatro alegam que houve um crescimento de casos de dengue pelo aumento de pessoas de outras cidades que vieram para a região de Barra Longa trabalhar nas reparações dos danos, trazendo o vírus.

O produtor J relata: *“A poeira fica entrando dentro de casa e deu alergia no meu filho”*. E com relação a dengue o produtor G afirma: *“Antes você não ouvia falar de dengue por aqui, mas esse ano (2017) teve surto de dengue por conta do fluxo de pessoas que chegou”*.

O aumento da ocorrência de doenças na região de Barra Longa é algo já comprovado por estudos realizados pelo Instituto Saúde e Sustentabilidade e Greenpeace (2017) que evidenciam o aumento de problemas respiratórios, problemas de pele, transtornos mentais e comportamentais (depressão), doenças infecciosas (dengue), doenças oculares e outras.

Para questões de saúde da população a Fundação Renova possui o programa “Saúde Física e Mental da população Impactada”, mas nenhum dos entrevistados afirmou receber da Renova qualquer apoio em relação a saúde, mostrando que esse programa ainda está muito aquém do que deveria ser.

No tocante à alteração das áreas de lazer, 10 dos produtores afirmaram que tiveram seu lazer comprometido. Esse lazer se constituía, principalmente, em pesca e nado nas águas dos rios Gualaxo do Norte e Carmo. A contaminação das águas impossibilita sua balneabilidade e causa o comprometimento do estoque de peixes, deixando os produtores sem essas práticas recreativas.

O produtor H relata: *“Eu pescava e não tem jeito de pescar mais. Aqui na beira tinha pé de laranja, abiu, e acabou tudo”*.

A perda da qualidade do ambiente e de vida, foi confirmada por todos os 13 produtores. Todos os danos anteriormente apresentados dão respaldo a essas perdas. A perda da qualidade do ambiente e qualidade de vida estão intrinsecamente ligadas a duas das primeiras perguntas do questionário (Apêndice A) que eram: tem algum lugar que é mais especial para você na propriedade? Esse local foi afetado pelos rejeitos?

A essa pergunta muitos responderam que a totalidade da propriedade era importante, outros afirmam que as baixadas perdidas eram muito importantes. Porém, se destacaram os relatos que mostravam a relação com o lugar e o sentimento de afeto e apego a determinada parte da propriedade que possui importância para a história familiar e para a vida do entrevistado. Alguns apontaram um lugar em que passava as horas de lazer, ou que demais pessoas usavam para lazer; outro contou de determinado lugar que possui importância histórica para o município de Barra Longa; e outros ainda falaram de lugares que são importantes para a história de sua família. Isso se confirma nas passagens seguintes:

O produtor C relata: *“Aqui é minha paixão! Tinha capivara na beira do rio, eu tinha horta com tudo um pouco e agora não tem mais nada disso”*.

Já o produtor D conta que: *“O encontro do rio porque era bonito demais, é onde a cidade nasceu. Ali formava uma barra, por isso o nome da cidade é Barra Longa. A primeira fazenda era aqui onde estamos. Eu costumava nadar e pescar quando era mais novo”* (Figura 48).

Figura 48: Encontro dos rios Gualaxo do Norte e Carmo, próximo a propriedade do produtor D.



Fonte: A autora (29/04/2017).

O produtor L fala: *“Minha avó nasceu aqui e morava aqui, e tinha um pé de manga que a mãe dela plantou, que tem mais de 100 anos. E a lama passou, agora ele tá todo seco, uma árvore que era tão bonita!”*.

E Produtor M: *“As pedras ali era muito bonito. O pessoal ia pescar, alguns nadavam, mas agora ninguém mais vai ali, só as vacas”* (Figura 49).

Figura 49: Área relatada na fala do produtor M.



Fonte: A autora (29/04/2017).

O programa da Fundação Renova chamado “Ressarcimento e indenização dos impactados”, que objetiva:

Ressarcir pessoas e micro e pequenas empresas que tenham sofrido danos materiais ou morais, bem como perdas referentes às suas atividades econômicas, em consequência direta do rompimento da barragem de Fundão, de forma rápida, sem a burocracia e os custos de uma ação judicial (FUNDAÇÃO RENOVA, 2017).

O objetivo acima relata um ressarcimento “de forma rápida”, porém até a data das entrevistas, realizadas entre os dias 27 e 30 de abril de 2017 (um ano e cinco meses após o rompimento) nenhum dos produtores rurais entrevistados havia sido ressarcido por perdas nas suas atividades econômicas, como criações e perda de produção, nem pelos danos morais sofridos.

A percepção obtida em campo permite considerar que ações para reparação dos danos causados se encontram mais evoluídas nas proximidades da sede municipal. A medida em que se distancia do núcleo urbano de Barra Longa, a impressão é de que os produtores abordados estão menos assistidos. Um exemplo é o fato de que os produtores que tiveram seus currais destruídos e possuem propriedades mais próximas à área urbana já estão com os currais refeitos, enquanto as propriedades mais distantes ainda estão em processo de reconstrução. A contenção de taludes também é algo que está sendo executado com bastante veemência nas proximidades do núcleo urbano, porém quanto mais se distancia da cidade menos é visível o processo de contenção, inclusive em áreas que necessitam ser priorizadas.

A manutenção dos projetos também é algo preocupante, uma vez que parece não estar sendo feita, pelo menos com a frequência necessária, o que fica comprovado pelas contenções de taludes removidas pela intensidade do fluxo hídrico e pelas plantas do programa de revegetação das margens dos canais que não estão se desenvolvendo.

Após mais de dois anos do rompimento da barragem de Fundão, ao percorrer a área de estudo, o que mais se encontra pelo caminho são danos, revelando a lentidão dos processos de reparação da Renova enquanto a população e o meio ambiente necessitam da “renovação” com urgência.

