

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

Camila Teixeira Gomes Vieira

**“TÁ TUDO EM CIMA DE BAUXITA” : AS NASCENTES DA SERRA DOS PURI SOB
UMA PERSPECTIVA HIDROSSOCIAL**

Juiz de Fora
2026

Camila Teixeira Gomes Vieira

**“TÁ TUDO EM CIMA DE BAUXITA” : AS NASCENTES DA SERRA DOS PURI SOB
UMA PERSPECTIVA HIDROSSOCIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Dinâmicas Socioambientais

Orientador: Miguel Fernandes Felipe

Coorientador: Gustavo Soares Iorio

Juiz de Fora

2026

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

Teixeira Gomes Vieira, Camila.
"TÁ TUDO EM CIMA DE BAUXITA" : AS NASCENTES DA SERRA DOS PURI SOB UMA PERSPECTIVA HIDROSSOCIAL / Camila Teixeira Gomes Vieira. -- 2026.
201 p.

Orientador: Miguel Fernandes Felipe
Coorientador: Gustavo Soares Iorio
Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2026.

1. Nascentes. 2. Hidrossocial. 3. Água. 4. Mineração. I. Fernandes Felipe, Miguel, orient. II. Soares Iorio, Gustavo, coorient. III. Título.

Camila Teixeira Gomes Vieira

**“TÁ TUDO EM CIMA DE BAUXITA” : AS NASCENTES DA SERRA DOS PURI SOB
UMA PERSPECTIVA HIDROSSOCIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Dinâmicas Socioambientais

Aprovada em 27 de fevereiro de 2026

BANCA EXAMINADORA

Miguel Fernandes Felipe - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Adriana Filgueira Leite
Universidade Federal Fluminense

Bruno Milanez
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dedico este trabalho à minha avó Inês, que sempre priorizou os estudos e me ensinou a ser firme e persistente, e à minha mãe, que é a minha base.

AGRADECIMENTOS

Ao sonhar com o ingresso no mestrado ouvi de muitas pessoas que não seria fácil, que seria um processo estressante e solitário, e, de fato, não foi fácil, mas estressante e solitário, jamais. Aqui, gostaria de agradecer às pessoas que contribuíram para que eu nunca use esses dois adjetivos quando me refiro a esse processo. Esses últimos dois anos dedicados a essa pesquisa foram extremamente desafiadores, mas muitos contribuíram para que fosse tão leve quanto poderia ser.

Inicialmente, gostaria de agradecer ao meu orientador, o Prof. Miguel Felipe, que tem me guiado desde a graduação por esses caminhos acadêmicos. Agradeço por todas as portas que me abriu, pelo acolhimento no grupo de pesquisa, pelos conselhos e também pelos puxões de orelha.

Também gostaria de agradecer ao meu coorientador, Prof. Gustavo Iorio, que foi o primeiro a me levar até à Vila Franciscana e me colocar em contato com esse mundo. Durante o processo do mestrado sempre fez questão de me incluir nas discussões e me colocar em contato com pessoas que poderiam me ajudar.

Encerrando esses agradecimentos aos meus mentores, gostaria de agradecer ao Prof. Elias Lopes, que desde o primeiro dia de aula me provoca sobre o papel da Geografia no mundo e sobre o dualismo Sociedade-Natureza. Sem suas provocações esse trabalho não existiria.

Gostaria de agradecer aos meus amigos que foram fundamentais para a realização deste trabalho, Rafael e Gabriela, me acompanharam em campo, me ajudaram a carregar peso, ouviram minhas reclamações e foram bons amigos. Também gostaria de agradecer outros colegas e amigos, como o Henrique, a Nicolle, a Mirela, a Lailiane, o Pedro, o Wesley, o Miguel, a Camila, a Lívia, a Juliane, o Rogério e todos os outros que se fizeram presentes no meu dia a dia na universidade. Vocês contribuíram para esse processo de pesquisa ao me ouvirem, ajudarem diariamente e darem sugestões.

Ao meu grande companheiro, Lucas, que sempre esteve disposto a me ajudar, foi paciente e atencioso durante todo esse processo. Também foi essencial para que eu pudesse fazer meus trabalhos de campo, sem seu auxílio esse trabalho não existiria.

Também aos meus amigos de Brazópolis, em especial a Júlia e o Matheus, que durante os últimos meses têm sido minha companhia semanal, me acompanhando no café e nos cookies. Obrigado pela escuta, pela paciência e pela companhia, vocês fazem muita diferença no meu dia a dia.

Gostaria de agradecer à minha mãe, que tem me dado tanto suporte nesse último ano de mestrado, adiantando muitas partes da minha rotina para que eu tivesse mais tempo para me dedicar aos estudos.

Minha pesquisa só existe porque muitas pessoas a acolheram, a apoiaram e estiveram dispostas a me ajudar na sua realização. Tive muito auxílio das pessoas participantes dessa pesquisa, que me levaram até suas nascentes e esperaram horas comigo a água descer por um cano de PVC, ou então cederam seu tempo para me levarem até a casa de uma outra pessoa que poderia me ajudar, e até me acolheram em suas próprias casas. Esse tipo de carinho é muito difícil de retribuir. Quando iniciei esse processo era uma completa desconhecida para muita gente, mas me escutaram e me acolheram, e eu sou imensamente grata a todas essas pessoas tão especiais.

Primeiramente, agradeço ao Frei Gilberto Teixeira, suas palavras desde a primeira vez que o vi, foram minhas principais inspirações para a realização dessa pesquisa, sua sensibilidade, sua força e seu carinho para a com a natureza, assim como para um irmão, me encantaram. Também gostaria de agradecer a outros amigos, Frei Clécio, Frei Eraldo, Cledenilson e Gabriel, que me receberam em suas casas, me alimentaram, foram grandes companheiros e trouxeram tanta alegria aos meus dias. Ao Pavão e ao Gabriel, que foram meus principais guias até às nascentes, cederam horas de seus dias para mim, me acompanharam, me ensinaram tantas coisas e sempre foram atenciosos com tudo.

À Isabela Mendes, que se disponibilizou a ajudar de uma maneira surreal. Sua simpatia e disposição foram imprescindíveis para a realização dessa pesquisa, obrigada pela positividade nos campos e pelo companheirismo. Seu auxílio contribuiu para que eu conseguisse transformar minhas ideias em realidade.

Ao Reinaldo e à Comissão Pastoral da Terra, que me auxiliaram com o transporte até às nascentes e pelo o empréstimo do veículo. O Reinaldo me acompanhou nos campos e me colocou em contato com várias pessoas. Sem você não teria conseguido tirar minhas ideias do papel.

À Neia e à Alê, mulheres incríveis que tive contato durante esse processo. Obrigada por me ouvirem e me inspirarem, a postura de vocês duas com certeza inspira muitas outras mulheres como eu.

Aos amigos que fiz durante as caminhadas, principalmente à Manu e ao Aram, que me ofereceram tanto acolhimento durante esses dias que não são nada fáceis, mas são tão satisfatórios. Vou sempre lembrar de vocês com carinho. Também devo citar outras pessoas, como o Prof. Marcelo, a Penha, o Adair, a Fátima, a Vitória, a Thais, o Lucas, o Jean, o Farinhada e tantos outros (uma lista gigantesca de nomes), que me acolheram e me motivaram durante essas caminhadas e tantas outras que virão.

Às tantas pessoas que me acolheram em suas casas, me ofereceram um café ou um almoço, me contaram suas histórias, me ensinaram tantas coisas e participaram dessa pesquisa. Muito obrigada por acreditarem no meu trabalho, pelo interesse genuíno, pelo sorriso nos momentos em que eu estava tão insegura e por toda a contribuição.

Por fim, agradeço também à Universidade Federal de Juiz de Fora, à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais e toda à sociedade brasileira, pela possibilidade do desenvolvimento dessa pesquisa. Sem o apoio financeiro e de infraestrutura, essa pesquisa nunca teria existido.

“A gente não precisa responder à dureza do mundo com violência. A gente pode responder à dureza do mundo com o movimento que a água faz. A água, quando ela encontra uma resistência muito forte, muito dura, ela forma uma cachoeira maravilhosa. Ela explode em energia que se espalha na atmosfera, alcançando o sentido do prana. Se você ficar em um lugar onde tem um mundo de água, um volume de água fantástico explodindo, ele produz vida, ele produz prana.” (Krenak, 2023, p. 73)

RESUMO

Embasado em uma perspectiva hidrossocial, as nascentes são mais do que simples pontos de exfiltração de água e se tornam pontos estratégicos, responsáveis pela existência dos hidrossistemas, essenciais para a vida humana. Assim, as águas se tornaram um dos temas centrais dos conflitos socioambientais. A mineração de bauxita na Serra dos Puri/Brigadeiro enfrenta forte resistência popular e uma de suas principais reivindicações é a manutenção e qualidade ambiental das nascentes. Portanto, busquei compreender a relação entre as diferentes formas de uso e apropriação das águas e a dinâmica funcional do sistema nascente na Serra dos Puri, fundamentando-me nos preceitos da Geografia Ambiental e da Ecologia Política. Para isso, realizei caminhadas guiadas e participei de eventos das comunidades, analisei o uso e cobertura da terra, monitorei a vazão, medi as taxas de infiltração e avaliei parâmetros de qualidade ambiental dessas nascentes. As nascentes localizadas nas áreas que já foram mineradas e passaram por ações de recuperação ambiental das empresas tiveram os piores resultados para os índices de qualidade ambiental e os menores valores de vazão, enquanto o manejo e o cuidado adotado nas áreas de resistência popular resultaram em melhores resultados para essas nascentes. Através do ciclo hidrossocial, observei uma fratura que altera as relações dos sujeitos com as águas à medida em que há o avanço da mineração. As práticas, discursos e simbolismos estabelecidos com as águas se tornam um dos fatores ambientais de maior importância para a manutenção dessas nascentes e, ao retirar a bauxita, esses elementos se perdem.

Palavras-chave: Nascentes; Hidrossocial; Águas; Mineração de bauxita

ABSTRACT

Based on a hydrosocial perspective, springs as more than mere points of water exfiltration; they are strategic nodes responsible for the existence of hydrosystems essential to human life. Consequently, water has become a central theme in socio-environmental conflicts. Bauxite mining in the Serra dos Puri/Brigadeiro faces strong grassroots resistance, and one of its primary demands is the maintenance and environmental quality of the springs. My objective was to understand the relationship between different forms of water use and appropriation and the functional dynamics of the spring system in the Serra dos Puri, grounded in the precepts of Environmental Geography and Political Ecology. To achieve this, I conducted guided walks and participated in community events, analyzed land use and cover, monitored flow rates, measured infiltration rates, and evaluated the environmental quality parameters of these springs. I observed that springs located in areas already mined, which underwent corporate environmental recovery efforts, showed the worst results for environmental quality indices and the lowest flow values. In contrast, I found that the management and care adopted in areas of grassroots resistance resulted in better outcomes for these springs. Through the lens of the hydrosocial cycle, I identified a fracture that alters the subjects' relationships with water as mining advances. I conclude that the practices, discourses, and symbolisms established with water are among the most important environmental factors for the maintenance of these springs; when bauxite is removed, these vital elements are lost.

Keywords: Springs; Hydrosocial; Water; Bauxite mining

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Organização metodológica.....	23
FIGURA 2	Registros da Caminhada Franciscana	27
FIGURA 3	Mapeamento do trajeto percorrido e pontos de parada da Caminhada Franciscana de 2024.....	28
FIGURA 4	Mapeamento do trajeto e pontos de parada da Caminhada Franciscana de 2025.....	30
FIGURA 5	Convites para os encontros de comunidades realizados na Caminhada Franciscana de 2025.....	31
FIGURA 6	Rio da Vida construído durante a reunião de 20 anos da Comissão.....	33
FIGURA 7	Ficha utilizada para a caracterização das nascentes em campo.....	35
FIGURA 8	Equipamentos utilizados para medição da Taxa de Infiltração e Umidade do solo.....	39
FIGURA 9	Esquema exemplificando os cruzamentos de primeira e segunda ordem.....	43
FIGURA 10	Matrizes utilizadas nos cruzamentos, exemplificando os resultados.....	44
FIGURA 11	Representação das classes encontradas em campo.....	49
FIGURA 12	Sistema de classificação proposto por Salas e Martino (2001).....	56
FIGURA 13	Localização da Serra dos Puri.....	61
FIGURA 14	Unidades do relevo da região da Serra dos Puri.....	62
FIGURA 15	Geologia da Serra dos Puri.....	64

FIGURA 16	Pedologia da região da Serra dos Puri.....	65
FIGURA 17	Rede hidrográfica da região da Serra dos Puri.....	66
FIGURA 18	Perfil laterítico modelo para Mirai.....	77
FIGURA 19	Perfis estudados em Espera Feliz.....	79
FIGURA 20	Amostras de bauxita encontradas em campo.....	80
FIGURA 21	Esquema feito por Swyngedouw (1999) para explicar os objetos híbridos ou quase-objetos.....	83
FIGURA 22	Esquema do sistema nascente, com seus fluxos e elementos internos e externos...	86
FIGURA 23	Tabela da tipologia de nascentes de Springer.....	87
FIGURA 24	Tabela da tipologia desenvolvida por Felipe (2009).....	88
FIGURA 25	A) Martelo geológico indicando a mudança de um horizonte mais úmido para um menos úmido. B) Perfil de solo encontrado em campo.....	94
FIGURA 26	Ponto de exfiltração de água condicionado pela fácies bauxítica do perfil.....	96
FIGURA 27	Registro entre os municípios de Muriaé e Rosário da Limeira. B) Foto registrada próximo ao PESB, durante a Caminhada Franciscana, é possível observar um grande afloramento rochoso alongado. C) Cachoeira do Naor, na qual, em observações de campo, registrou-se provável controle estrutural com alinhamento SO-NE. D) Resquícios de dobra em rocha na Cachoeira do Naor.....	97
FIGURA 28	Hidrografia da área de estudo.....	98
FIGURA 29	Geologia da área de estudo.....	99
FIGURA 30	Pedologia da área de estudo.....	100

FIGURA 31	Processos minerários para exploração de bauxita em volta do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB).....	101
FIGURA 32	Nascentes estudadas que estão próximas à lavra.....	102
FIGURA 33	Nascentes estudadas em áreas que passaram pelos procedimentos de “recuperação” ambiental.....	103
FIGURA 34	Nascentes nas áreas de agricultura familiar.....	104
FIGURA 35	Uso e cobertura da terra na APP das nascentes estudadas.....	106
FIGURA 36	A) Exemplo de uma vertente com a presença de terracetes provocados pelo pisoteio do gado; B) Degrau deixado no relevo pela mineração. C) Voçorocamento decorrente desses degraus.....	107
FIGURA 37	Diferença existente entre os divisores topográficos e freáticos/subterrâneos.....	109
FIGURA 38	A) O ponto representa uma nascente mapeada em campo, logo acima podemos identificar uma área de extração de bauxita; B) Placa próxima a uma lavra de mineração, com o destaque “Mineração sustentável é o nosso legado”.....	110
FIGURA 39	Tentativa mal sucedida de instalação do equipamento para a estimação de infiltração da água na zona de recarga da nascente N09, por conta da compactação do solo.....	117
FIGURA 40	Nascente 03 em duas perspectivas diferentes. Localmente é possível identificar o alto grau de assoreamento e observando através da estrada é possível identificar a erosão em suas vertentes próximas.....	123
FIGURA 41	A) Na nascente 01, registrei a presença de fezes dos animais de criação em cima da caixa d’água. B) Na nascente 03, encontrei pegadas de animais de criação....	125
FIGURA 42	A) Uma das contenções instaladas pela empresa para preservar os corpos hídricos de enxurradas de água e sedimentos. B) Uma das bacias de contenção construídas na estrada aberta pela mineradora.....	129
FIGURA 43	A nascente N10 é uma das com melhor qualidade ambiental, mas também uma das com menores vazões.....	131