IX – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crime ambiental de grandes proporções em que se constitui o rompimento da barragem de Fundão gerou (e ainda produz) extremas transformações no meio ambiente, que repercutirão por muitos anos. Esse trabalho se propôs a investigar apenas uma parte dessas mudanças e suas consequências, através de fotointerpretações, trabalhos de campo, formulação de uma matriz para avaliação ambiental e entrevistas aos produtores rurais da bacia hidrográfica do rio do Carmo.

Inicialmente foi realizada copiosa pesquisa bibliográfica para o embasamento teórico-metodológico, buscando definir uma conceituação que melhor se adequasse ao tema proposto, bem como para se conhecer mais sobre como ocorreu o rompimento, suas consequências e características da área estudada. A visita a campo para o reconhecimento da área de estudo também se constituiu em um importante instrumento para o desenvolvimento da pesquisa.

As posteriores fotointerpretações em que se comparam as feições fluviais e o traçado do canal antes e após o incidente, revelam as inúmeras e intensas transformações geomorfológicas em todo o segmento estudado, evidenciando a violenta destruição e danos ao meio ambiente, impactando todos os segmentos da sociedade envolvidos por essa tragédia.

O ambiente fluvial foi intensamente afetado, tendo as diversas feições do sistema, identificadas, demarcadas e analisadas nesse trabalho (lagoas, meandros abandonados, barras fluviais, ilhas, afloramentos rochosos e feições tecnogênicas), soterradas ou recobertas por rejeito, além da severa agradação a qual a planície foi acometida alguns trechos. O canal fluvial também sofreu transformação, sendo assoreado, tendo, inclusive, passado pelo processo de avulsão no segmento anterior a confluência do Córrego Santarém com o Rio Gualaxo do Norte.

A pesquisa bibliográfica e o conhecimento mais aprofundado da área e dessas modificações na geomorfologia decorrentes do rompimento de fundão possibilitaram a elaboração de uma matriz para avaliação ambiental. As interações dessa matriz permitiram o estabelecimento de uma listagem com 28 danos possíveis danos aos produtores rurais da área estudada. Posteriormente essa listagem foi apresentada a 13 produtores rurais, onde eles puderam confirmar ou refutar os danos ocorridos em suas propriedades. Ainda, foram

realizadas entrevistas semiestruturadas onde foram feitas perguntas relacionadas ao uso da propriedade antes do rompimento, as alterações após o rompimento e o que tinha sido feito para ajudá-los.

A troca de saberes proporcionada por essas entrevistas e visitas as propriedades dos entrevistados colaboraram com o entendimento de como as alterações geomorfológicas estão interferindo na vida dos produtores rurais das margens dos cursos d'água afetados pelo rompimento

As entrevistas revelaram que os principais usos que os produtores faziam de suas terras eram a criação de gado leiteiro, plantações de capim, de cana e algumas plantações de feijão, mandioca, pomares e hortas. Após o rompimento, eles perderam grande área de pastagens, plantações e tiveram que ficar muito tempo sem utilizar as faixas atingidas até que fosse removida parte dos rejeitos. Cabe mencionar que mesmo após a “recuperação” de parte das áreas atingidas, a produção tem sido inferior à original, além de ter mudado a dinâmica de trabalho dos produtores levando à sua intensificação. Houve perdas de vacas e bezerros e o acesso as propriedades ficou comprometido por algumas semanas, pois as estradas estavam interditadas, gerando perda de produção, pois os produtores não tinham como levar os produtos para serem comercializados. Alguns entrevistados relataram, ainda, a perda de locais com grande valor sentimental em suas propriedades, o que demonstra a relação de afeto com o lugar.

Durante as entrevistas foram verificados dois danos que não estavam na listagem: a perda da produtividade e a falta de energia elétrica. Dentre os danos a lista, os que mais foram identificados são: a perda da qualidade de vida, o aumento dos sedimentos nos rios, a perda de áreas de pastagem e a perda do bebedouro de animais (contaminação).

Não foram identificados pelos produtores: a perda de animais domésticos (cães, gatos, etc.), perda da fonte de abastecimento de água, contaminação da água subterrânea (minas, nascentes), perda de nascentes próximas ao rio, destruição de matas e florestas, soterramento da área de extração de areia, ouro e etc. e alteração do fluxo da água do rio. Porém, mesmo que esses danos não tenham sido relatados pelos entrevistados não significa que eles não ocorreram, mas sim o oposto disso, pois em diversas notícias e relatórios a ocorrência de danos não apontados pelos produtores pode ser confirmada.

Para gerenciar os programas de reparação e recuperação que estão previstos no Termo de Transação de Ajustamento de Conduta (TTAC), não homologado pela justiça e ilegitimado pelos atingidos, foi criada a Fundação Renova. Na área estudada podem ser identificados a execução de alguns dos programas previstos pela Fundação, como “Recuperação das comunidades e infraestruturas impactadas”, “Retomada das atividades agropecuárias”, “Auxílio Financeiro Emergencial”, “Revegetação, Enrocamentos e outros métodos. O que é nítido com relação a esses programas é a forma problemática com a qual eles vem atuando, perceptível na falta de critério para distribuição dos cartões de auxílio emergencial, desprezando pessoas que tiveram perdas. Os problemas de execução são evidentes, também, quando se nota em campo a priorização de áreas mais próximas a cidade de Barra Longa para a realização das contenções de taludes, que se tornam mais escassas quanto mais se distancia da cidade, revelando a não preocupação com funcionalidade das contenções e sim onde elas são mais “vistas” pela população. Essa priorização das proximidades da cidade contribui para a desassistência dos pequenos produtores quanto mais longe sua propriedade estiver, como exemplo os currais reconstruídos próximos a Barra Longa e ainda em processo de reconstrução nas propriedades mais distantes.

Outro problema é a manutenção dos programas, que tem sido negligenciada, o que pode ser percebido nas áreas que foram plantadas e a vegetação não permanece e nas contenções de taludes que estão sendo removidas pela água.

Espera-se que este trabalho possa contribuir para o entendimento das consequências desse crime, que estimule os questionamentos sobre a mineração e as políticas minerais do país, além de ser um instrumento para subsidiar ações que visem auxiliar as reparações ao meio ambiente e colaborar em intervenções que intentem ajudar na melhoria das condições de vida dos produtores rurais atingidos. Podendo ser, ainda, um instrumento que comprove as condições de vida desses produtores perante a demandas judiciais que cobrem a responsabilidade das organizações responsáveis pelas reparações.

Por fim, confirma-se a necessidade da realização de mais estudos relacionados ao crime ambiental da Samarco por sua tamanha magnitude, pelas profundas transformações causadas e pela certa ausência de trabalhos sobre esse assunto, especialmente no que diz respeito a geomorfologia. O avanço dos estudos sobre rompimento de Fundão certamente possibilitará discussões sobre as reverberações desse evento de desmedida seriedade e

gravidade, e trará caras informações que contribuirão para a reparação e recuperação da bacia hidrográfica do rio Doce.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 14001:2004. **Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro, 2004. 27p.

ALEMGO - Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais. **Comissão Extraordinária das Barragens - Relatório Final**. Belo Horizonte, 2015-2016.

ALMEIDA, E. P. C.; SANTOS, H. G.; ZARONI, M. J. Ageitec – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Latossolos Vermelho-Amarelos. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000g05ip3qr02wx5ok0q43a0r3t5vjo4.html#>. Acesso em: 27 de dezembro de 2017.

ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

ALMEIDA NETO, J. O.; COTA, G. E. M.; MENDES, L.C.; MAGALHÃES, A. P.; FELIPPE, M. F. Considerações sobre o ano hidrológico 2013-2014 e os seus reflexos nos caudais fluviais da bacia do rio Doce. **Geografias**. Belo Horizonte - Edição Especial - Vale do Rio Doce: formação geo-histórica e questões atuais, 2016.

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito Ambiental: Uma Abordagem Conceitual**. 5ª edição. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2000.

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

ARAÚJO, L. A.; Danos ambientais na cidade do Rio de Janeiro. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 4ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

ÁVILA, B.T.; MENDES, L. C. FELIPPE, M. F.; SILVA, M. B. Transformações na morfologia fluvial decorrentes do rompimento da Barragem de Fundão: estudos preliminares. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIN, R. R. (org). Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento. Ebook do XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e I

Congresso Nacional de Geografia Física. Campinas: Instituto de Geociências – UNICAMP, 2017.

BARBIERI, J. C. Avaliação de Impacto Ambiental na legislação brasileira. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, SP, v. 35, n. 2, p, 78-85, 1995.

BARBOSA, S. E. S. **Análise de dados hidrológicos e regionalização de vazões da bacia do rio do Carmo**. 2004. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto. Núcleo de Pesquisa em Recursos Hídricos – Pró-Água. Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental.

BERTALANFFY, Ludwig von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**. N.13. São Paulo. IGUSP. 1972. 27p.

BRASIL. **Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm>. Acesso em: 30 nov. 2016.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Brasília, DF, 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acesso em: 01 de outubro de 2017.

BORSATO, V. A.; SOUZA FILHO, E. E. Ação antrópica, alterações nos geossistemas, variabilidade climática: contribuição ao problema. **Revista Formação**. Edição Especial. n.13 v, p 213-223, 2004.

CH2M. **Plano de manejo de rejeito**. Preparado para Fundação Renova. 20 de abril de 2017.

CHARLTON, R. **Fundamentals of fluvial geomorphology**. New York: Routledge, 2008.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial: o canal fluvial**. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 1980.

CHRISOFOLETTI, A. Modelagem de Sistemas ambientais. 1ª edição. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1999.

COELHO, A. L. N. Uso de dados SRTM como ferramenta de apoio ao mapeamento geomorfológico de bacia de médio-grande porte. **Revista Geografia Acadêmica**. v.2 n.2, p. 138-153, 2008.

CONSORCIO ECOPLAN-LUME. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e Planos de Ações para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce**. Belo Horizonte, junho, 2010.

COSTA, A. T. **Geoquímica das Águas e dos Sedimentos da Bacia do Rio Gualaxo do Norte, leste-Sudeste do Quadrilátero Ferrífero (MG): Estudo de uma Área Afetada por Atividades de Extração Mineral**. 2001. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais do Departamento de Geologia.

COSTA, H. A. **Impactos Ambientais causados em decorrência do rompimento da barragem de Fundão no município de Mariana – MG na perspectiva da mídia nacional**. 60 p. Trabalho de Conclusão de Curso de Ciências Biológicas e da Saúde- Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, 2016.

CPRM, 1991. **Levantamentos geológicos básicos do Brasil, Ponte Nova - Folha SF.23-XB-II. Estado de Minas Gerais. Escala 1:100.000**. Org. por Luiz Alberto Brandalise. Brasília, DNPM/CPRM. 175p.

CPRM, 1993. **Levantamentos geológicos básicos do Brasil, Mariana – Folha SF.23-XB-1. Estado de Minas Gerais. Escala 1:100.000**. Org. por Orivaldo Ferreira Baltazar e Frederico Ozanam Raposo. Brasília, DNPM/CPRM. 196p.

CUPOLILLO, F.; ABREU, M. L.; VIANELLO, R. L. Climatologia da bacia do rio Doce e sua relação com a topografia local. **Geografias**, Belo Horizonte, v.4, n.1, p.45-60, jul-dez.2008.

DAVIES, M.; MARTIM, T. Mining Market Cycles and Tailings Dam Incidents. In: **13th International Conference on Tailings and Mine Waste, Banff**. 2009. Disponível em: <http://www.infomine.com/publications/docs/Davies2009.pdf>.

DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Revista Educar**, Curitiba, n. 24, p. 213-225, 2004.

FELIPPE, M. F.; COSTA, A.; FRANCO, R.; MATOS, R. A Tragédia do Rio Doce: A Lama, O Povo e a Água. Relatório de Campo e Interpretações Preliminares Sobre as Consequências do Rompimento da Barragem de Rejeitos de Fundão (Samarco/Vale/BHP). **Geografias**, Belo Horizonte, edição Especial Vale do Rio Doce, p. 63-94, 2016a.

FELIPPE, M. F.; COSTA, A.; FRANCO JUNIOR, R.; MATOS, R. E. S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Acabou-se o que era Doce: notas geográficas sobre a construção de um desastre ambiental. In: MILANEZ, B.; LOSEKANN, C. **Desastre no Vale do Rio Doce: antecedentes, impactos e ações sobre a destruição**. Rio de Janeiro: Folio Digital: Letra e Imagem, 2016b.

FOLHA PE. **Destino de rejeitos da tragédia de Mariana será decidido em 45 dias**. 26 de janeiro de 2017. Disponível em: <http://www.folhape.com.br/folhape/nwsPrint.aspx?mId=15536>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2017.

FREIRE, W. **Direito Ambiental Brasileiro**. 5ª edição. Rio de Janeiro: Editora Aide, 1998.

FUNDAÇÃO RENOVA. Disponível em: <<http://www.fundacaorenova.org/>>. Acesso em: 15 de outubro de 2017.

GAZEL, D. L. T.; RAMOS, D. C.; DIAS, H. C. T. Revegetação das áreas mineiradas pela extração de ouro por draga nas margens do Rio Gualaxo do Norte, Mariana-MG. In: Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços Ambientais e Sustentabilidade, 2, 2009, Taubaté: **Anais do Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul**. 2009. p.297-304

GEMG - Governo do Estado de Minas Gerais. **Relatório: Avaliação dos efeitos e desdobramentos do rompimento da Barragem de Fundão em Mariana-MG.** Belo Horizonte, fevereiro de 2016.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental.** Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2006. 192p.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis;
DIPRO - Diretoria de Proteção Ambiental. **Avaliação de Impacto Ambiental: agentes sociais, procedimentos e ferramentas.** Brasília, DF, 1995.

IBAMA- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
Instrumentos de Planejamento e Gestão Ambiental para a Amazônia, Cerrado e Pantanal. Demandas e Propostas: Metodologias de avaliação de impacto ambiental – 37. Brasília: Ed. IBAMA, 2001.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis;
DIPRO - Diretoria de Proteção Ambiental; CGEMA - Coordenação Geral de Emergências Ambientais. **Laudo Técnico Preliminar - Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais.** Novembro de 2015.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Ibama e ICMBio apuram se lama da Samarco atingiu Arquipélago de Abrolhos.** 08 de janeiro de 2016. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=97:ibama-e-icmbio-apuram-se-lama-da-samarco-atingiu-arquipelago-de-abrolhos&catid=58&Itemid=271. Acesso em: 10 de janeiro de 2017.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Piranga: PARH Piranga.** Belo Horizonte – MG, maio, 2010.

INSTITUTO SAÚDE E SUSTENTABILIDADE; GREENPEACE. **Avaliação dos riscos em saúde da população afetada pelo desastre de Mariana.** Março, 2017. Disponível em:

https://www.greenpeace.org.br/hubfs/Campanhas/Agua_Para_Quem/documentos/RelatorioGreenpeace_saude_RioDoce.pdf

LEITE, J. R. M.; AYALA, P. A. **Dano Ambiental: do individual ao coletivo extrapatrimonial**. 3ª edição. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2003.

LEPSCH, I. F. **19 lições de Pedologia**. 1ª Edição. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2011.

LIMBERGER, L. Abordagem sistêmica e complexidade na geografia. **Geografia**. Rio Claro: v. 15, n. 2, jul./dez. 2006. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/geografia>>. Acesso em: 28 de agosto de 2016.

MACHADO, C. A. A pesquisa de depósitos tecnogênicos no Brasil e no mundo. **Revista Tocantinense de Geografia**, Araguaína (TO), Ano 01, no 02, p. 15-35, jan - jun, 2013.

MARQUEZ NETO, R. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação. **Geografia**. Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências - v. 17, n. 2, jul./dez. 2008.

MENDES, A. V. **Impacto Ambiental em local de acidente provocado por rompimento de tubulações forçadas – Estudo de caso**. 109 p. Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

MENDES, L. C.; FELIPPE, M. F. A geomorfologia do Tecnógeno e suas relações com o rompimento da barragem Fundão (Mariana, Minas Gerais). In **SIMGEO – Simpósio Mineiro de Geografia – Geografia e contemporaneidades. Seminário de Pós-Graduação em Geografia**, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B015QFH-L4AxcUdNMmlTM05QODA/view>> Acesso em: 26 de janeiro e 2017.

MENEGUZZO, I. S.; CHAICOUSKI, A.; Reflexões acerca dos conceitos de degradação ambiental, impacto ambiental e conservação da natureza. **Geografia**. Londrina. v.19, nº1, 2010. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/2593/5061>>. Acesso em: 28 de agosto de 2016.

MIGLIARI JR., Arthur. **Crimes Ambientais**. Campinas: Interlex, 2001.

MORIN, Edgar. **O Método: A Natureza da Natureza**. Tradução de Hana Heineberg. Porto Alegre: Sulina, 2005.

NÍMER, E. **Climatologia do Brasil**. IBGE: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989. Rio de Janeiro. 2ed. 421p.

OLIVEIRA, A. M. S.; BRANNSTROM, C; NOLASCO, M. C.; PELOGGIA, A. U. G.; PEIXOTO, M. N. O.; COLTRINARI, L. Tecnógeno: registros da ação geológica do homem. In: SOUZA et al. (Ed.) **Quaternário do Brasil**. São Paulo: ABEQUA, 2005.