FIGURA 44	Esquema que representa como a água flui através dos fluxos de capital.....	134
FIGURA 45	Elementos colocados no altar de uma igreja. Além das imagens religiosas, também havia uma bandeira do CTA-ZM e um cartaz da Comissão de Enfrentamento à Mineração na Serra do Brigadeiro.....	138
FIGURA 46	A) Placa com os escritos “Não herdamos a Terra de nossos antepassados, mas pedimo-la emprestada aos nossos filhos”, transparecendo a preocupação com as próximas gerações, além de sinalizar uma nascente protegida, com os nomes dos proprietários que a protegem. B) Uma “bica” d’água na estrada, com uma placa que destaca a Lei Municipal que torna Belisário patrimônio hídrico. C) Uma placa na entrada da comunidade de Monte Alverne, com destaque para o escrito “FORA CBA!”. D) A placa que foi colocada em cada uma das comunidades visitadas deixa claro: “Serra do Brigadeiro: Território Livre de Mineração”.....	139
FIGURA 47	Foto do cancionário distribuído e de uma página do folheto.....	140
FIGURA 48	Exemplo de altares feitos para a “Irmã Água”, a fim de agradecer pela abundância do elemento na região. Uma das fotografias foi registrada na casa de uma agricultora familiar e outra na Vila Franciscana.....	142
FIGURA 49	O tapete que era estendido para a atividade de troca de sementes.....	143
FIGURA 50	A) Chegada dos caminhantes na sede do PESB. B) Uma placa com o nome do projeto “AMA Juçara” e com a logo do “Um dia no Parque”. C) Mudas de Juçara que estavam sendo distribuídas. D) Uma das crianças que estavam entre os caminhantes ajudando a plantar as sementes de Juçara.....	144
FIGURA 51	A) Algumas fotos tiradas no território, que fazem referência à agroecologia. B) A instalação artístico-pedagógica, no momento em que os sujeitos deveriam escolher um dos elementos para a discussão. C) A roda de conversa realizada após essas escolhas, trouxe um pouco da vivência e dos signos desses sujeitos.....	146
FIGURA 52	Placas que foram deixadas durante as caminhadas.....	149
FIGURA 53	Registros feitos em nascentes de áreas de agricultura familiar ou agroecologia não mineradas. É possível perceber que prevalece uma vegetação arbórea e, quando isso não ocorre, há cercamento da nascente e preocupação com seu entorno próximo.....	150

- FIGURA 54 A) Placa do “Projeto Re-nascer”, encontrada na parede de uma residência da comunidade dos Mendes. B) Pôster da “Caminhada das Águas” em Belisário, um evento religioso anual, em prol das águas. C) Uma estrutura de barro, feita para a proteção das águas da nascente, chamada caxambu.....151
- FIGURA 55 A) Registro feito no município de São Sebastião da Vargem Alegre, próximo às áreas já mineradas, é possível perceber indícios de erosão nas pastagens e a presença de eucaliptos no topo dos morros. B) Destaca-se um plantio e grande extensão de pastagens, com poucos fragmentos de mata nativa. C) Infraestruturas instaladas para o beneficiamento do minério. D) visão superior da barragem de rejeitos de mineração localizada no município de Mirai.....152
- FIGURA 56 A) Cavidades para contenção de água e sedimentos em uma lavra de mineração. B) Caminhões utilizados para o transporte de solo removido para as UTM.....155
- FIGURA 57 Diagrama do ciclo hidrossocial da Serra dos Puri.....157

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	Protocolo de Avaliação Ambiental de Nascentes.....	42
QUADRO 2	Resultado dos cruzamentos de primeira ordem categorizados.....	45
QUADRO 3	Resultados possíveis para a análise combinatória.....	46
QUADRO 4	Estatística das vazões das nascentes.....	115
QUADRO 5	Resultados dos parâmetros do PAAN.....	120
QUADRO 6	Resultados dos cruzamentos de primeira (ex.: $A+B=1$) e segunda (ex.: $A+B=1$ e $C+D=1$; indicador de pressão = 1) ordem e resultado final do PAAN.....	121

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Climograma para Viçosa no ano de 2025.....	67
GRÁFICO 2	Comparação entre a porcentagem de área do uso e cobertura da terra nas APP das nascentes	106
GRÁFICO 3	Porcentagens de área de cada classe definida por bacia de contribuição.....	111
GRÁFICO 4	Vazões das nascentes, no período de máximo e de mínimo hidrológico.....	114
GRÁFICO 5	Taxas de infiltração média das zonas de contribuição dinâmica das nascentes.....	118
GRÁFICO 6	Gráfico com as taxas de infiltração média nas zonas de recarga das nascentes.....	118

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas
ANM	Agência Nacional de Mineração
APP	Área de Proteção Permanente
CBA	Companhia Brasileira de Alumínio
Cc	Capacidade de campo
CEB	Comunidade Eclesial de Base
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais
Cetec	Centro Tecnológico de Minas Gerais
CPT	Comissão Pastoral da Terra
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CTA	Centro de Tecnologias Alternativas
CODEMIG	Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COOPAF	Cooperativa dos Produtores da Agricultura Familiar Solidária
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DEM	<i>Digital Elevation Model</i>
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
FABDEM	<i>Forest And Buildings removed Copernicus DEM</i>
FETAEMG	Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de Minas Gerais
GEFRM	Grupo Entre Folhas Plantas Medicinais
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE SISEMA	Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEF	Instituto Estadual de Florestas
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IQA	Índice de Qualidade da Água
L	Litro
MAM	Movimento pela Soberania Nacional na Mineração
MDT	Modelo Digital de Elevação
mL	mililitros
NACAB	Núcleo de Assessoria às Comunidades Atingidas por Barragens
PAAN	Protocolo de Análise Ambiental de Nascentes
PANÁgua	Protocolo de Avaliação e Monitoramento Integrado de Nascentes de Cursos d'Água
PESB	Parque Estadual da Serra do Brigadeiro
PVC	Policloreto de vinila
PRONAT	Programa Nacional de Territórios Rurais
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SEMAD	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SIGMINE	Sistema de Informação Geográfica da Mineração
STR	Sindicato dos Trabalhadores Rurais
TSB	Taxonomia Sustentável Brasileira
UFC	Unidade Formadora de Colônia
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UTM	Unidade de Tratamento de Minério
OD	Oxigênio Dissolvido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 METODOLOGIA.....	23
2.1 RECONHECENDO A ÁREA DE ESTUDO.....	24
2.1.1 MONTAGEM DA BASE DE DADOS GEORREFERENCIADA.....	24
2.1.2 CAMINHADA FRANCISCANA.....	26
2.1.3 REUNIÃO DE 20 ANOS DA COMISSÃO DE ENFRENTAMENTO À MINERAÇÃO.....	31
2.2 BUSCA PELAS NASCENTES.....	34
2.3 CAMINHADAS GUIADAS.....	36
2.4 MONITORAMENTO DAS NASCENTES.....	38
2.5 APLICAÇÃO DO PROTOCOLO DE ANÁLISE AMBIENTAL DE NASCENTES.....	40
3 A SERRA DOS PURI.....	61
3.1 A HISTÓRIA DO TERRITÓRIO.....	68
3.2 A BAUXITA NA SERRA DOS PURI.....	73
4 A GEOGRAFIA HIDROSSOCIAL DAS NASCENTES PURI.....	81
4.1 ÁGUA, BAUXITA E MINERAÇÃO.....	90
4.2 AS NASCENTES.....	97
4.3 USO E COBERTURA DA TERRA.....	105
4.4 RESULTADOS DO MONITORAMENTO DAS NASCENTES.....	113
4.5 QUALIDADE AMBIENTAL DAS NASCENTES.....	119
5 A RUPTURA DO CICLO HIDROSSOCIAL DA SERRA DOS PURI.....	133

6 REFLEXÕES FINAIS.....	160
--------------------------------	------------

REFERÊNCIAS	163
--------------------------	------------

APÊNDICE A - Sistematização de mobilizações de resistência à mineração desde 2003	
--	--

APÊNDICE B – Nascentes levantadas em campo	
---	--

APÊNDICE C – Modelo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	
--	--

1 INTRODUÇÃO

Praticamente todas as nossas atividades diárias exigem certa quantidade de água: após o despertar, nós escovamos os dentes, depois fazemos o café, tomamos banho, bebemos água, lavamos a louça, formando uma lista de ações que continua infinitamente. A água é um elemento indispensável para a manutenção da nossa vida, da nossa cultura e da nossa sociedade. Esse simples olhar para a rotina já torna clara a dificuldade em abstrair e quantificar a água, em olhá-la apenas como uma fórmula (o “H₂O”), que alterna seus estados em um ciclo hidrológico, simples e quantificável (Bruni, 1993).

Porém, a partir do século XVIII, para o cientificismo ocidental, a água tem deixado de ser essa substância essencial e passado a ser entendida apenas como “H₂O”, um objeto da razão científica, um elemento neutro politicamente e que ignora as contradições da sociedade (Bruni, 1993; Porto-Gonçalves, 2023). Acredito que, para um entendimento mais profundo e complexo da água, é necessário se desprender dessa concepção.

A água é uma dimensão essencial da existência, e no seu aspecto simbólico, ela está profundamente entrelaçada à vida e ao ser humano. A compreensão desse caráter simbólico é indissociável de sua concretude (como as nascentes, os rios, as chuvas e as praias). Dada a sua importância, as culturas humanas, através dos séculos, sempre reservaram um local privilegiado às águas (Bruni, 1993).

O ciclo da água não pode mais ser entendido como algo externo à sociedade, ele a contém e é capaz de revelar a complexa relação sociedade-natureza (Porto-Gonçalves, 2023). Portanto, tem-se desenvolvido uma visão crítica sobre a água, que busca compreender as relações hidrossociais e como elas desafiam o dualismo sociedade-natureza (Linton e Budds, 2014; Liao e Schmidt, 2023).

Dentro desse ciclo hidrossocial, as nascentes são ambientes estratégicos, uma vez que promovem a transferência da água subterrânea para a superfície e são essenciais para a existência de outros corpos d’água, como lagos e rios. Esse papel as torna muito mais que um mero ambiente de passagem e transferência de água, mas um elemento intrínseco aos fluxos e relações de poder que integram as geografias hidrossociais (Felippe, 2009).

A água é um elemento central para a economia global e as grandes indústrias, principalmente quando se pensa em mineração, uma vez que a extração e o processamento

mineral envolvem uma quantidade significativa de água, podendo levar ao esgotamento e à contaminação de corpos hídricos, além de provocar a supressão de matas ciliares, essenciais para a proteção e a manutenção das nascentes e cursos d'água. Ao se tratar das nascentes, o impacto é ainda mais significativo, podendo resultar na completa supressão desses hidrossistemas (Mechi; Sanches, 2010; Milanez; Felipe, 2020).

Isso acontece, pois a mineração vem afetando, substancialmente, a recarga dos aquíferos e o nível do lençol freático. Em Minas Gerais, a questão da recarga costuma estar mais associada com a mineração de ferro, pois as cangas são corpos geológicos fundamentais para a recarga dos aquíferos, por conta de sua porosidade e de sua localização. Entretanto, muitas outras formações importantes para a formação de grandes aquíferos são de interesse do setor mineral (Carmo, 2010; Azevedo *et al.*, 2012; Azevedo *et al.*, 2018; Milanez; Felipe, 2020).

O rebaixamento do nível freático ocorre principalmente pois, quando há abertura de cavas, drena-se a água encontrada no subsolo para ter acesso aos minérios de interesse (Elaw, 2010; Milanez; Felipe, 2020). Esses dois impactos diretos da mineração à água, dentre muitos outros, afetam significativamente a manutenção das nascentes, a segurança hídrica, a saúde de diversas famílias (Mechi; Sanches, 2010) e a continuidade de ciclos hidrossociais locais, que são intrinsecamente interligados com suas nascentes.

Nesse sentido, há um aumento dos conflitos socioambientais envolvendo a água e a mineração, que, de acordo com Milanez e Felipe (2020), é uma consequência do reordenamento dos territórios hidrossociais a partir de uma lógica global e mercantilista. Dessa forma, essa atividade minerária, que busca alimentar um mercado global, acaba causando impactos que são sentidos localmente, no dia a dia de diversas famílias (Milanez; Felipe, 2020).

Esses conflitos têm ocorrido também na Zona da Mata Mineira¹, na região da Serra dos Puri², onde, em meados da década de 1950, iniciaram-se pesquisas minerárias na Serra, local

¹ A Zona da Mata Mineira se refere a um termo popularizado pela regionalização do IBGE para Minas Gerais em 1990. Porém, hoje existem atualizações dessas regionalizações, e essa área é reconhecida oficialmente como Região Intermediária de Juiz de Fora, com 146 municípios (IBGE, 2026).

² O Projeto de Lei nº 1.133/2023, propõe a mudança na nomenclatura do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro para Parque Estadual da Serra dos Puri (Minas Gerais, 2023).

que, alguns anos mais tarde, seria conhecido como o “veio da bauxita brasileira” (CBA/Brandt, 1995; Iorio; Magno, 2019; Castro *et al.*, 2020). Porém, uma resistência a esse modo de produção e exploração da natureza foi se instaurando desde a década de 1980 (Iorio; Magno, 2019).

Inicialmente, esse movimento esteve ligado à Igreja Católica, com a influência da Teologia da Libertação e das Comunidades Eclesiais de Base (CEBs) (Barbosa, 2005). Além disso, essas movimentações passaram pela sindicalização dos trabalhadores rurais; a construção participativa do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB); o advento da preocupação com uma transição agroecológica; e na organização de movimentos sociais, apoiados por instituições de ensino e pesquisa; até chegar nos dias de hoje, com a consolidação da Comissão Regional de Enfrentamento à Mineração na Serra do Brigadeiro (Iorio; Magno, 2019).

Um dos principais argumentos e incentivos da luta popular contra a mineração na Serra dos Puri é a proteção de suas águas. Elas são essenciais para a manutenção do modo de vida campesino, para o exercício da agricultura familiar e agroecologia, e têm profundos signos para esses sujeitos (Iorio; Magno, 2019; Vieira; Felipe; Iorio, 2024).

Dessa maneira, instalou-se na região um conflito ambiental produzido por dois principais projetos de desenvolvimento e perspectivas sobre a água antagônicos: um é fortemente economicista, ligado aos grandes fluxos de exportação globais, e prevê a expansão das infraestruturas minerárias e uma ampliação na exploração de bauxita já existente. A outra também inclui relações econômicas, porém com forte preocupação socioambiental e prevê o fortalecimento de um modelo de produção agrícola familiar e a transição agroecológica, a recuperação e conservação ambiental e o resgate e a valorização da cultura dos povos originários (Fernandes; Fiúza; Rathman, 2006).

Após essa breve contextualização do histórico de conflitos desenvolvidos na paisagem da Serra dos Puri e dos impactos ambientais da mineração às águas, ressalto, aqui, a escolha de me referir à Serra como “Serra dos Puri” e não “Serra do Brigadeiro”. Atualmente, há um projeto de lei que pretende a alteração do nome oficial do Parque (Minas Gerais, 2023). A busca por essa mudança é motivada pelo movimento de resgate da cultura Puri pelos moradores de algumas comunidades (Povo Indígena Puri – Uchô Betlháro Purí, 2024; Movimento Indígena de Retomada Puri da Zona da Mata Mineira - Uxo Txori e Grupo Entre Folhas Plantas

Medicinais/GEFPM, 2024). A partir dos estudos realizados, observou-se que essa cultura é envolta de significados para água e manejos que envolvem a proteção de nascentes, e parecem influenciar os modos de vida e as visões de mundo encontradas durante os campos. Em outras palavras, é um elemento que diversifica e complexifica ainda mais a questão da água nessa região. Dessa maneira, aqui, a Serra será tratada como “Serra dos Puri”, enquanto que, ao citar o Parque, será usado o nome oficial.

Levando em conta todo esse retrospecto sobre o simbolismo das águas, o caráter sistêmico e complexo das nascentes, os impactos da mineração nesses hidrossistemas e o atual conflito ambiental instalado na Serra dos Puri, questiono-me: como a dinâmica das nascentes é afetada por esses diferentes usos e apropriações das águas na Serra dos Puri?

A partir dessa questão, desenvolvi um objetivo de pesquisa centrado na compreensão da relação entre as diferentes formas de usos e apropriações das águas, mais precisamente a mineração de bauxita e a agricultura familiar, e a dinâmica funcional do sistema nascente na Serra dos Puri.

Esse objetivo central é acompanhado de objetivos mais específicos que contemplam a espacialidade dos usos e apropriações da água na região, os processos hidrológicos nas nascentes e o papel da bauxita nesses hidrossistemas. São eles:

- Identificar a espacialidade dessas diferentes formas de uso e apropriação existentes na Serra dos Puri;
- Entender o papel da bauxita no sistema nascente;
- Interpretar os processos hidrológicos e hidrogeológicos no sistema nascente que são afetados pelas ações dos sujeitos;
- Compreender o significado da água e das nascentes para os agricultores familiares e para a resistência à mineração.

Destaco também que, o conceito de ambiente atravessa todo o caminho dessa pesquisa, sendo o fio condutor das interpretações. A compreensão de ambiente aqui adotada ultrapassa a visão tradicional de “meio ambiente”, em que o sujeito e suas ações são admitidos como um “fator antrópico” (Lima, 2015). O ambiente é tomado como um conceito híbrido, holístico e complexo, formado pela interação de ciclos, dinâmicas, processos, feições e ações, estabelecendo uma conexão entre as ideias de espaço e natureza (Souza, 2019a, 2019b, 2022).

De acordo com Souza (2019a), “o ambiente é fruto da (re)transformação, (re[s])significação e reapropriação incessantes da primeira natureza mediante as relações sociais, e inclui, necessariamente, os seres humanos, conquanto nem tudo no ambiente seja antropogênico.” (p.79). Portanto, ao adotar um enfoque da Geografia Ambiental (Souza, 2022), torna-se impossível isolar os elementos a fim de realizar análises lineares e dar respostas simples. Assim, a pesquisa não se pauta em uma mera análise da relação entre a bauxita e a água na nascente, mas nas consequências ambientais relacionadas à extração desse minério.

A pesquisa apresenta alto interesse social por parte das comunidades rurais em volta da Serra dos Puri, das entidades e organizações, e dos institutos de ensino e pesquisa que atuam na resistência contra o avanço da mineração na região. Por isso, compreender como a mineração de bauxita impacta nas nascentes e, conseqüentemente, no ciclo hidrossocial da região tem o potencial de conscientizar os moradores e providenciar dados que sustentem os argumentos em prol da resistência à mineração.

Embora os impactos da mineração, especialmente os hídricos, já sejam objeto de investigação (Milanez; Felipe, 2020), poucas são as pesquisas que abordam especificamente as nascentes. Além disso, é comum que essas produções sejam oriundas de parcerias e financiamentos do próprio setor minerário.

Inclusive, Milanez e Felipe (2020) afirmam a necessidade de aprofundar as discussões que abordem a relação entre mineração e água no Brasil. De acordo com os autores, a maioria dos estudos são focados nos “recursos hídricos” ou, então, a água se torna apenas mais um elemento dentro de uma série de outros envolvidos nos conflitos e na violação de direitos pelas mineradoras (Fernandes, Alamino e Araújo, 2014; Milanez e Felipe, 2020).

Outras relevantes contribuições são as pesquisas nacionais sobre nascentes, dentro de uma perspectiva geomorfológica e ambiental. A Revisão Bibliográfica Sistemática realizada por Barros *et al.* (2023), apontou que a Geomorfologia pouco tem estudado sobre as nascentes, sendo um tema pouco difundido em escala nacional, embora as nascentes sejam elementos ativos na evolução geomorfológica das paisagens, fundamentais nos sistemas ambientais e um importante campo de estudo para a área.

A presente investigação também busca levantar uma discussão sobre o atual modelo de mineração, regido pela visão utilitária capitalista dominante, administrado em escala global, mas que tem suas consequências refletidas em uma escala local. Essa justificativa é dada pelo

entendimento do Brasil como um país neoextrativista (Santos; Milanez, 2013), no qual a mineração causa impactos socioambientais ecologicamente complexos e temporalmente permanentes (Coelho, 2017; Milanez, 2019; Costa *et al.*, 2020).

Além disso, é importante a visibilidade para o conflito ambiental que ocorre diariamente na Serra dos Puri. Ao trazer o tema para a universidade, consequentemente, divulga-se o ocorrido e leva-se os olhares públicos para a questão, o que possibilita o desenvolvimento de mais pesquisas que possam auxiliar na pauta de resistência local.

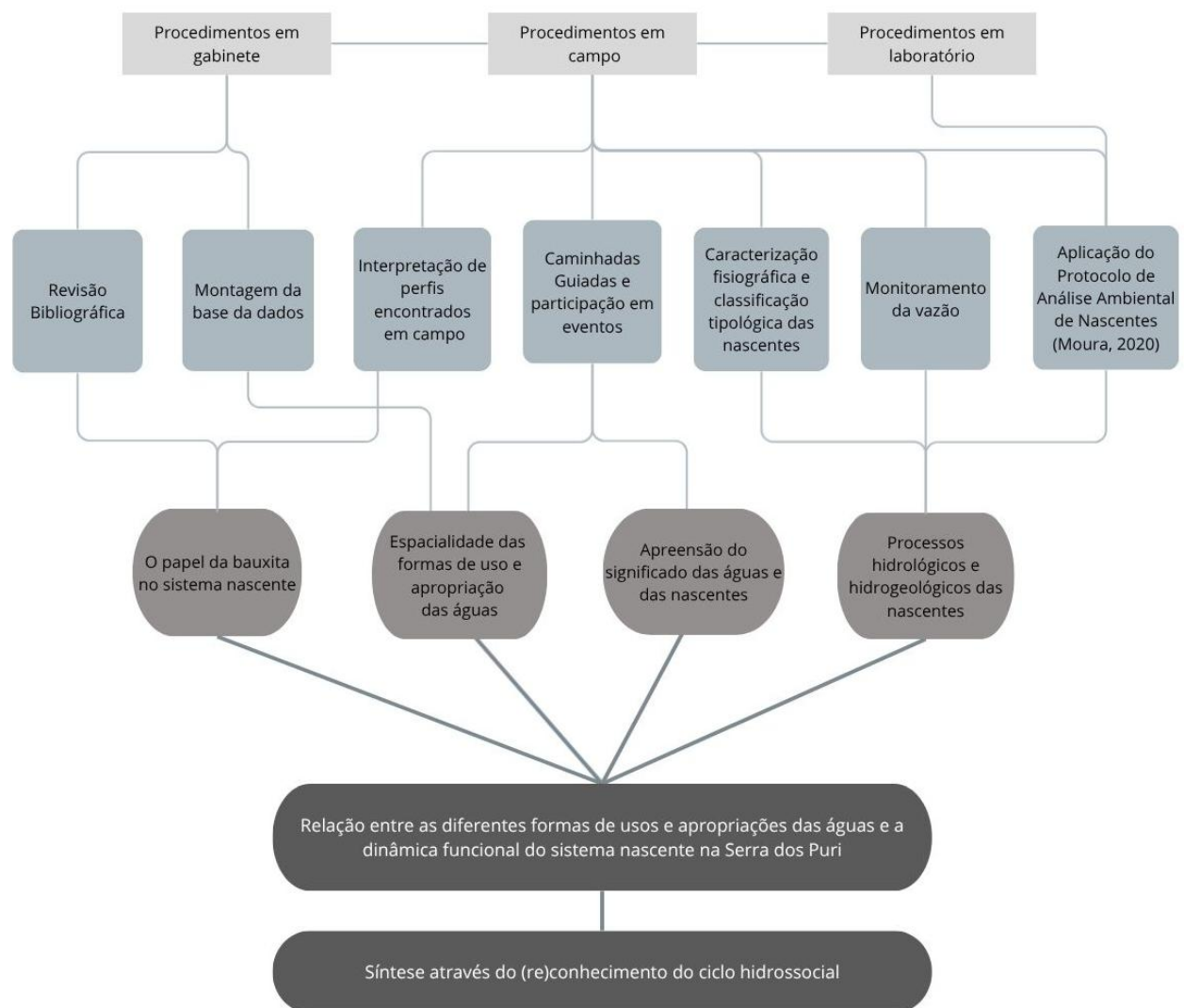
Por fim, pretendo desenvolver a pesquisa dentro de um campo interdisciplinar, integrando Geomorfologia com um debate composto por conceitos da Ecologia Política. Dessa forma, são incentivadas e fomentadas discussões acerca do sujeito na pesquisa em Geomorfologia, criticando a visão dualista entre Sociedade e Natureza, ao compreender o aspecto político dos elementos que compõem a paisagem e a Geomorfologia.

Para isso, proponho a construção de um texto com uma estrutura integradora, que difere um pouco daquele tradicional texto acadêmico. Após a apresentação, contextualizo a metodologia para o desenvolvimento dessa pesquisa, com a associação de metodologias quantitativas e qualitativas. Em seguida, o próximo capítulo apresenta os aspectos geográficos da Serra dos Puri, com um recorte da história desse território. O quarto capítulo traz uma contextualização teórica sobre as nascentes e as geografias hidrossociais, apresenta as nascentes estudadas e alguns dos resultados encontrados. A partir do acúmulo, o quinto capítulo aprofunda o ciclo hidrossocial, trazendo um diagrama que esquematiza os fluxos das águas na Serra e como ocorre a ruptura hidrossocial com a entrada do capital global e da mineração. Por fim, o texto se encerra com as reflexões e conclusões as quais a construção e o processo dessa pesquisa me levaram.

2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento de uma pesquisa que seja capaz de adotar uma abordagem hidrossocial das nascentes, foram combinadas estratégias metodológicas de natureza quantitativa e qualitativa. Dessa maneira, as técnicas empregadas passam tanto pelo monitoramento de dados quantitativos das nascentes e a aplicação de técnicas estatísticas, como também por entrevistas semiestruturadas aliadas às caminhadas guiadas e à participação em eventos (Figura 1).

Figura 1- Organização metodológica.



Fonte: elaboração própria.

Assim, é possível dividir a metodologia em procedimentos em gabinete, em campo e em laboratório. Essas etapas metodológicas permitiram-me compreender o papel da bauxita no sistema nascente; a espacialidade das formas de uso e apropriação das águas, e o significado delas; os processos hidrológicos e hidrogeológicos, e a qualidade ambiental das nascentes na área de estudo. A partir dessas discussões, desenvolvi uma síntese através do ciclo hidrossocial da Serra.

2.1 RECONHECENDO A ÁREA DE ESTUDO

2.1.1 MONTAGEM DA BASE DE DADOS GEORREFENCIADA

Com o objetivo de obter uma caracterização geral do local estudado e compreender melhor as suas particularidades físicas, construí uma base de dados georreferenciada que abrange a totalidade da Serra dos Puri e suas redondezas. Iniciei o processo com a aquisição de um Modelo Digital de Terreno (MDT) para obter dados sobre o relevo e a geomorfologia. O modelo escolhido foi o *Forest And Buildings removed Copernicus DEM* (FABDEM), com resolução espacial de 30 metros (*University of Bristol*, [S.d.]). As imagens foram disponibilizadas no site em 2023³, onde adquirei o arquivo “S30W050-S20W040_FABDEM_V1-2”. Já no ambiente GIS, através do *software* QGIS 3.40, utilizei a ferramenta “Mosaico” em “*Raster*” e depois “Miscelânea” para unir as imagens “S22W043” e “S21W043”, que, juntas, abarcam a totalidade da área da Serra dos Puri.

O MDT foi utilizado para a compreensão da área de estudo e o levantamento inicial de onde poderiam haver nascentes. Após os trabalhos de campo e a busca pelas nascentes, foram extraídas as curvas de nível a partir desse MDT, através do *software* QGIS 3.40, para a delimitação da bacia de contribuição desses hidrossistemas.

Para a hidrografia, utilizei a base de dados otocodificada do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), um produto criado pela Agência Nacional de Recursos Hídricos (ANA), na escala de 1:50.000. Esse dado é disponibilizado pelo *WebGIS*⁴ Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais (IDE/SISEMA-MG, [S.d.]). Dentro da plataforma, foram baixadas as bases de dados das

³ Podem ser acessadas em: “<https://data.bris.ac.uk/data/dataset/s5hqmjcdj8yo2ibzi9b4ew3sn>”

⁴ *WebGIS*: “<https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>”

bacias do rio Paraíba do Sul e do Rio Doce, uma vez que a Serra dos Puri é um importante interflúvio dessas grandes bacias brasileiras.

As informações da hidrografia também foram importantes para o levantamento dos locais onde possivelmente haveria nascentes e também para a delimitação posterior das bacias de contribuição desses hidrossistemas. Além disso, as sub-bacias foram delimitadas, a fim de compreender o fluxo dos rios de primeira ordem que são originados das nascentes estudadas.

Os dados referentes à geologia também são disponibilizados através no *WebGIS* IDE/SISEMA ([S.d.]). Esses dados são provenientes da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), na escala 1:1.000.000. Apesar de existirem mapeamentos em escalas maiores, como da Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (CODEMIG), na escala de 1:100.000, ele não abrange a totalidade da área de estudo. Os dados relacionados à geomorfologia também foram extraídos da base do IDE/SISEMA ([S.d.]).

Os dados pedológicos utilizados são provenientes do mapeamento⁵ realizado pela Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) em parceria com o Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), o Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec) e a Universidade Federal de Lavras (UFLA), de escala 1:650.000 (Fernandes Filho *et al.*, 2010), que utiliza do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos *et al.*, 2018). Esse mapeamento oferece o maior detalhamento para a região estudada.

Os dados geológicos, geomorfológicos e pedológicos contribuíram para a seleção, a caracterização fisiográfica e a classificação das nascentes estudadas (Felippe, 2009; Felippe, 2013). Assim, essas informações são úteis para a compreensão da dinâmica e do funcionamento desses sistemas.

Ademais, utilizei os dados georreferenciados de processos minerários para a região, obtidos através da plataforma Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE)⁶, disponibilizados pela Agência Nacional de Mineração (ANM, [S.d.]). Através do *software* QGIS 3.40, foi possível filtrar apenas os processos relacionados à extração de bauxita, foco

⁵ Acesso em: <https://dps.ufv.br/software/>

⁶ Acesso em: <https://geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a8f5ccc4b6a4c2bba79759aa952d908>

deste estudo. Para isso, apliquei a ferramenta “Selecionar feições usando uma expressão” na tabela de atributos do *shapefile*, onde empreguei a fórmula: "SUBS" in ('ALUMÍNIO', 'BAUXITA', 'MINÉRIO DE ALUMÍNIO').

Aliado a essas informações, também foram utilizados os dados das jazidas de bauxita, disponibilizados pelo Centro de Pesquisa Amigos do Iracambi, que foram mapeados durante processos de licenciamento ambiental feitos pela Companhia Brasileira de Alumínio (CBA). Ademais, realizei o georreferenciamento de mapas disponíveis no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) realizado pela empresa Brandt, em 2019, para a CBA (CBA/Brandt, 2019). Esse processo foi realizado em ambiente do QGIS 3.40, através da ferramenta “Georreferenciador” em “Camadas”. Com isso, foi possível vetorizar as manchas de bauxita de maneira manual e complementar o georreferenciamento cedido pelo Iracambi.

Tanto os dados da localização das jazidas de bauxita, quanto os processos minerários foram importantes para a delimitação da área de estudo e a compreensão da dinâmica do setor minerário na Serra dos Puri. Para essa escolha, priorizei locais próximos às jazidas, que estivessem localizados dentro de polígonos de processos minerários. Ademais, através das fases dos processos minerários nos diferentes quadrantes da Serra, é possível compreender como se espacializa essa atividade na região.

Por fim, foram utilizados dados climatológicos da estação meteorológica do Instituto Nacional de Climatologia (INMET), localizada em Viçosa. Os dados foram fornecidos através de uma solicitação por e-mail, mas podem ser obtidos no site do INMET⁷. Outras estações meteorológicas como a de Muriaé ou a do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), localizada em Ervália, também foram consideradas, porém haviam muitos os dados faltantes (INMET, [S.d.]). Essas informações foram importantes para a definição das datas dos monitoramentos.

2.1.2 CAMINHADA FRANCISCANA

Com o objetivo de conhecer a comunidade, reconhecer a paisagem do estudo e iniciar no caminho para compreender o que a água (ou melhor, a Irmã Água) e as nascentes significam para as comunidades na Serra dos Puri, participei da Caminhada Franciscana de 2024 (Figura

⁷ Acesso em: <https://mapas.inmet.gov.br/>

2). Vi-me nas palavras de Marcos (2017), nessa experiência de campo: “fui a campo ‘sem nada e sozinha’: sem alguém que mostrasse o que olhar, livre das amarras de objetivos e questionários pré-estabelecidos” (p.129).

Figura 2 - Registros da Caminhada Franciscana.