OLIVEIRA, A. M. S. Estudos sobre o Tecnógeno do Brasil. **I Encontro de Tecnólogos**. ABEQUA, 2005. Disponível em: <http://www.abequa.org.br/mostra_sessao.php?sessao=27>. Acesso em: 22 de julho de 2016.

OLIVEIRA, T. A. **A Concepção Geossistêmica aplicada ao estudo da dinâmica da paisagem na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, sul do estado de Minas Gerais – Brasil**. 2013. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro.

PELOGGIA, A. U. G. A ação do homem enquanto ponto fundamental da geologia do Tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do município de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**. 27(3). p. 257-268, setembro 1997.

PELOGGIA, A. U. G.; OLIVEIRA, A. M. S. Tecnógeno: um novo campo de estudos das geociências. **I Encontro de Tecnólogos**. ABEQUA, 2005. Disponível em: <http://www.abequa.org.br/mostra_sessao.php?pageNum_editoria=2&sessao=27>. Acesso em: 22 de julho de 2016.

PEREZ FILHO, A.; QUARESMA, C. C. Ação Antrópica Sobre As Escalas Temporais dos Fenômenos Geomorfológicos. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 12, nº 3, p. 83 – 90, 2011.

PHILIPPI JR, A.; MAGLIO, I. C. Avaliação de Impacto Ambiental: Diretrizes e Métodos. In: PHILIPPI JR, A. **Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. 4ª reimpressão. Barueri, SP. Manole, 2005.

PoEMAS. **Antes fosse mais leve a carga: avaliação dos aspectos econômicos, políticos e sociais do desastre da Samarco/Vale/BHP em Mariana (MG)**. Mimeo. 2015.

RODRIGUES, A. S. L. **Caracterização da bacia do rio Gualaxo do Norte, MG, Brasil: Avaliação geoquímica ambiental e proposição de valores de background**. 2012. 162p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Geologia. Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais.

RODRIGUES, L. **Acordo entre Samarco e governos para reparação de danos ainda aguarda Justiça**. EBC Agência Brasil, 04 de novembro de 2016. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-11/acordo-entre-samarco-e-governos-para-reparacao-de-danos-ainda-aguarda-decisao>>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2017.

SAADI, A.; CAMPOS, J. C. F. Geomorfologia do caminho da lama: contexto e consequências da ruptura da Barragem do Fundão (novembro 2015, Mariana–MG) In. **Arquivos do Museu de História Natural e Jardim Botânico** - UFMG Belo Horizonte. v. 24, n.1, 2015.

SÁNCHEZ, Luís Henrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SANTOS, Rozely Ferreira. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. p.116.

SEGURA, F. R.; NUNES, E. A.; PANIZ, F. P.; PAULELLI, A. C. C.; RODRIGUES, G. B.; BRAGA, G. U. L.; PEDREIRA FILHO, W. R.; BARBOSA JR., F.; CERCHIARO, G.; SILVA, F. F.; BATISTA, B. L. Potential risks of the residue from Samarco's mine dam burst (Bento Rodrigues, Brazil). **Environmental Pollution**. p. 813 – 825, 2016.

SILVA, J. M.S.; SILVEIRA, E.S. **Apresentação de trabalhos acadêmicos: normas e técnicas**. 6 ed. Petrópolis, Rio de Janeiro. Editora Vozes, 2011.

SILVA, O. P. A Mineração em Minas Gerais: passado, presente e futuro. *GEONOMOS*, v. 3, p. 77 – 86, 1995.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de Geossistemas. **Métodos em Questão**. São Paulo: USP/ IG, 1977, n. 16.

SOTCHAVA, V. B. Por uma teoria de classificação dos geossistemas de vida terrestre. **Biogeografia**. São Paulo, n. 14, 1978. 24p.

SOUZA L.A., SOBREIRA F.G., PRADO-FILHO J.F. 2005. Cartografia e diagnóstico geoambiental aplicados ao ordenamento territorial do município de Mariana-MG. **Revista Brasileira de Cartografia**, 57(3): 189-204.

STEVANUX, J. S.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo. Oficina de Textos, 2017.

VERVLOET. R. J. H. M. A geomorfologia da região de rompimento da barragem da Samarco: a originalidade da paisagem à paisagem da mineração In: MILANEZ, B.; LOSEKANN, C. **Desastre no Vale do Rio Doce: antecedentes, impactos e ações sobre a destruição**. Rio de Janeiro: Folio Digital: Letra e Imagem, 2016.

VICENTE, L.E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem Sistêmica e Geografia. **Geografia**. Rio Claro: v. 28, n. 3, p. 345-362, set./dez., 2003.

WHATHERN, P. **Environmental Impact Assessment Theory and Practice**. Londres: Taylor e Francis Group, 1988, reimpresso em 2004.

ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G. Ageitec – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Argissolos. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_7_2212200611538.html#>. Acesso em: 27 de dezembro de 2017.

ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G. Ageitec – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Cambissolos. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_8_2212200611538.html> Acesso em: 27 de dezembro de 2017.

APÊNDICE A: Roteiro de entrevista aplicada aos produtores rurais

ENTREVISTA COM PRODUTORES RURAIS

nº _____

Nome:

Idade: _____

Município em que a propriedade se localiza:

Quanto tempo você mora ou trabalha nessa propriedade?

A propriedade é: () Própria () Arrendada

Você se considera: () Pequeno produtor rural.

() Médio produtor rural.

() Grande produtor rural.

Que tipo de usos você fazia das suas terras antes do rompimento da barragem?

Algo mudou? Se sim, o que?

Tem algum lugar que é mais especial para você na propriedade? Esse local foi afetado pelos rejeitos?