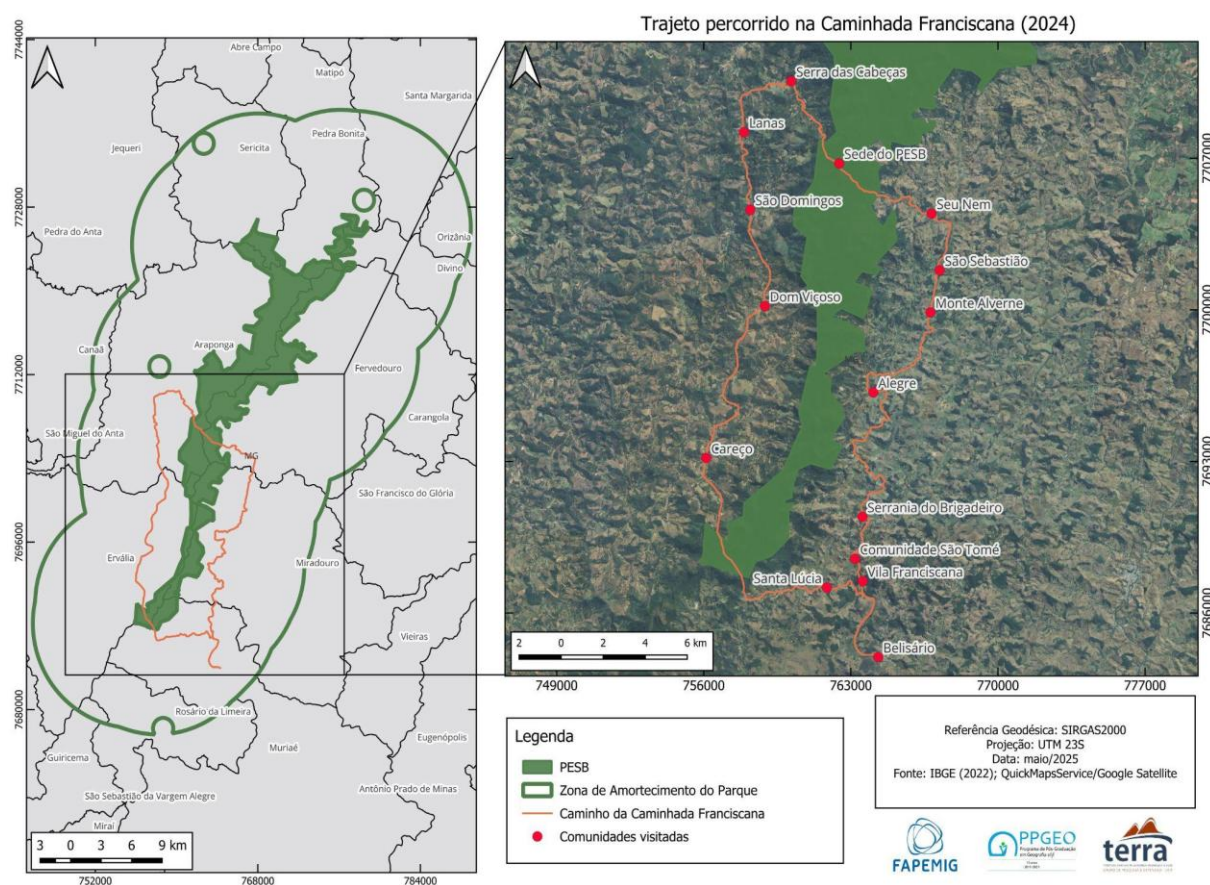
Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora.

Isso não significa dizer que o campo se baseou em um empirismo descolado da teoria, ao contrário, os conceitos e as teorias auxiliaram, como Cardoso (1988) e Serpa (2006) discutem, no objetivo de ir além do ver, e olhar para as questões e inquietações dos sujeitos. A metodologia aqui adotada foi muito inspirada nas caminhadas guiadas realizadas por Budds e Hinojosa (2012) e Imbelloni (2019). Minhas observações foram anotadas na caderneta de

campo durante as atividades, fotos foram registradas e as paradas foram marcadas através do GPSMAP 64 da *Garmin*.

Esse evento acontece todo ano desde 2018. Em 2025, o tema da caminhada foi “Mudanças Climáticas: Responsabilidade de quem?”. Foram percorridos cerca de 100 quilômetros em cinco dias. A caminhada teve início em Belisário, no município de Muriaé, e passa também por outras 12 comunidades de Miradouro, Fervedouro, Araponga e Ervália (Figura 3).

Figura 3 - Mapeamento do trajeto percorrido e pontos de parada da Caminhada Franciscana de 2024.



Fonte: elaboração própria.

O propósito central dessa atividade é promover a união das comunidades, que estão distantes e são “divididas” pela geomorfologia. Além de discutir os temas da resistência à mineração, que vem avançando sobre a Serra nos últimos anos, pautar as injustiças ambientais e incentivar práticas agroecológicas com os agricultores familiares.

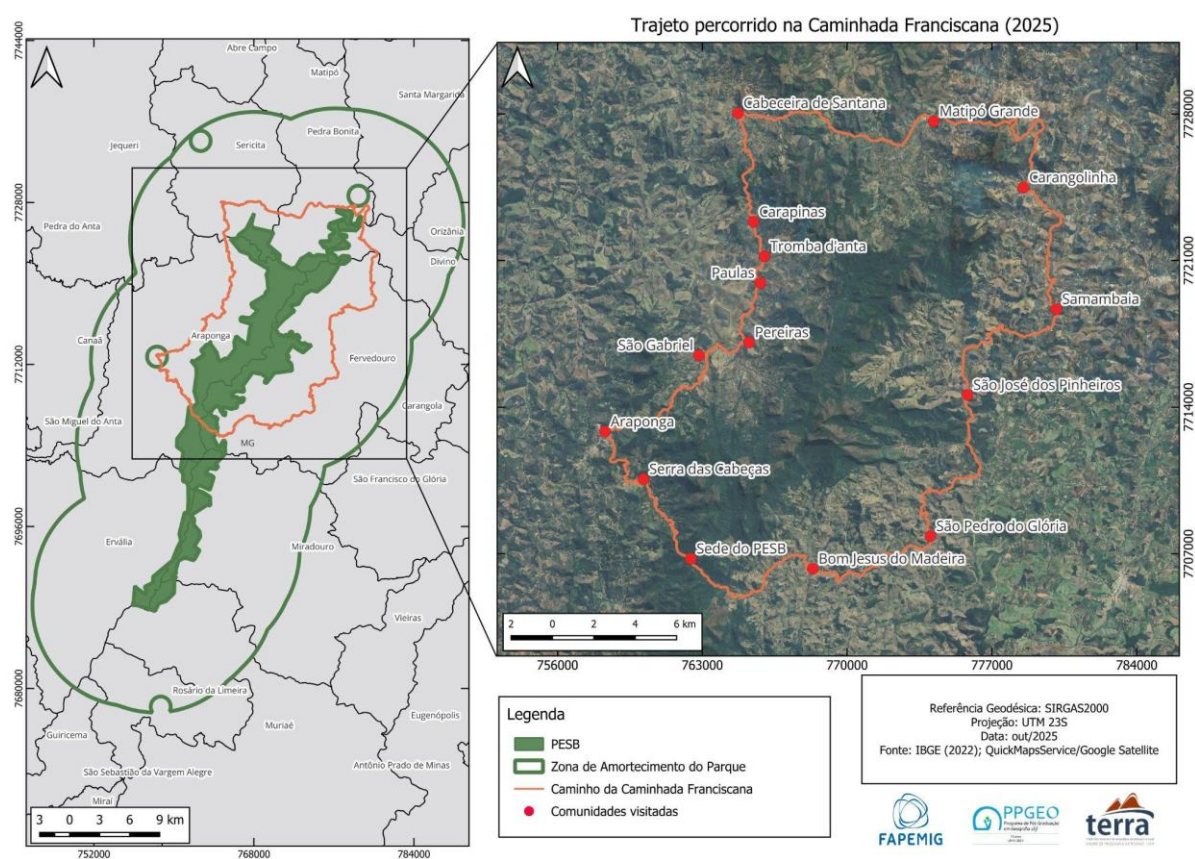
A Caminhada foi guiada por líderes religiosos, os freis e padres da Vila Franciscana Santa Maria dos Anjos. Também estavam presentes membros das comunidades visitadas, participantes da fraternidade de Santa Maria dos Anjos, professores universitários apoiadores da causa e membros da Comissão de Enfrentamento à Mineração na Serra do Brigadeiro. Durante o caminho, foi distribuído um cancionário, pequeno folheto com as canções e orações proferidas durante as paradas. Esse material é uma das fontes de dados utilizadas nesta pesquisa para discutir a Caminhada.

Por fim, é importante destacar que, por conta de minhas limitações físicas e psicológicas, não consegui finalizar a caminhada. Mas esse fato, que inicialmente pareceu ser um limitador da pesquisa e me causou frustrações, mais adiante me abriu portas nos trabalhos de campo. Isso porque as pessoas que estavam na caminhada e as que nos receberam em suas casas, lembraram de mim nos outros campos que se seguiram, o que facilitou o contato e o desenvolvimento das atividades.

A Caminhada Franciscana em 2025 teve como tema “800 anos do cântico das criaturas”. Nesse cântico, São Francisco de Assis, refere-se às criaturas e aos elementos da natureza como irmãos, a Irmã Água e o Irmão Fogo, por exemplo. Dessa forma, Carbajo-Núñez (2025) defende que “seu hino não é uma canção de posse, mas de amor, não de exploração, mas de comunhão. O motivo principal desse louvor não é a utilidade que as criaturas nos proporcionam, mas sua dignidade intrínseca” (p.373). E esse cântico é um dos principais guias da espiritualidade franciscana.

Foram percorridos cerca de 120 km e visitadas 14 comunidades rurais, nos municípios de Fervedouro, Araponga, Sericita, Pedra Bonita e Divino (Figura 4). Essas caminhadas são organizadas para que, em um ano, seja percorrida a parte Sul da Serra dos Puri e, no outro ano, seja percorrido a parte Norte, englobando o máximo de comunidades possíveis.

Figura 4 - Mapeamento do trajeto e pontos de parada da Caminhada Franciscana de 2025.



Fonte: elaboração própria.

Apesar de já ter participado da Caminhada Franciscana de 2024, o evento de 2025 me apresentou uma nova visão da Serra, ultrapassando o recorte espacial da pesquisa, mas promovendo um aprofundamento dos aspectos culturais e sociais. Ademais, a metodologia da própria caminhada foi diferente.

Além dos rituais religiosos e das discussões realizadas com os membros das comunidades, também foram propostas instalações artístico-pedagógicas, pela professora Irene Cardoso (Universidade Federal de Viçosa) e pelo Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata (CTA-ZM) nos chamados “encontros de comunidades” (Figura 5). Esses eventos foram planejados de forma estratégica para que moradores de comunidades que não puderam ser visitadas, fossem convidados a participar dos debates.

Figura 5 - Convites para os encontros de comunidades realizados na Caminhada Franciscana de 2025.



Fonte: Vila dos Franciscanos de Santa Maria dos Anjos.

Nessas instalações artístico-pedagógicas, os moradores foram convidados a trazer objetos que transmitissem aspectos culturais da comunidade, tendo como objetivo, principalmente, recuperar a herança cultural Puri. A questão do pertencimento Puri na Serra foi muito discutida no ano de 2025, além das outras questões já citadas para a caminhada de 2024.

2.1.3 REUNIÃO DE 20 ANOS DA COMISSÃO DE ENFRENTAMENTO À MINERAÇÃO

Outro evento do qual participei durante o processo da pesquisa foi a reunião de 20 anos da Comissão de Enfrentamento à Mineração da Serra do Brigadeiro/Puri. Estavam presentes membros da Vila dos Franciscanos, do Núcleo de Assessoria às Comunidades Atingidas por

Barragens (NACAB), do Centro de Tecnologia Alternativas (CTA), professores e estudantes da Universidade Federal de Viçosa (UFV), da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais (campus Muriaé), membros do Iracambi, militantes do Movimento pela Soberania Nacional na Mineração (MAM), membros da Comissão Pastoral da Terra (CPT), do sindicato dos trabalhadores rurais da região, membros da Cooperativa dos Agricultores Familiares (COOPAF) e da secretaria do Meio Ambiente municipal de Muriaé, políticos, membros do Movimento de Retomada Puri e moradores das comunidades rurais que integram o território da Serra.

Essa reunião teve como metodologia principal o Rio da Vida, que de acordo com Reis *et al.* (2024), consiste em uma metodologia participante. O desenho de um rio é usado de maneira metafórica para representar a sucessão de eventos e trajetórias de vida dos sujeitos de uma pesquisa, porém nesse caso da história da Comissão de Enfrentamento à Mineração da Serra. O objetivo é sintetizar e elucidar a narrativa, possibilitando a análise e compreensão dessas trajetórias.

A primeira etapa da atividade que nos foi proposta envolvia discutir os principais marcos da Comissão durante os 20 anos de existência. Após isso, nos foi pedido que apresentássemos as principais conquistas e acertos, e os principais desafios.

A segunda etapa consistiu em chamar um membro de cada grupo para distribuir no Rio da Vida os marcos escolhidos (Figura 6). A data de início foi 2004, quando foi criada a Comissão, passando por todos os anos, até o presente momento. Ao realizar essa distribuição, o participante também deveria falar um pouco sobre a ação escolhida.

Figura 6 - Rio da Vida construído durante a reunião de 20 anos da Comissão.



Fonte: foto tirada pela pesquisadora.

Na instalação do Rio da Vida não foram colocados apenas os papéis escolhidos por nós, mas também alguns símbolos importantes para a luta, como placas, bandeiras, a imagem de São Francisco de Assis, milho e sementes crioulas (representando a agroecologia), fotos, objetos artesanais típicos da Serra e plantas. Além disso, os eventos realizados por membros da Comissão, como as cartografias sociais e as caminhadas receberam destaque.

2.2 BUSCA PELAS NASCENTES

Para encontrar as nascentes, realizei alguns procedimentos pré-campo, que consistiram em um reconhecimento do local através do *Google Earth Pro*, no qual busquei pelas áreas em que há lavras de mineração de bauxita abertas e em atividade, além de locais onde ocorreu mineração anteriormente. Além disso, foram georreferenciados 414 pontos, dentro de dez polígonos de direitos minerários, que correspondem às nascentes registradas no EIA/RIMA de uma das empresas mineradoras, do ano de 2019 (CBA/Brandt, 2019).

O mapeamento das nascentes pela empresa Brandt teve duas fases: a primeira, através de ferramentas GIS, na escala de 1:100.000, em que foram mapeadas 185 nascentes; e a segunda, através de trabalhos de campo, com a caracterização de 129 nascentes através de uma ficha de campo (CBA/Brandt, 2019). Essas informações foram utilizadas para traçar uma rota de trabalho de campo e delimitar melhor a área de estudo.

O trabalho de campo para encontrar as nascentes para o estudo foi realizado entre os dias 24 e 31 de janeiro de 2025. Dentro desse período, levantamos 23 nascentes que foram divididas em classes para futuras comparações, são elas: “nascentes próximas às áreas de lavra”; “nascentes em áreas de agricultura que já foram mineradas”; “nascentes em áreas de agricultura familiar ou agroecologia que não foram mineradas”. Durante o primeiro campo, realizamos a caracterização dessas nascentes a partir de uma ficha inspirada em Felipe (2013) e Moura (2020) (Figura 7).

Após a campanha de campo, realizei a delimitação das bacias de contribuição dessas nascentes. Para isso, utilizei as curvas de nível extraídas do FABDEM, através da ferramenta “Contorno”, contida em “*Raster*”. Junto disso, com o auxílio das imagens do *Google Earth Pro* e a imagem sombreada do FABDEM, foi finalizada a caracterização das nascentes.

Das 23 nascentes encontradas, apenas 12 integraram os estudos e monitoramentos. Para essa seleção, utilizei as anotações na caderneta de campo, a ficha de campo, as fotos das nascentes e os dados georreferenciados da área de estudo. Com essas informações em mãos, primeiro classificamos as nascentes pela tipologia proposta por Springer e Stevens (2009), que inclui critérios geomorfológicos (como o tipo de exfiltração, a vazão e a dinâmica do canal de primeira ordem), as forças responsáveis pela exfiltração, as propriedades do fluxo, os micro-habitats criados e o ecossistema das nascentes, e a gestão desses hidrossistemas.

Dessa forma, dentro das três condições estudadas, procuramos escolher as nascentes com semelhanças geomorfológicas, geológicas e pedológicas, que estivessem na mesma bacia hidrográfica e que tivessem tipologias passíveis de comparação. Além disso, outros fatores incluídos nessa escolha foram a logística em campo e a acessibilidade à nascente.

Por fim, as nascentes escolhidas foram classificadas pela proposta de Felipe (2009), que se destaca por considerar o caráter complexo das nascentes e abranger a morfologia, o tipo de exfiltração, a existência ou não de contato estratigráfico, a vazão média anual, a migração, a profundidade do manto de intemperismo, a posição dos afloramentos rochosos e a sazonalidade. Por levar em conta a sazonalidade e a vazão anual média, essa tipologia só pôde ser aplicada às nascentes selecionadas para o estudo. Por seu caráter complexo e sistêmico, essa classificação se mostrou útil nas discussões propostas, pois permite uma boa compreensão da dinâmica desses hidrossistemas.

2.3 CAMINHADAS GUIADAS

Em outro momento, realizamos caminhadas guiadas na mesma área visitada no levantamento das nascentes. Durante esses campos, solicitamos que o proprietário ou outra pessoa que vive no local, levasse-nos até a nascente e mostrasse um pouco da propriedade, contando sobre suas vivências e modos de vida. Durante o caminho, algumas perguntas eram feitas para direcionar o diálogo, como: “Quais os usos da água dessa nascente?”; “Como a água

é captada?”; “Você utiliza quais fontes de água para o abastecimento doméstico?”; “Você tem notado mudanças na vazão da água desta nascente?”; e “Como era essa área anos atrás? Algo mudou?”. Essas perguntas foram baseadas em Tsutsui e Empinotti (2023). As informações coletadas foram registradas através de anotações na caderneta de campo, GPS *Garmin* e fotografias. Com isso, obtivemos importantes impressões para a interpretação dos resultados no geral e a compreensão de aspectos socioambientais e também uma base material para a confecção dos croquis do ciclo hidrossocial dos locais estudados.

As caminhadas guiadas foram realizadas em propriedades rurais localizadas nos municípios de São Sebastião da Vargem Alegre, Rosário da Limeira e Muriaé; na Vila Franciscana Santa Maria dos Anjos e na comunidade São Mateus, ambos na área rural do município de Muriaé. Essas caminhadas e as entrevistas semiestruturadas não tiveram uma preocupação em levantar o sexo, renda, raça ou outro imperativo social dos sujeitos, todas as perguntas eram sobre as águas, direcionadas aos cuidadores das nascentes, que ali assumiam a voz delas.

É importante citar que, apesar de terem sido visitadas 12 propriedades rurais, localizadas em áreas que já foram mineradas ou que estão próximas à lavra, apenas em cinco foi possível realizar as caminhadas guiadas. Nesses locais, principalmente nas propriedades localizadas em São Sebastião da Vargem Alegre, os moradores se mostraram mais resistentes a permitir a ida até a nascente e a falarem sobre ela. Em três propriedades, não foi permitido o acesso às nascentes, enquanto em quatro propriedades, a conversa com os moradores se deu rapidamente e apenas foi apontada a localização da nascente. Tal postura pode ser compreendida pelo receio em relação à acolhida de pessoas desconhecidas, uma vez que não houve a mediação prévia de lideranças comunitárias, o que poderia ter facilitado o contato e o estabelecimento de vínculos. Para além disso, essas propriedades estão dentro de um contexto minerário, o que pode fazer com que as pessoas se sintam coagidas ou desestimuladas a receber a pesquisa por medo ou receio.

No município de Muriaé e Rosário da Limeira, foram visitadas propriedades no distrito de Belisário e na comunidade São Mateus. O contato com esses sujeitos foi mais tranquilo, por conta do apoio de lideranças locais e do envolvimento dessas pessoas com mobilizações sociais. Assim, as caminhadas guiadas foram realizadas com êxito e os moradores demonstraram interesse pela pesquisa.

2.4 MONITORAMENTO DAS NASCENTES

Realizei o monitoramento hidrológico a partir de três campanhas de campo, as duas primeiras durante o período de máximo hidrológico, entre os dias 24 e 29 de março e nos dias 6 e 7 de abril, e a última no período de mínimo hidrológico, entre os dias 09 e 15 de agosto. Devido ao caráter heterogêneo e complexo (Felippe, 2009; Moura; Felippe, 2024), as nascentes foram caracterizadas nas duas campanhas de campo, através do formulário inspirado no que foi utilizado por Felippe (2013).

Além da caracterização, também aferi a vazão da água em todas as visitas às nascentes. Para isso, utilizei medidores graduados (um de capacidade de 1 litro (L) e outro com 100 mililitros (mL)), como realizado também por Pinto *et al.* (2004) e Felippe (2009). Esse procedimento foi escolhido pois a realização é fácil e o custo é baixo, além de apresentar poucas limitações metodológicas. Para essa medição, utilizei uma sacola plástica apropriada, coletando a água o mais próximo possível do ponto de exfiltração da nascente. Depois, essa água foi depositada nos medidores, para obter o valor do volume. Esse processo foi repetido de três a cinco vezes, em tempos diferentes, e foi realizada uma média desses valores, a fim de evitar erros de coleta. Assim, a vazão final foi calculada pela equação (Pinto *et al.*, 2004):

$$Q = [\Sigma (v/t)]/n$$

Na qual, Q é a vazão (L/s); v é o volume de água (em litros); t é o tempo (em segundos); e n é o número de medições.

Através desse procedimento, obtive as vazões para o período de máximo e de mínimo hidrológico. Porém, para nascente N01 não foi possível aferir a vazão na primeira visita, pela dificuldade de alcançar o ponto de exfiltração. Já nas nascentes N14 e N04, não havia fluxo o suficiente para ser medido. Para evitar erros estatísticos, essas nascentes não foram incluídas nos cálculos de razão e média das vazões.

Para o cálculo da média anual das nascentes, utilizei a seguinte equação (Felippe, 2009):

$$Qa = (Qv + Qi)/2$$

Na qual, Qa corresponde à vazão média anual (L/s); Qv à vazão de verão (L/s); e Qi à vazão de inverno (L/s).

Os testes de infiltração foram realizados com o objetivo de compreender mais a fundo os processos hidrogeológicos (e hidrossociais) dentro das bacias de contribuição das nascentes e se a mineração de bauxita compromete ou não a infiltração e, consequentemente, a disponibilidade de água que vai exfiltrar da nascente.

Os testes de infiltração foram baseados na técnica idealizada por Hills (Barbosa *et al.*, 2010). Realizei esse procedimento na zona de contribuição e na zona de recarga de cada nascente. Para isso foi preciso a proveta com capacidade de 1 L, um cano PVC com 15 centímetros (cm) de altura e 10 cm de diâmetro, uma régua de 15cm com marcações e um cronômetro.

O cano de PVC foi colocado no solo com o auxílio de um martelo e, após fixado, foi colocado 1 L de água e registrado o tempo para essa quantidade de água se infiltrar no solo. Esse valor é a Taxa de Infiltração, representando a velocidade que a água leva para se infiltrar no solo (Barbosa *et al.*, 2010). Junto dos testes de infiltração, realizei medições de umidade, através do medidor “Dedong” que, de acordo com sua ficha técnica, possui dois probes, um da cor prata, com sensor de pH, e outro da cor cobre, com sensor de umidade (Figura 8).

Figura 8 - Equipamentos utilizados para medição da Taxa de Infiltração e Umidade do solo.



Fonte: foto tirada pela pesquisadora.

A medição da umidade do solo concomitante à medição da infiltração é importante, pois um solo úmido já apresenta seus poros cheios de água e as partículas sólidas molhadas tem poucos poros preenchidos por ar, o que diminui o poder de sucção e penetração. Assim, o nível de umidade do solo, durante a avaliação, é essencial para a obtenção de resultados confiáveis (Valente; Gomes, 2023).

É importante citar que, conforme recomendado por Valente e Gomes (2023), o ideal seria ter realizado várias medições ao longo da área de trabalho, principalmente nas áreas de recarga, pois ligeiras mudanças nos solos já são capazes de provocar grandes mudanças nos resultados de infiltração. Porém, devido às limitações metodológicas⁸, isso não foi possível.

Ao discutir a infiltração, é preciso ter em mente que o teste realizado aqui não é o ideal, além de que o ponto escolhido para a realização pode não ser o de maior representatividade da área de recarga total. Isso pois as características como a declividade, os teores de argila e areia, a presença de matéria orgânica e o uso e a cobertura da terra podem causar grandes alterações nos resultados obtidos (Valente; Gomes, 2023).

Realizei o teste apenas no período de máximo hidrológico, porque a técnica demonstrou limitações na precisão de seus resultados. Além disso, o tempo necessário para realizá-lo é prolongado, o que impossibilitou a realização do teste uma segunda vez, devido às limitações financeiras e logísticas existentes.

2.5 APLICAÇÃO DO PROTOCOLO DE ANÁLISE AMBIENTAL DE NASCENTES

Ao realizar os primeiros trabalhos de campo no território e os primeiros monitoramentos das nascentes, as questões relacionadas à qualidade ambiental desses hidrossistemas começaram a aparecer. Através das falas dos moradores, notou-se uma preocupação com a qualidade da água consumida, com as questões relacionadas à erosão nas nascentes ou nas proximidades delas, e com outros problemas sistêmicos.

Além disso, ao me debruçar sobre os primeiros dados relativos à vazão das nascentes, deparei-me com a seguinte problemática: em um contexto rural, em que os proprietários fazem

⁸ As limitações metodológicas citadas envolveram a falta de materiais para a realização de testes concomitantes, o tempo restrito para as medições, as dificuldades financeiras que impediram a realização de mais campos e a ausência de auxiliares nos trabalhos.

uso cotidiano da água das nascentes, e considerando toda a discussão hidrossocial levantada na pesquisa, o que a vazão das nascentes representa, dissociada de sua qualidade ambiental? Ao questionar isso, não diminuo a importância da vazão da água, mas considero o contexto em que a nascente se insere e penso sobre sua qualidade de maneira sistêmica, o que confere mais potencialidade e profundidade a essa discussão.

Para contemplar essa necessidade, adotei o Protocolo de Análise Ambiental de Nascentes (PAAN), elaborado por Moura (2020). Essa é uma metodologia recente, desenvolvida a partir da consulta a um painel de especialistas, que resultou na escolha de doze variáveis para uma análise ambiental integrada das nascentes.

Os outros índices considerados preconizavam a qualidade da água em detrimento de outros parâmetros, como o PANÁgua (Pinto, 2019) e o IQA (Pinto; Roma; Balieiro (2012). No entanto, o PAAN promove uma investigação da qualidade ambiental das nascentes, considerando sua integralidade sistêmica e complexa, e a contrante troca entre os sistemas físico, biológico e socioambiental (Moura, 2020). O protocolo é capaz de incorporar o caráter complexo, heterogêneo e multidisciplinar desses hidrossistemas, além de agrupar uma grande quantidade de dados técnicos e resumi-los para uma linguagem mais sucinta e acessível.

A abordagem multidisciplinar do PAAN envolve a utilização de aspectos quantitativos e qualitativos na avaliação das nascentes. Para que isso seja possível, todas as variáveis são categorizadas em “bom”, “médio” e “ruim”. Além disso, essas variáveis são organizadas em três indicadores de avaliação: os de pressão, relacionados às pressões externas empenhadas sobre o sistema nascente; os de estado, que tratam do estado atual do sistema; e os de resposta, que compreendem as respostas dadas pelos sujeitos, através de ações políticas, às pressões impostas a esse hidrossistema (Moura, 2020).

A realização do PAAN, após a caracterização da nascente, inicia-se com o preenchimento do Protocolo de Avaliação das Nascentes. Aqui, ressalto que coletas de água e observações necessárias foram realizadas apenas durante o período de mínimo hidrológico, por limitações logísticas e financeiras. Esses elementos foram categorizados de acordo com o Protocolo de Avaliação Ambiental de Nascentes (Quadro 1).

Quadro 1 - Protocolo de Avaliação Ambiental de Nascentes.

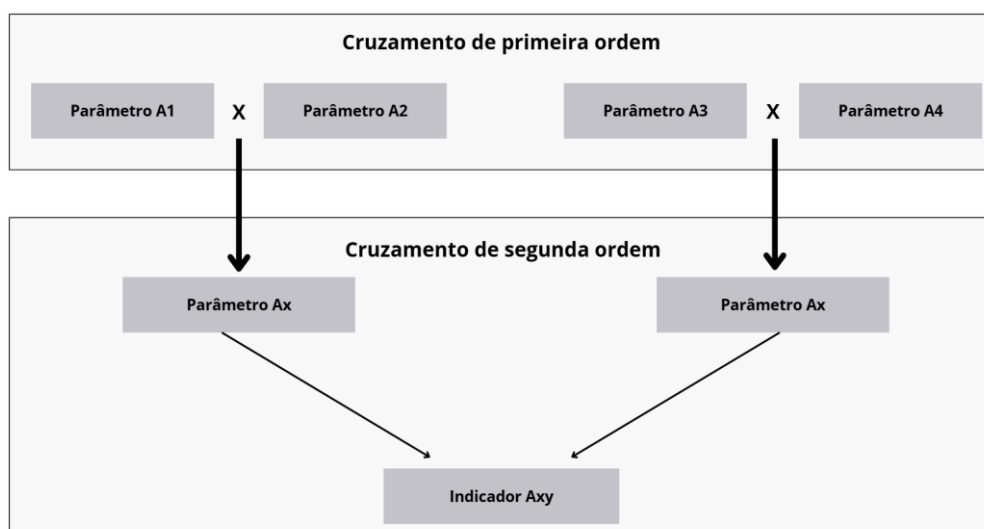
	PARÂMETROS	CATEGORIAS HIERÁRQUICAS			REFERENCIAL
P R E S S Ã O	Assoreamento da nascente (A)	1. RUIM Muito material agradacional (>70% da área da nascente)	2. MÉDIO Quantidade inferior de material agradacional (30-70% da área da nascente)	3.BOM Pouco material agradacional (<30% da área da nascente)	Moura (2020)
	Degradação da APP da nascente (B)	1. RUIM Muito degradada (>70% da área degradada)	2. MÉDIO Medianamente degradada (30-70% da área degradada)	3. BOM Pouco degradada (<30% da área degradada)	Moura (2020)
	Acesso de pessoas, animais domésticos e criações na nascente (C)	1. RUIM Constante	2. MÉDIO Pouco constante	3. BOM Raro	Moura (2020)
	Intervenções diretas com modificações das características morfológicas da nascente (D)	1. RUIM Muitas intervenções	2. MÉDIO Médias intervenções	3. BOM Poucas intervenções	Moura (2020)
E S T A D O	Coliformes termotolerantes na água (E)	1. RUIM > 160 UFC	2. MÉDIO 0-160 UFC	3.BOM 0 UFC	CONAMA (2005)
	Oxigênio dissolvido na água (F)	1. RUIM <2mg/L O ₂	2. MÉDIO 2-5 mg/L O ₂	3. BOM > 5mg/L O ₂	CONAMA (2005)
	Eutrofização na água (medido pelo fósforo total) (G)	1.RUIM >0,072 mg/L	2.MÉDIO 0,028-0,072 mg/L	3. BOM <0,028 mg/L	CONAMA (2005)
	Óleos e graxas na água (H)	1. RUIM Presente	2. MÉDIO Irisdescência	3. BOM Ausente	CONAMA (2005)
R E S	Existência de programas e/ou projetos de Educação Ambiental voltados para a população que utiliza a nascente (I)	1. RUIM Poucos programas e/ou projetos	2. MÉDIA Média quantidade de programas e/ou projetos	3. BOM Programas que abrangiam diretamente as nascentes	Moura (2020)

P O S T A	Articulação entre populações e entidades de regulação e de meio ambiente (J)	1. RUIM Inexistente	2. MÉDIO Pouco vigente	3. BOM Vigente	Moura (2020)
	Existência de programas para a proteção e/ou recuperação de nascentes (K)	1. RUIM Inexiste	2. MÉDIO Pouco vigente	3. BOM Vigente	Moura (2020)
	Combate e/ou controle dos processos erosivos na APP (L)	1. RUIM Inexiste	2. MÉDIO Pouco vigente	3. BOM Vigente	Moura (2020)

Fonte: adaptado de Moura e Felipe (2022).