Dos danos a seguir quais ocorreram em sua propriedade ou afetaram sua vida:

- ()Destruição de estruturas particulares (casa, curral, etc.)
- ()Destruição de estruturas públicas (estradas, pontes, etc.)
- ()Perda de equipamentos agrícolas
- ()Perda de bens em geral
- ()Destruição de terras produtivas (plantações) - soterradas
- ()Perda de áreas de pastagem - soterradas
- ()Perda de área de plantio ou pastagem por erosões nas margens dos rios.
- ()Perda de criação (boi, galinha, porco, etc.)
- ()Perda de animais domésticos (cães, gatos, etc.)
- ()Perda do bebedouro de animais (contaminação)
- ()Perda da fonte de abastecimento de água.
- ()Contaminação da água do rio.
- ()Contaminação da água subterrânea (minas, nascentes)
- ()Alteração das áreas de lazer (pesca, nado, caça, prainhas, etc)
- ()Destruição de áreas de criação de peixes
- ()Comprometimento do estoque de peixes nos rios
- ()Perda de lagoas naturais e açudes.
- ()Perda de nascentes próximas ao rio.
- ()Dificuldade de chegar até rios, córregos e açudes.
- ()Perda da qualidade do ambiente
- ()Perda da qualidade de vida.
- ()Destruição de áreas de preservação permanente
- ()Destruição de matas e florestas
- ()Aumento da ocorrência de insetos.
- ()Aumento da ocorrência de doenças.
- ()Soterramento da área de extração de areia, ouro e etc.
- ()Aumento dos sedimentos nos rios.
- ()Alteração do fluxo da água do rio.

Existe mais algum dano que não tenha sido mencionado?

Algo tem sido feito para ajudar vocês? Se sim, o que?

Mais alguma coisa que você queira acrescentar?

APÊNDICE B: Propriedades rurais visitadas

Propriedade A



Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Propriedade B

PROPRIEDADE B
09/08/2016



Google Earth

Fotointerpretações realizadas com base em imagens disponibilizadas no software Google Earth.

LOCALIZAÇÃO



Google Earth

Legenda

DANOS RELATADOS PELO PRODUTOR:

- Destruição de estruturas particulares (casa, curral, etc.)
- Perda de equipamentos agrícolas
- Perda de bens em geral
- Destruição de terras produtivas (plantações) - soterradas
- Perda de áreas de pastagem - soterradas
- Perda de área de plantio ou pastagem por erosões nas margens dos rios.
- Perda do bebedouro de animais (contaminação)
- Contaminação da água do rio.
- Alteração das áreas de lazer (pesca, nado, caça, prainhas, etc)
- Comprometimento do estoque de peixes nos rios
- Dificuldade de chegar até rios, córregos e açudes.
- Perda da qualidade do ambiente
- Perda da qualidade de vida.
- Aumento da ocorrência de insetos.
- Aumento da ocorrência de doenças.
- Aumento dos sedimentos nos rios.

AÇÕES DE REPARAÇÃO RELATADAS PELO PRODUTOR:

- Cartão de auxílio financeiro
- Selagem para o gado
- Plantação de cana e capim
- Reconstrução do curral
- Reposição de equipamentos.

Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Propriedade C

PROPRIEDADE C
17/08/2017



Google Earth

Fotointerpretações realizadas com base em imagens disponibilizadas no software Google Earth.

LOCALIZAÇÃO



Google Earth

Legenda

DANOS RELATADOS PELO PRODUTOR:

- Destruição de estruturas particulares (casa, curral, etc.)
- Destruição de estruturas públicas (estradas, pontes, etc.)
- Perda de bens em geral
- Destruição de terras produtivas (plantações) - soterradas
- Perda de áreas de pastagem - soterradas
- Perda de criação (boi, galinha, porco, etc.)
- Perda do bebedouro de animais (contaminação)
- Contaminação da água do rio.
- Contaminação da água subterrânea (minas, nascentes)
- Alteração das áreas de lazer (pesca, nado, caça, prainhas, etc)
- Destruição de áreas de criação de peixes
- Comprometimento do estoque de peixes nos rios
- Perda de lagoas naturais e açudes.
- Perda da qualidade do ambiente
- Perda da qualidade de vida.
- Destruição de áreas de preservação permanente
- Aumento da ocorrência de insetos.
- Aumento dos sedimentos nos rios.

AÇÕES DE REPARAÇÃO RELATADAS PELO PRODUTOR:

- Cartão de auxílio financeiro
- Selagem para o gado
- Plantação de cana e capim

Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Propriedade D



PROPRIEDADE D
17/08/2017

Google Earth

Fotointerpretações realizadas com base em imagens disponibilizadas no software Google Earth.

LOCALIZAÇÃO

Google Earth

DANOS RELATADOS PELO PRODUTOR:

- Destruição de estruturas particulares (casa, curral, etc.)
- Destruição de estruturas públicas (estradas, pontes, etc.)
- Perda de bens em geral
- Destruição de terras produtivas (plantações) - soterradas
- Perda de áreas de pastagem - soterradas
- Perda de área de plantio ou pastagem por erosões nas margens dos rios.
- Perda do bebedouro de animais (contaminação)
- Contaminação da água do rio.
- Alteração das áreas de lazer (pesca, nado, caça, praias, etc)
- Comprometimento do estoque de peixes nos rios
- Dificuldade de chegar até rios, córregos e açudes.
- Perda da qualidade do ambiente
- Perda da qualidade de vida.
- Aumento da ocorrência de insetos.
- Aumento dos sedimentos nos rios.
- Alteração do fluxo da água do rio.

AÇÕES DE REPARAÇÃO RELATADAS PELO PRODUTOR:

- Cartão de auxílio financeiro
- Selagem para o gado
- Plantação de cana e capim
- Instalação de caixas d'água para dessedentação do gado.

Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Propriedade E



PROPRIEDADE E
17/08/2017

Google Earth

Fotointerpretações realizadas com base em imagens disponibilizadas no software Google Earth.

LOCALIZAÇÃO

Google Earth

DANOS RELATADOS PELO PRODUTOR:

- Destruição de estruturas públicas (estradas, pontes, etc.)
- Perda de equipamentos agrícolas
- Perda de áreas de pastagem - soterradas
- Perda de área de plantio ou pastagem por erosões nas margens dos rios.
- Perda de criação (boi, galinha, porco, etc.)
- Perda do bebedouro de animais (contaminação)
- Contaminação da água do rio.
- Alteração das áreas de lazer (pesca, nado, caça, praias, etc)
- Comprometimento do estoque de peixes nos rios
- Dificuldade de chegar até rios, córregos e açudes.
- Perda da qualidade do ambiente
- Perda da qualidade de vida.
- Aumento dos sedimentos nos rios.

AÇÕES DE REPARAÇÃO RELATADAS PELO PRODUTOR:

- Cartão de auxílio financeiro
- Selagem para o gado
- Plantação de cana e capim
- Remoção dos rejeitos

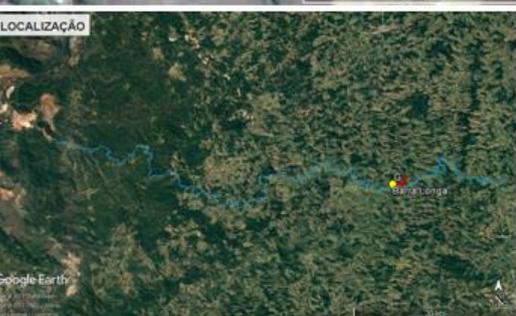
Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Propriedade F

 <p>PROPRIEDADE F 17/08/2017</p> <p>Google Earth</p> <p>Fotointerpretações realizadas com base em imagens disponibilizadas no software Google Earth.</p>	<p>Legenda</p>	<p>DANOS RELATADOS PELO PRODUTOR:</p> <ul style="list-style-type: none">- Destruição de estruturas públicas (estradas, pontes, etc.)- Destruição de terras produtivas (plantações) - soterradas- Perda de áreas de pastagem - soterradas- Perda do bebedouro de animais (contaminação)- Contaminação da água do rio.- Alteração das áreas de lazer (pesca, nado, caça, praias, etc)- Comprometimento do estoque de peixes nos rios- Perda da qualidade do ambiente- Perda da qualidade de vida.- Destruição de áreas de preservação permanente- Aumento da ocorrência de insetos.- Aumento dos sedimentos nos rios.
	 <p>LOCALIZAÇÃO</p> <p>Google Earth</p>	<p>AÇÕES DE REPARAÇÃO RELATADAS PELO PRODUTOR:</p> <ul style="list-style-type: none">- Cartão de auxílio financeiro- Selagem para o gado- Plantação de cana e capim- Remoção dos rejeitos

Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Propriedade G

 <p>PROPRIEDADE G 17/08/2017</p> <p>Google Earth</p> <p>Fotointerpretações realizadas com base em imagens disponibilizadas no software Google Earth.</p>	<p>Legenda</p>	<p>DANOS RELATADOS PELO PRODUTOR:</p> <ul style="list-style-type: none">- Destruição de estruturas públicas (estradas, pontes, etc.)- Perda de áreas de pastagem - soterradas- Perda de área de plantio ou pastagem por erosões nas margens dos rios.- Contaminação da água do rio.- Perda da qualidade do ambiente- Perda da qualidade de vida.- Aumento da ocorrência de insetos.- Aumento da ocorrência de doenças.- Aumento dos sedimentos nos rios.
	 <p>LOCALIZAÇÃO</p> <p>Google Earth</p>	<p>AÇÕES DE REPARAÇÃO RELATADAS PELO PRODUTOR:</p> <ul style="list-style-type: none">- Cartão de auxílio financeiro- Remoção dos rejeitos- Reparação dos danos a casa.

Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Propriedade H



PROPRIEDADE H
17/09/2017

Google Earth

Fotointerpretações realizadas com base em imagens disponibilizadas no software Google Earth.

Legenda

DANOS RELATADOS PELO PRODUTOR:

- Destruição de estruturas particulares (casa, curral, etc.)
- Destruição de estruturas públicas (estradas, pontes, etc.)
- Perda de bens em geral
- Destruição de terras produtivas (plantações) - soterradas
- Perda de áreas de pastagem - soterradas
- Perda de área de plantio ou pastagem por erosões nas margens dos rios.
- Perda de criação (boi, galinha, porco, etc.)
- Perda do bebedouro de animais (contaminação)
- Contaminação da água do rio.
- Alteração das áreas de lazer (pesca, nado, caça, praias, etc)
- Comprometimento do estoque de peixes nos rios
- Perda da qualidade do ambiente
- Perda da qualidade de vida.
- Destruição de áreas de preservação permanente
- Aumento dos sedimentos nos rios.

AÇÕES DE REPARAÇÃO RELATADAS PELO PRODUTOR:

- Cartão de auxílio financeiro
- Selagem para o gado
- Plantação de cana e capim
- Reconstrução do curral
- Instalação de um poço artesiano.



LOCALIZAÇÃO

Google Earth

Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Propriedade I



PROPRIEDADE I
17/09/2017

Google Earth

Fotointerpretações realizadas com base em imagens disponibilizadas no software Google Earth.

Legenda

DANOS RELATADOS PELO PRODUTOR:

- Destruição de estruturas particulares (casa, curral, etc.)
- Destruição de estruturas públicas (estradas, pontes, etc.)
- Perda de equipamentos agrícolas
- Perda de bens em geral
- Destruição de terras produtivas (plantações) - soterradas
- Perda de áreas de pastagem - soterradas
- Perda do bebedouro de animais (contaminação)
- Contaminação da água do rio.
- Perda da qualidade do ambiente
- Perda da qualidade de vida.
- Destruição de áreas de preservação permanente
- Aumento dos sedimentos nos rios.