Após o preenchimento do Protocolo, realizei um cruzamento de todos os 12 parâmetros (Figura 9). Esse primeiro cruzamento é feito entre um par de parâmetros de cada uma das categorias, através de uma matriz bidimensional (Figura 10), por exemplo: assoreamento da nascente (A) com a degradação da Área de Preservação Permanente (APP) (B), e assim sucessivamente (Moura, 2020).

Figura 9 - Esquema exemplificando os cruzamentos de primeira e segunda ordem.



Fonte: Moura (2020).

Figura 10 - Matrizes utilizadas nos cruzamentos, exemplificando os resultados.

Cruzamentos de primeira ordem				
		Parâmetro A1 e A3		
		3	2	1
Parâmetro A2 e A4	3	3	2	2
	2	2	2	1
	1	2	1	1
Cruzamentos de segunda ordem				
		Parâmetro Ay		
		3	2	1
Parâmetro Ax	3	5	4	3
	2	4	3	2
	1	3	2	1

Fonte: adaptado de Moura e Felipe (2022).

Os cruzamentos de primeira ordem vão gerar novos parâmetros, por exemplo: ao cruzar o resultado dos coliformes termotolerantes (E) com o oxigênio dissolvido na água (F), será obtido um valor que vai categorizar a poluição microbiológica na nascente (E+F) (Quadro 2).

Quadro 2 - Resultado dos cruzamentos de primeira ordem categorizados

	PARÂMETROS	RESULTADO DOS CRUZAMENTOS DE PRIMEIRA ORDEM	RESULTADOS DOS CRUZAMENTOS DE PRIMEIRA ORDEM HIERARQUIZADOS			REFERENCIAL
P R E S S A O	Assoreamento da nascente (A)	Morfodinâmica das nascentes (A+B)	1. RUIM Intensa	2. MÉDIO Moderada	3. BOM Fraca	Moura (2020)
	Degradação da APP da nascente (B)					
	Acesso de pessoas, animais domésticos e criações na nascente (C)	Contato com a nascente (C+D)	1. RUIM Intensa	2. MÉDIO Moderado	3. BOM Fraco	Moura (2020)
	Intervenções diretas com modificações das características morfológicas da nascente (D)					
E S T A D O	Coliformes termotolerantes na água (E)	Poluição microbiológica na nascente (E+F)	1. RUIM Intensa	2. MÉDIA Moderada	3. BOM Fraca	Moura (2020)
	Oxigênio dissolvido na água (F)					
	Eutrofização na água (medido pelo fósforo total) (G)	Poluição bioquímica na nascente (G+H)	1. RUIM Intensa	2. MÉDIA Moderada	3. BOM Fraca	Moura (2020)
	Óleos e graxas na água (H)					
R E S P O S T A	Existência de programas e/ou projetos de Educação Ambiental voltados para a população que utiliza a nascente (I)	Governança (I+J)	1. RUIM Inexiste	2. MÉDIO Pouco vigente	3. BOM Vigente	Moura (2020)
	Articulação entre populações e entidades de regulação e de meio ambiente (J)					
	Existência de programas para a proteção e/ou recuperação de nascentes (K)	Recuperação ambiental das nascentes (K+L)	1. RUIM Inexiste	2. MÉDIO Pouco vigente	3. BOM Vigente	Moura (2020)
	Combate e/ou controle dos processos erosivos na APP (L)					

Fonte: adaptado de Moura e Felipe (2022).

Os resultados dos cruzamentos de primeira ordem, são cruzados mais uma vez, agora através da matriz para os cruzamentos de segunda ordem (Figura 10), permitindo, dessa vez, um resultado que vai do 1 ao 5. Por fim, realiza-se a integração dos indicadores de Pressão, Estado e Resposta, a partir de uma análise combinatória que resulta em 35 resultados possíveis (Quadro 3). Esses resultados vão de 111, que representa o pior cenário possível referente à qualidade ambiental da nascente, até 555, que indica o melhor cenário possível (Moura, 2020).

Quadro 3 - Resultados possíveis para a análise combinatória.

Resultados possíveis hierarquizados						
111	122	134	222	234	333	355
112	123	135	223	235	334	444
113	124	144	224	244	335	445
114	125	145	225	245	344	455
115	133	155	233	255	345	555

Fonte: Adaptado de Moura e Felipe, 2022.

A análise combinatória possibilita um resultado simples, que reflete o estado da nascente ao nos mostrar qual dos indicadores necessita de mais atenção, tornando-se um bom instrumento de gestão (Moura; Felipe, 2022). Além disso, no contexto da pesquisa, ele se torna uma ferramenta interessante, ao atuar como um índice conciso de avaliação ambiental para comparar as nascentes nos diferentes cenários propostos, oferecendo uma abordagem ampla.

I) Assoreamento na nascente

O assoreamento é um parâmetro que compõe o indicador de pressão no PAAN, e consistem em um processo derivado da deposição de sedimentos. Essa deposição exacerbada ocorre à medida que o agente transportador não tem mais capacidade de transportar a carga depositada, havendo um desequilíbrio entre as taxas de fornecimento e remoção dos

sedimentos. O assoreamento de um corpo d'água costuma estar associado aos processos de erosão dos solos na sua bacia hidrográfica (Thorne; Tovey, 1981; Guerra; Guerra, 2008) e, no caso das nascentes, na sua bacia de contribuição.

Nas nascentes, especificamente, os bancos de sedimentos, causados pelo assoreamento, prejudicam a sua dinâmica e funcionamento, diminuindo o volume de água exfiltrada e a velocidade de escoamento (Moura, 2020). A mensuração deste parâmetro foi feita em campo, observou-se a quantidade de material agradacional nas nascentes e os focos de erosão na bacia de contribuição.

II) Degradação da APP da nascente

As Áreas de Preservação Permanente, junto com as Reservas Legais, são áreas de proteção ambiental. De acordo com o Artigo 3º da Lei Federal n.º 12.651 de 2012 (Brasil, 2012), as APPs constituem em

área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Neste sentido, essas áreas são fundamentais para a manutenção do ciclo hidrossocial, com a proteção de nascentes, cursos d'água e vegetação associada. Assim, de acordo com essa mesma Lei Federal, Art. 4º, parágrafo IV, são consideradas APP “as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros” (Brasil, 2012).

Para o Novo Código Florestal, uma nascente é caracterizada por um “afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água” (Brasil, 2012, Art. 3º, XVIII). Enquanto o olho d'água é considerado um “afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente” (Brasil, 2012, Art. 3º, XVIII). Dessa forma, podemos compreender que para a legislação as nascentes intermitentes são consideradas “olhos d'água”, e não há nenhum tipo de proteção específica para elas (Carmo; Felipe; Magalhães Jr., 2014).

A Área de Preservação Permanente da nascente foi mensurada dentro do *software* QGIS 3.40, para o qual os pontos coletados em campo através do GPS *Garmin* foram transferidos. Dentro do *software*, foi utilizada a ferramenta “*Buffer*” para a criação de uma camada poligonal de 50 metros de raio a partir dos pontos de localização das nascentes para referenciar especialmente suas APP (Brasil, 2012).

A classificação do uso e cobertura da terra na APP foi feita através de vetorização manual, inspirada em Menon Júnior (2016) e Barros (2025). A definição das classes também foi inspirada por ambos os trabalhos, além das observações de campo, fotografias e anotações na caderneta (Figura 11). As classes utilizadas foram:

- A) Vegetação arbórea: Fragmentos de mata atlântica remanescente;
- B) Pastagem: Áreas em que existe uma vegetação gramínea destinada principalmente à pecuária;
- C) Cultivo: Áreas de cultivo de monocultura, como o café, a banana e o milho;
- D) Solo exposto: Áreas de corte de encostas e estradas rurais;
- E) Afloramento rochoso: Áreas com rocha exposta;
- F) Área construída: Casas e rodovias;
- G) Vegetação mista: Áreas compostas por vegetação de porte médio e de cultivo com características de agrofloresta;
- H) Mineração: Caracterizado principalmente pela mineração de bauxita.

Figura 11 - Representação das classes encontradas em campo.



Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora.

Para conseguir a maior precisão possível, optei pelo uso de imagens do satélite CBERS-4A, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Essas imagens podem ser obtidas gratuitamente e possuem uma resolução de 2 m por pixel, com a utilização da banda pancromática (INPE, [s.d.]). Foram utilizados registros de 2024 e 2025 (*CBERS_4A_WPM_20240518_198_139_L4/CBERS_4A_MUX_20240518_198_140_L4/CBERS_4A_WPM_20250726_198_140_L4_BAND1*), foram priorizadas as imagens mais recentes, porém em algumas áreas elas estavam com nuvens.

Para além do que é proposto no PAAN, também incluí uma discussão sobre o uso e a cobertura da terra nas bacias de contribuição das nascentes. Entende-se que esse mapeamento complementa os resultados encontrados e adiciona importantes questões sobre a proteção das nascentes. Para isso, foi empregada a mesma metodologia e as mesmas classes utilizadas para as APPs, porém, agora, para as bacias de contribuição.

As bacias de contribuição das nascentes foram definidas utilizando o Modelo Digital de Elevação FABDEM, que compõe a base de dados do projeto. A partir desse modelo, foram construídas as curvas de nível, de cinco em cinco metros, através da ferramenta “Contornos” no QGIS 3.40. Foram utilizadas como apoio à delimitação as imagens disponibilizadas pelo *Google Earth Pro*, que permitem a visualização do terreno. Assim, as bacias foram definidas a partir da identificação dos divisores topográficos (Freire; Omena, 2013).

Apesar de o método de delimitação em campo ser mais preciso, ele exige equipamentos, como ferramentas geodésicas e topográficas, e mão de obra. No entanto, o projeto não dispôs de uma grande equipe para a sua realização nem havia tais ferramentas disponíveis. A técnica utilizada é a mais prática e acessível, atendendo as necessidades do projeto.

A escolha de considerar também a área da bacia de contribuição leva em conta o que é discutido por Carmo, Felipe e Magalhães Jr. (2014). Os autores defendem que a proteção da bacia de contribuição favorece a compreensão complexa e sistêmica das nascentes, que é priorizada neste trabalho, uma vez que a presença de vegetação, o tipo de solo, a compactação do solo, a geologia, a topografia e a cobertura da terra da bacia de contribuição são características determinantes para a infiltração e para o armazenamento da água (Freire; Omena, 2013) e, conseqüentemente, para a recarga da nascente.

III) Acesso de pessoas, animais domésticos e criações na nascente

O acesso à nascente e à sua área imediata por animais domésticos e criações, como o gado, pode acarretar assoreamento, com a erosão por pisoteio do gado e a compactação do solo. Ademais, o acesso frequente pode acarretar contaminação da água por bactérias e microrganismos patogênicos (Pinto; Roma; Balieiro, 2012).

Para além disso, Moura (2020) destaca que o acesso facilitado de pessoas pode comprometer a qualidade ambiental da nascente, devido ao uso inadequado, como o despejo de lixo e a pesca. Essas ações podem prejudicar a qualidade da água e acarretar em danos a esse sistema ambiental.

Durante a pesquisa, esse parâmetro foi apreendido através de observações em campo. Considerou-se o nível de dificuldade em chegar à nascente, devido à quantidade de cercas e ao material de que elas são feitas, à distância da residência ou atividade mais próxima e à quantidade de mata fechada existente até chegar à nascente. Além disso, foi observada a presença de lixo e de animais de criação nas proximidades e a existência de fezes e pegadas.

IV) Intervenções diretas com modificações das características morfológicas da nascente

A ocupação humana, inevitavelmente, gera intervenções diretas no ambiente, que resultarão em alterações na dinâmica pré-existente dos corpos hídricos. Ao se tratar das nascentes, especificamente, essas alterações podem acarretar modificação de sua drenagem, assoreamento e mudanças na sua morfologia (Felippe e Magalhães Jr., 2009; Felippe e Magalhães Jr., 2013).

As informações para esse parâmetro foram adquiridas através de observações, fotografia e anotações na caderneta de campo, além de consultas informais e diálogos estabelecidos durante as caminhadas guiadas. Assim, foram listadas todas as nascentes e apontadas quais intervenções humanas resultaram nas modificações das características morfológicas dessas nascentes.

Desse modo, nas nascentes classificadas como “ruim”, foram identificadas modificações morfológicas de grande magnitude, com intervenções mais agressivas nas proximidades. Já as que foram consideradas “médio”, apresentaram modificações morfológicas que, levando em conta a área de inserção da nascente e sua tipologia, não foram

tão significativas. Por fim, as consideradas como “bom”, apresentaram nenhuma ou pouco significativas modificações.

V) Coliformes termotolerante nas águas

As características biológicas da água são essenciais pelo papel que as bactérias e outros organismos assumem na decomposição e estabilização da matéria orgânica, além do potencial desses de causarem doenças em seres humanos e outros animais. Ademais, algumas bactérias que habitam o próprio trato intestinal humano e são eliminadas pelas fezes são patogênicas, e podem alcançar os corpos hídricos, principalmente através do esgoto doméstico não tratado. A identificação de agentes patogênicos costuma ser difícil, por conta de suas baixas concentrações na água. Para detectar contaminação fecal, utiliza-se organismos indicadores. Esses organismos também estão presentes em águas contaminadas, sendo utilizados para testar e averiguar a potencialidade de transmissão de doenças (Metcalf; Eddy, 2016; Von Sperling, 1996).

Os organismos mais comumente utilizados como indicadores são as bactérias do grupo coliformes, presentes em grande número no intestino dos mamíferos. Assim, a ausência dessas bactérias indica que a amostra de água está livre de organismos patogênicos provenientes de excrementos animais e humanos. Os três grupos de organismos coliformes que têm sido mais utilizados como indicadores bacterianos são coliformes totais, coliformes fecais e *E. Coli* (Metcalf; Eddy, 2016; Von Sperling, 1996).

Os coliformes totais são um grande grupo de bactérias encontradas em amostras de água e solo, poluídos ou não. Além disso, não existe correlação direta entre esse grupo geral e agentes patogênicos. Já os coliformes termotolerante são:

bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais caracterizadas pela presença da enzima β -galactosidase e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas à temperatura de 44-45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tenso-ativos com propriedades inibidoras semelhantes. Além de presentes em fezes humanas e de animais podem, também, ser encontradas em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica (CONAMA, 2000, p. 256).

A presença desse subgrupo na água potável apresenta um risco maior, pois estão mais relacionadas a organismos patogênicos. Dentro desse subgrupo, existe a bactéria *Escherichia coli*, um organismo específico do intestino de humanos e animais de sangue quente. Existem cepas de *E. coli* que são inofensivas aos humanos, porém alguns sorotipos são tóxicos e ameaçam a vida. A presença desse organismo na água comumente está relacionada à gastroenterite (Metcalf; Eddy, 2016; Von Sperling, 1996).

Para aferir os coliformes termotolerantes nas nascentes foi utilizado o método do Colipaper⁹, uma cartela com meio de cultura em forma de gel desidratado. As cartelas são retiradas dos sacos plásticos que as envolvem, tocando apenas na parte indicada. Posteriormente, elas foram emersas das águas das nascentes, sempre com a utilização de luvas. Por fim, destaca-se a parte indicada e a cartela é colocada novamente no embrulho plástico. Durante o dia de coleta de campo, elas ficaram em uma embalagem de isopor com pouco gelo.

Posteriormente, foram levadas à uma estufa por 15 horas, na temperatura de 36 °C a 37 °C. Após esse tempo de incubação, foram realizadas as contagens das colônias. Por fim, o número de colônias foi multiplicado pelo fator de correção 80, sendo consideradas apenas as colônias de coloração azul, referentes à *E. coli*. Pontua-se que esse não é o método mais preciso para a avaliação dos coliformes termotolerantes na água, porém, é o mais acessível.

É importante enfatizar que, segundo a resolução 274/2000 da CONAMA (2000), o valor de coliformes termotolerantes por 100 mililitros não pode exceder 200 UFC/100 mL. Além disso, permite-se a substituição da quantificação dos termotolerantes pela *E. Coli*, pois esse é um subgrupo importante dos termotolerantes, tornando a medição mais rígida. Visto isso, na presente pesquisa foram considerados “ruim” valores que ultrapassam 180 UFC/100 mL, por conta do valor de correção do método.

VI) Oxigênio Dissolvido

O Oxigênio Dissolvido (OD) na água é um elemento essencial para os organismos aeróbios. A poluição por matéria orgânica é um dos principais motivos para níveis baixos desse elemento. Isso porque, durante o processo de estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio em seus processos respiratórios (Metcalf; Eddy, 2016).

⁹ Instruções detalhadas em: <https://pt.scribd.com/document/816701398/Nova-Tecnica-Colipaper>.

Existe um processo natural de consumo e produção de oxigênio nos corpos hídricos. A matéria orgânica, que pode estar presente tanto pelo despejo de esgotos ou por folhas e animais mortos, se apresenta em duas formas: em suspensão e dissolvida. A que se encontra em suspensão tende a sedimentar e a matéria dissolvida permanece na água. A oxidação desta matéria orgânica se apresenta como o principal consumidor do Oxigênio Dissolvido. A presença excessiva de matéria orgânica diminui os níveis de oxigênio e prejudica a sobrevivência de diversos seres vivos (Metcalf; Eddy, 2016).

A autora da metodologia (Moura, 2020) indica a Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) como a mais adequada para compor, junto com os coliformes termotolerantes, o indicador de poluição microbiológica na nascente. Porém, o DBO pode ser utilizado para determinar a quantidade de OD necessária para estabilizar a matéria orgânica presente no corpo hídrico. Assim, águas muito poluídas apresentam baixas concentrações de OD e uma alta DBO (Valente; Padilha; Silva, 1997; Metcalf; Eddy, 2016; Moura, 2020).

A substituição do DBO pelo OD é justificável metodologicamente e foi necessária pela possibilidade de obtenção através da sonda multiparâmetros do modelo “YSI-PRO DSS”. Assim, se o valor fosse menor que 2 mg/L de oxigênio (O₂), o resultado seria “ruim”; se estivesse entre 2 e 5 mg/L de O₂, seria “médio”; e valores maiores que 5, seria “bom”. Esses valores obedecem a Resolução CONAMA n.º 357/2005.

VII) Eutrofização na água

Para a determinação do parâmetro de eutrofização, realizei a medição dos teores de fósforos presentes na água, conforme indicado por Moura (2020), uma vez que o fósforo está diretamente relacionado a esse processo.

O fósforo é um nutriente indispensável para o crescimento de algas e organismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica na água. Porém, quando depositado, junto com o nitrogênio, em altas concentrações nas águas, com uma boa provisão de luminosidade, pode provocar o enriquecimento do meio, fenômeno chamado eutrofização (Von Sperling, 1996; Barreto *et al.*, 2013; Metcalf; Eddy, 2016;).

Assim, a eutrofização pode ser definida pelo crescimento excessivo de plantas aquáticas, a níveis que podem gerar prejuízos a outras formas de vida aquática e aos usos

humanos da água (Thomann; Muller, 1987 *apud* Von Sperling, 1996). O excesso de nutrientes, como o fósforo e o nitrogênio, combinado com fontes de energia luminosa, causa o crescimento excessivo dessas plantas (Von Sperling, 1996).

Os níveis de eutrofização estão muito interligados ao tipo de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do corpo d'água. Quando predominam matas, os hidrossistemas tendem a apresentar baixa produtividade, pois a infiltração da água é maior, e os nutrientes são absorvidos pelas raízes das plantas. Assim, existe o crescimento de plantas aquáticas, mas com a presença de organismos em níveis superiores da cadeia alimentar e com um aporte menor de nutrientes (Von Sperling, 1996).

Em áreas agricultáveis, a alternância das culturas causa um déficit não compensado naturalmente. Assim, são utilizados fertilizantes orgânicos e químicos. Esses valores não são totalmente assimilados pelas plantas e acabam no fundo dos sistemas hídricos, por escoamento superficial. Por fim, a ocupação urbana necessita da movimentação de grandes aportes de terra, para as construções, resultando na redução da capacidade de infiltração dos solos, o que gera assoreamento e reduz o volume de água, propiciando o crescimento de vegetais fixos de maiores dimensões (Von Sperling, 1996).

Os principais problemas de um corpo d'água eutrofizado são: o crescimento de espécies de algas potencialmente tóxicas; a mortandade de peixes; redução do valor estéticos e recreacional das águas; redução da biodiversidade; problemas no abastecimento de água, sendo mais difíceis e caros os processos de tratamento; e condições anaeróbicas no fundo da água (Barreto *et al.*, 2013; Von Sperling, 1996). Além disso, os sistemas de distribuição de água podem ser comprometidos, pela possibilidade do crescimento de bactérias patogênicas, com a ocorrência de mau odor e alterações no sabor da água (Richter; Netto, 2005).

Para a classificação do estado de eutrofização, foram propostas algumas metodologias, porém, a mais utilizada é a classificação proposta por Salas e Martino (2001), que apresenta os seguintes níveis: Oligotrófico, caracterizado por hidrossistemas de água clara e com baixa produtividade; Mesotrófico, apresentando produtividade intermediária; e Eutrófico, com elevada produtividade e aparência esverdeada (Figura 12).

Figura 12 – Sistema de classificação proposto por Salas e Martino (2001).

Categorias tróficas	Média anual de fósforo total ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Clorofila a ($\mu\text{g L}^{-1}$)
Oligotrófico	≤ 28	$\leq 4,8$
Mesotrófico	28-72	4,8-12
Eutrófico	≥ 72	≥ 12

Fonte: Salas e Martino (2001)

Estes intervalos estão também de acordo com a Resolução CONAMA nº. 357/2005 e foram utilizados para a definição do que seriam níveis “ruim”, “bom” e “médio” de eutrofização nas nascentes. Para a aferição desse elemento, a água foi coletada em campo e mantida em refrigeração, em uma temperatura que não permite o congelamento da amostra. As amostras foram encaminhadas para laboratório particular em que foi realizada a técnica de determinação de metais totais pelo método de plasma indutivamente acoplado/espectrometria de massa (ICP/MS).

VIII) Óleos e graxas na água

De acordo com Metcalf e Eddy (2016), óleos e graxas são substâncias muito parecidas, pois ambos são compostos de álcool e glicerina com ácidos graxos. Os autores destacam que, “glicerídeos de ácidos graxos que são líquidos à temperatura ambiente são chamados de óleos, e aqueles que são sólidos são chamados de graxas (ou gorduras)” (Metcalf; Eddy, 2016, p. 153).

Essas substâncias estão presentes em elementos comuns do nosso dia a dia, como na manteiga, na margarina, nas carnes, em sementes e nozes, e em gorduras e óleos. Além disso, se encontram em derivados industriais, como querosene, lubrificantes e óleos de rodovias. A maior parte delas são despejadas pelas indústrias ou em despejos de cozinha (tanto domésticos como industriais) (Nuvolari, 2013; Metcalf; Eddy, 2016).

Por sua baixa solubilidade, óleos e graxas apresentam baixas taxas de degradação biológica. Por conta disso, uma camada espessa dessas substâncias pode inibir as trocas gasosas com a atmosfera, diminuindo as taxas de Oxigênio Dissolvido, o que é nocivo para a fauna e flora aquática (Metcalf; Eddy, 2016; Moura, 2020).

Esses elementos podem ser identificados a partir de métodos laboratoriais (Metcalf; Eddy, 2016). Porém, aqui, ele foi identificado de forma macroscópica, a partir de observações em campo. A classificação do índice seguiu a resolução n.º 357/2005 da CONAMA, que afirma que, em águas de classe I, os óleos e graxas devem estar visualmente ausentes para serem considerados “bons”.

IX) Existência de programas de Educação Ambiental voltados para a população que utiliza a nascente

A perspectiva de educação ambiental adotada na pesquisa é apoiada pelas reflexões de Loureiro (2004), que defende a educação como um processo formativo capaz de promover a transformação social e fortalecer a cidadania. Busca-se romper com a lógica capitalista e capacitar os indivíduos para uma compreensão de mundo complexa como totalidade, uma vez que a própria “questão ambiental” é complexa, trans e interdisciplinar (Loureiro, 2004).

A educação ambiental atua na revolução dos sujeitos em suas subjetividades e práticas. Assim, ela tem o poder de incentivar o surgimento e a formação de lideranças políticas em resistência coletiva. Quando assumida de forma crítica e transformadora, contribui para a leitura e a transformação da realidade, inserindo nela o processo educativo como elemento emancipador, assumindo sua dimensão política (Loureiro, 2004; Guimarães, 2004).

Defende-se que esse processo educativo não pode ocorrer apenas dentro dos muros de uma escola, já que se trata de práxis, a ação entre pensamento e prática, tratando-se, assim, da capacitação dos sujeitos para intervir na realidade, a partir de uma reflexão que dê espaço à criatividade, capaz de promover mudanças reais. Isso não é algo que ocorre no âmbito individual, uma vez que a relação com o coletivo é um exercício de cidadania. Há, desse modo, uma interface grande entre a Educação Ambiental e a Educação Popular (Loureiro, 2004; Guimarães, 2004).

Essa discussão é incluída na metodologia pela compreensão da importância da Educação Ambiental na discussão sobre a proteção de nascentes e, consequentemente, nos debates que integram o ciclo hidrossocial. Essa perspectiva, assume o caráter político da questão ambiental, alicerçada na ecologia política, e debate como a estrutura capitalista está inserida até mesmo nos fluxos de água.

Para esse parâmetro, foram consideradas as iniciativas de Educação Ambiental tanto de órgãos governamentais, como de não governamentais, desde que estivessem atreladas às águas e à questão ambiental como um todo. Foi realizada uma pesquisa sobre os programas de educação ambiental existentes nas prefeituras dos municípios onde as nascentes estão localizadas, e, depois disso, busquei iniciativas de órgãos mais abrangentes, como a ANA, o IBAMA e o IEF.

Além disso, como recomendado por Moura (2020), foram considerados também programas independentes: a inserção da temática em cursos destinados à comunidade; conscientização acerca do destino de lixo na comunidade, bem como a presença de coleta seletiva; a existência de jardins e hortas comunitárias; a criação e execução de eventos que apresentem a temática ambiental como cerne; o acolhimento de turmas de escolas e faculdades, com a participação da atividade que engloba o tema.

Após essa pesquisa inicial e essas definições, as principais aliadas para apreender a existência ou não desses programas foram as caminhadas guiadas e as consultas informais realizadas com os cuidadores. Durante as caminhadas, era comum que os sujeitos comentassem sobre o histórico das águas nas suas propriedades e sobre projetos que abarcam essas discussões.

Assim, foi definida como “bom” a existência de programas de Educação Ambiental que abordam diretamente as nascentes com os seus cuidadores. Como “médio” a participação em programas de Educação Ambiental, com ampla abordagem. E como “ruim”, aqueles cuidadores que indicaram nunca terem sido abarcados por programas de Educação Ambiental.

X) Articulação entre população e entidades de regulação

A Educação Ambiental está diretamente relacionada à articulação da comunidade com entidades políticas, nesse caso, as entidades de regulação ambiental. Considero de extrema necessidade e importância a participação popular em programas e projetos dessas entidades para a formação cidadã e a transformação social.

De acordo com Moura (2020), uma vez que a comunidade esteja ciente dos projetos e políticas públicas ambientais, eles podem se mobilizar, opinar, acompanhar, questionar e criticar. Porém, para isso, é preciso de articulação.

Esse dado também foi coletado durante as consultas informais e as caminhadas guiadas nas propriedades dos cuidadores. Para a definição do “ruim”, foram considerados os casos em que os sujeitos relataram que não há qualquer tipo de articulação política, como a participação em movimentos sociais, encontros de bairro ou comunidade para discussão de políticas públicas ou contato com algum órgão municipal, estadual ou federal. Os casos considerados como “médio” englobam a participação em conferências, movimentos sociais, sindicatos, mas não diretamente em órgãos de regulação. E os considerados “bons”, são os que apresentaram forte articulação e contato com as secretarias municipais e com órgãos de regulação, como o IEF.

XI) Existência de projetos e/ou programas do governo, de Institutos de Pesquisa ou outras Instituições para a proteção ou recuperação de nascentes

De acordo com o Art. 225 da Constituição Federal Brasileira de 1988 (Brasil, 1988), o poder público é responsável por preservar e restaurar os processos ecológicos e preservar a diversidade ambiental que existe no país, sendo, assim, encarregado de promover políticas de preservação ambiental.

Esse dado também foi obtido através das caminhadas guiadas e das consultas informais aos cuidadores. Assim, foi considerado “ruim” o cenário em que não existe nenhum tipo de programa e/ou projeto que vise à proteção ou à recuperação de nascentes. Os cenários considerados “médio” são os que há algum projeto sendo planejado, mas que não foi executado. Por fim, os que foram considerados como “bom”, são os que existe ou já foi efetivado algum programa e/ou projeto com esse caráter.

XII) Combate e/ou controle de processos erosivos na APP

Uma das características do solo é sua erodibilidade, ou seja, sua suscetibilidade à degradação por erosão. Essa característica está diretamente associada à capacidade de infiltração e à estabilidade dos agregados na presença de água. Baixa infiltração e baixa estabilidade dos agregados são características de um solo de alta erodibilidade. Porém, mesmo solos com pouca erodibilidade podem ser degradados severamente se submetidos a manejos inadequados (Bertol *et al.*, 2016).

Um fator de atenção é o encrostamento da superfície do solo, que reduz a capacidade de infiltração. Esse fenômeno ocorre principalmente em solos expostos que, ao receber o impacto da gota de chuva, têm as partículas se dispersando, formando uma crosta que sela a sua superfície. Ademais, algumas atividades podem aumentar a erodibilidade do solo como: a utilização de máquinas pesadas para operações agrícolas ou mineração; a realização dessas operações em solos com umidade elevada; e a retirada da matéria orgânica, uma vez que ela auxilia na agregação do solo (Bertol *et al.*, 2016).

O encrostamento superficial impossibilita a água de infiltrar e percolar no solo, por isso, além de aumentar a erodibilidade, também reduz a capacidade do solo de armazenar a água. Ademais, o solo e os nutrientes que são transportados pelo escoamento superficial acabam no fundo de corpos hídricos, estimulando a eutrofização das águas. Por fim, todo esse processo prejudica a qualidade dos hidrossistemas e compromete o consumo humano (Bertol *et al.*, 2016).

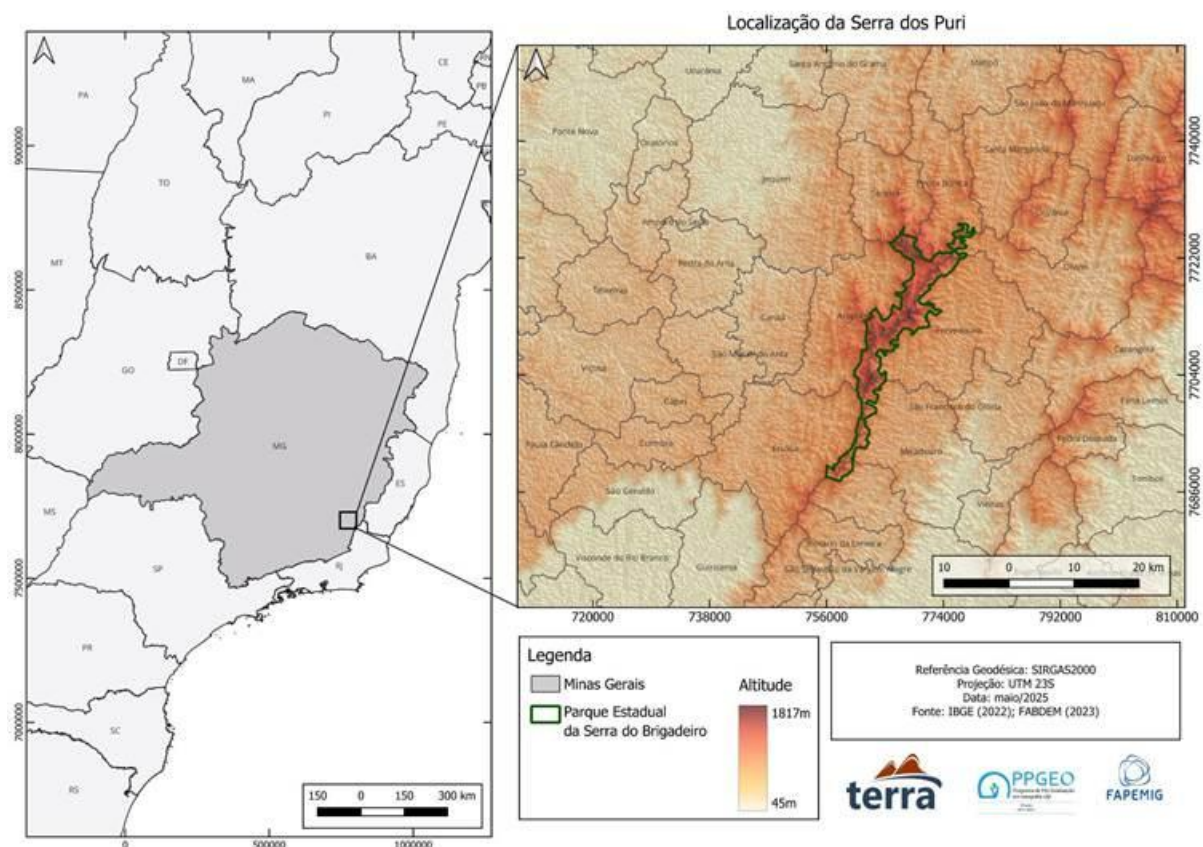
Esse parâmetro foi levantado a partir de observações, fotografias e anotações nas cadernetas de campo. Foram levadas em consideração ações como o reflorestamento de locais que antes eram pastagem, a proteção da mata na APP e na bacia de contribuição, a construção de terraceamento para o controle de erosão, a existência de contenções e outras técnicas para o controle de processos erosivos.