AÇÕES DE REPARAÇÃO RELATADAS PELO PRODUTOR:

- Cartão de auxílio financeiro
- Selagem para o gado
- Plantação de cana e capim
- Reposição de equipamentos
- Remoção dos rejeitos.



LOCALIZAÇÃO

Google Earth

Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Propriedade J



PROPRIEDADE J
17/08/2017

Google Earth
img 12/2017 17:08:40

100 m

Legenda

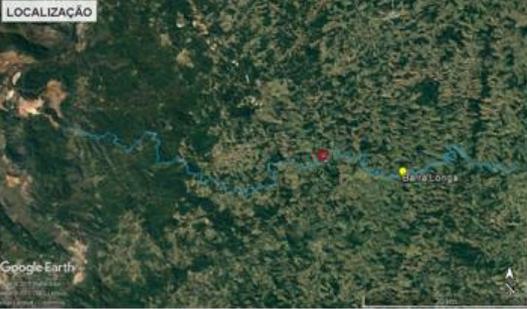
DANOS RELATADOS PELO PRODUTOR:

- Destruição de estruturas particulares (casa, curral, etc.)
- Destruição de estruturas públicas (estradas, pontes, etc.)
- Perda de equipamentos agrícolas
- Destruição de terras produtivas (plantações) - soterradas
- Perda de áreas de pastagem - soterradas
- Perda de criação (boi, galinha, porco, etc.)
- Perda do bebedouro de animais (contaminação)
- Contaminação da água do rio.
- Alteração das áreas de lazer (pesca, nado, caça, praias, etc)
- Comprometimento do estoque de peixes nos rios.
- Dificuldade de chegar até rios, córregos e açudes.
- Perda da qualidade do ambiente
- Perda da qualidade de vida.
- Aumento da ocorrência de insetos.
- Aumento da ocorrência de doenças.
- Aumento dos sedimentos nos rios.

AÇÕES DE REPARAÇÃO RELATADAS PELO PRODUTOR:

- Cartão de auxílio financeiro
- Selagem para o gado
- Plantação de cana e capim
- Remoção dos rejeitos.

Fotointerpretações realizadas com base em imagens disponibilizadas no software Google Earth.



LOCALIZAÇÃO

Google Earth
img 12/2017 17:08:40

Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Propriedade K



PROPRIEDADE K
17/08/2017

Google Earth
img 12/2017 17:08:40

100 m

Legenda

DANOS RELATADOS PELO PRODUTOR:

- Destruição de estruturas públicas (estradas, pontes, etc.)
- Destruição de terras produtivas (plantações) - soterradas
- Perda de áreas de pastagem - soterradas
- Perda de área de plantio ou pastagem por erosões nas margens dos rios.
- Perda de criação (boi, galinha, porco, etc.)
- Perda do bebedouro de animais (contaminação)
- Contaminação da água do rio.
- Comprometimento do estoque de peixes nos rios
- Perda da qualidade do ambiente
- Perda da qualidade de vida.
- Destruição de áreas de preservação permanente
- Aumento da ocorrência de doenças.
- Aumento dos sedimentos nos rios.

AÇÕES DE REPARAÇÃO RELATADAS PELO PRODUTOR:

- Cartão de auxílio financeiro
- Selagem para o gado
- Plantação de cana e capim
- Instalação de um poço artesiano.

Fotointerpretações realizadas com base em imagens disponibilizadas no software Google Earth.



LOCALIZAÇÃO

Google Earth
img 12/2017 17:08:40

Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Propriedade L



PROPRIEDADE L
17/08/2017

Google Earth

Fotointerpretações realizadas com base em imagens disponibilizadas no software Google Earth.

DANOS RELATADOS PELO PRODUTOR:

- Destruição de estruturas particulares (casa, curral, etc.)
- Perda de equipamentos agrícolas
- Perda de áreas de pastagem - soterradas
- Perda do bebedouro de animais (contaminação)
- Contaminação da água do rio.
- Alteração das áreas de lazer (pesca, nado, caça, praias, etc)
- Perda da qualidade do ambiente
- Perda da qualidade de vida.
- Destruição de áreas de preservação permanente
- Aumento dos sedimentos nos rios.



LOCALIZAÇÃO

Google Earth

AÇÕES DE REPARAÇÃO:

- Cartão de auxílio financeiro
- Selagem para o gado
- Plantação de cana e capim
- Reposição de equipamentos.

Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

Propriedade M



PROPRIEDADE M
17/08/2017

Google Earth

Fotointerpretações realizadas com base em imagens disponibilizadas no software Google Earth.

DANOS RELATADOS PELO PRODUTOR:

- Destruição de estruturas públicas (estradas, pontes, etc.)
- Destruição de terras produtivas (plantações) - soterradas
- Perda de áreas de pastagem - soterradas
- Perda de área de plantio ou pastagem por erosões nas margens dos rios.
- Perda do bebedouro de animais (contaminação)
- Contaminação da água do rio.
- Alteração das áreas de lazer (pesca, nado, caça, praias, etc)
- Comprometimento do estoque de peixes nos rios
- Perda da qualidade do ambiente
- Perda da qualidade de vida.
- Destruição de áreas de preservação permanente
- Aumento da ocorrência de insetos.
- Aumento da ocorrência de doenças.
- Aumento dos sedimentos nos rios.



LOCALIZAÇÃO

Google Earth

AÇÕES DE REPARAÇÃO RELATADAS PELO PRODUTOR:

- Cartão de auxílio financeiro
- Selagem para o gado
- Plantação de cana e capim
- Remoção dos rejeitos.

Fonte: Elaborado a partir do software Google Earth.

APÊNDICE C: Mapa Síntese (envelope)