Dessa forma, os que foram considerados “ruim”, correspondem às nascentes em que há processos erosivos visíveis ao redor e não há nenhum tipo de controle sendo realizado. Os que foram considerados como “médio” apresentaram ações de combate aos processos erosivos, porém eles não se mostraram tão efetivos, visto que continuam ocorrendo. Por fim, os considerados “bons” foram aqueles em que existem medidas efetivas para o controle desses processos.

3 A SERRA DOS PURI

A Serra dos Puri se caracteriza por um alongamento serrano de sentido NE-SO, na Zona da Mata Mineira, e se estende de Rosário da Limeira, mais ao Sul, até Pedra Bonita e Sericita (Figura 13). Dentro desse contexto, existe o Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), uma Unidade de Conservação criada em 2004, com 13.210 ha, que ocupa parte dos municípios de Araponga, Divino, Ervália, Muriaé, Fervedouro, Miradouro, Pedra Bonita, Rosário da Limeira e Sericita (IEF, 2007; Castro *et al.*, 2020; Iorio; Magno; Pasini, 2025).

Figura 13 - Localização da Serra dos Puri.

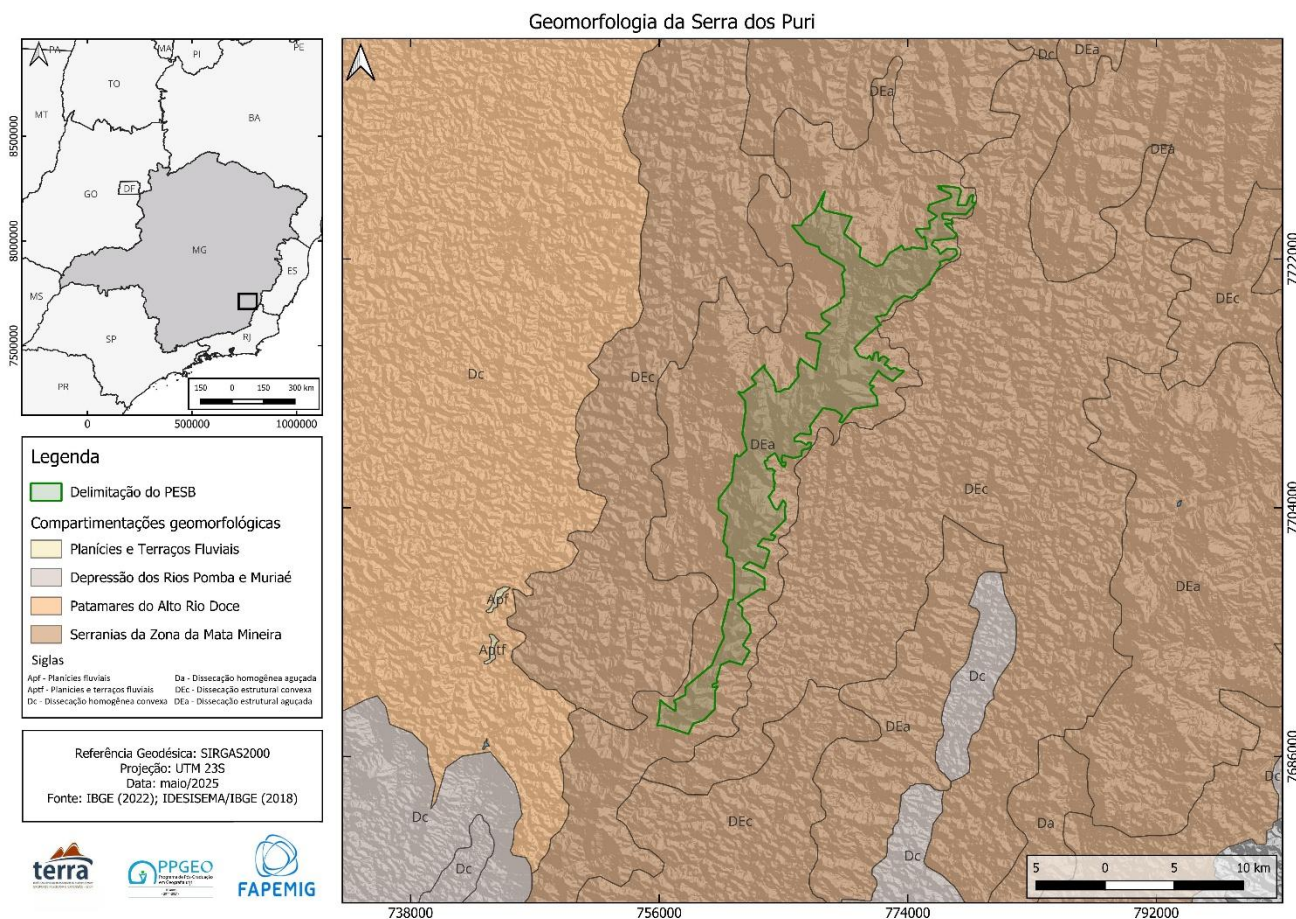


Fonte: elaboração própria.

A Serra dos Puri está localizada nos Mares de Morro, o domínio morfoclimático caracterizado por áreas montanhosas nos planaltos cristalinos do Sudeste brasileiro (Ab'Saber, 2003). Ademais, segundo o mapeamento geomorfológico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (Figura 14), a Serra dos Puri se encontra inteiramente dentro da

unidade Serranias da Zona da Mata Mineira. Essa unidade é caracterizada pela presença de cristas e linhas de cumeeada, descritas no Projeto RADAMBRASIL (Gatto *et al.*, 1983).

Figura 14 - Unidades do relevo da região da Serra dos Puri.



Fonte: elaboração própria.

Especificamente no interior do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), encontra-se um relevo mais montanhoso, e predominam migmatitos e charnoquitos do Complexo Juiz de Fora. Dentro do parque, a declividade média é de 52%, e a altitude varia de 945 m nos fundos de vale, até 1985 m, no Pico do Soares. Esse relevo está relacionado à reativação de falhas durante o ciclo orogênico Brasileiro (IEF, 2007).

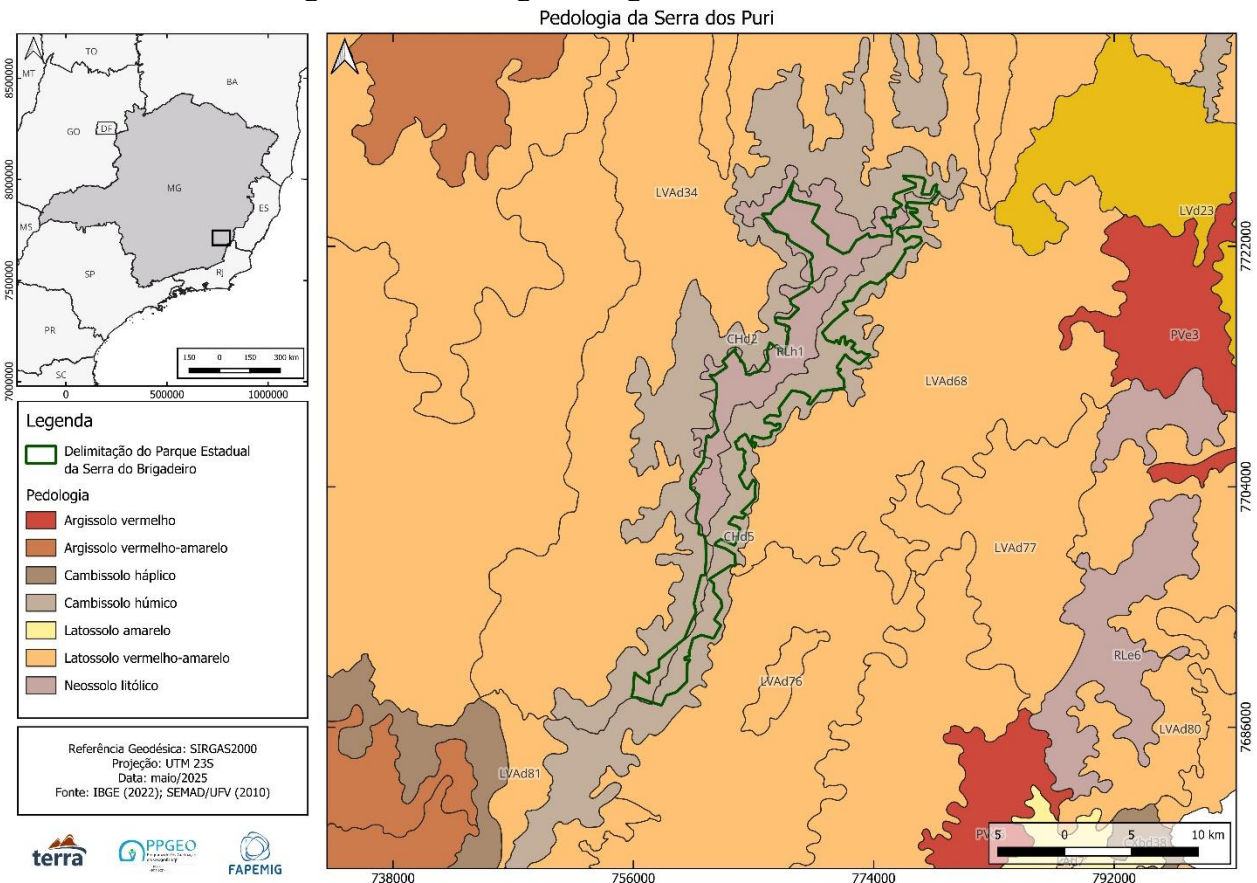
Já no entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), formam-se planaltos dissecados, com controle tectônico menos evidente. A borda leste do PESB é submetida a

intenso processo de intemperismo, por conta da umidade oceânica e do efeito orográfico (IEF, 2007).

No mapa da Geologia (Figura 15), a partir do levantamento realizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), nota-se a presença da Unidade Juiz de Fora, com ortogranulitos. Esses litotipos estão associados aos platôs, pontões e cristas serranas (IEF, 2007). Ademais, na região da Serra dos Puri predominam fácies de sillimanita-granada-biotita-gnaiss, caracterizado por um alto grau de metamorfismo (Heilbron, *et al* 2007; Chaves; Campelo; Soares, 2015). Junto a isso, existe um grande número de falhas transcorrentes de orientação NE-SO, além de outras estruturas que, predominantemente, também seguem essa direção (Heilbron, *et al* 2007).

Na maior parte da área de estudo predominam os Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos (Figura 16). Esses solos são profundos, bem drenados e com maior resistência à erosão, mas geralmente ácidos e pobres em nutrientes (Giovanini, 2006; IEF, 2007). Já dentro da área do PESB, a maior parte dos solos é classificada como Neossolo Litólico e Cambissolo Húmico. Nas áreas mais elevadas, os solos são rasos e pobres em nutrientes. Apesar disso, esses solos têm alta capacidade de retenção de umidade, devido ao alto teor de matéria orgânica. Já nas porções menos elevadas, os solos são mais profundos e bem drenados, representados pelos Cambissolos, que no Plano de Manejo (IEF, 2007) é classificado como Háplico, mas no mapeamento da Universidade Federal de Viçosa, junto da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), é classificado como húmico.

Figura 16 - Pedologia da região da Serra dos Puri.

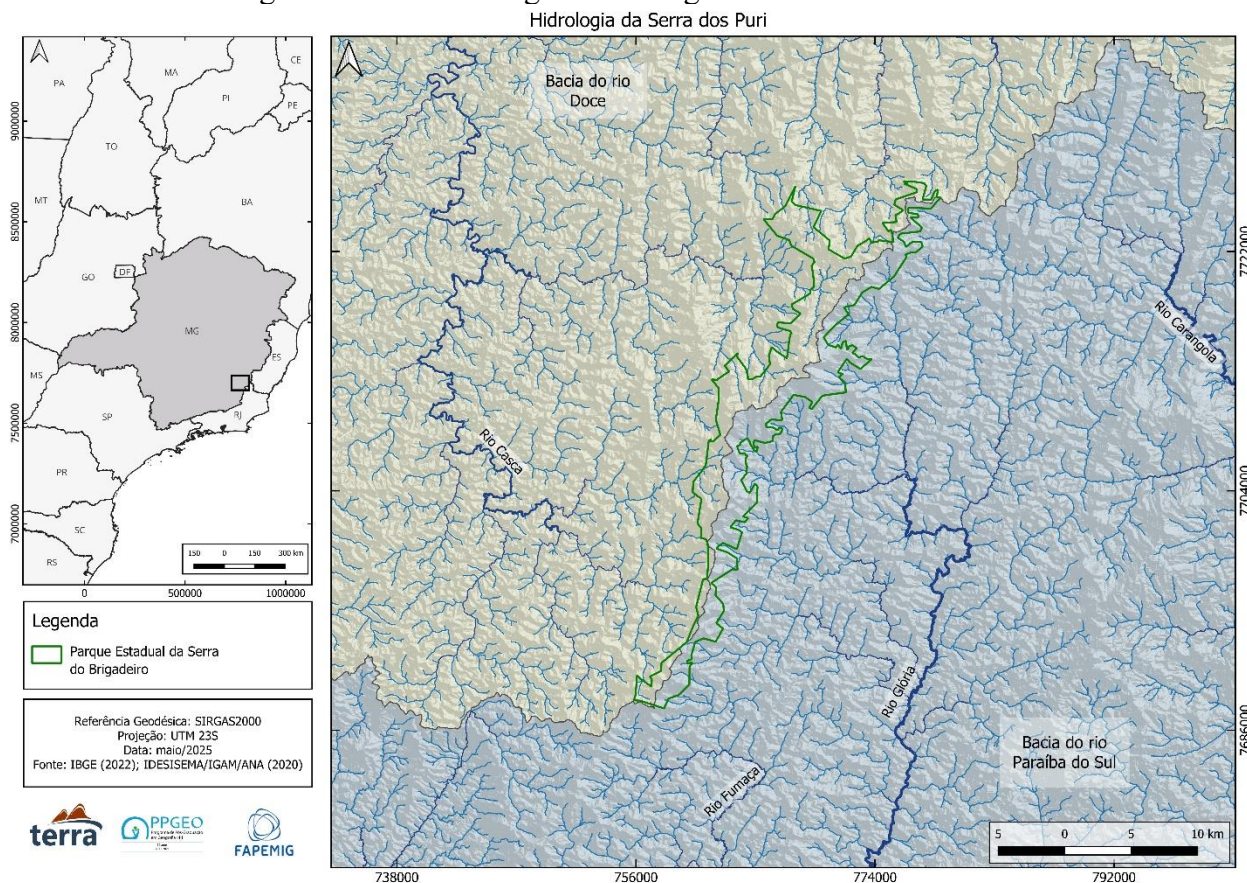


Fonte: elaboração própria.

A Serra dos Puri é um importante interflúvio das bacias hidrográficas do rio Doce e do rio Paraíba do Sul (Figura 17). Além disso, apresenta uma extensa rede de drenagem, com rios

encaixados e inúmeras cachoeiras (IEF, 2007). De acordo com Valvasori (2018), o rio Muriaé e o rio Glória são os maiores da região, com suas nascentes na face oriental da Serra do Brigadeiro.

Figura 17 - Rede hidrográfica da região da Serra dos Puri.



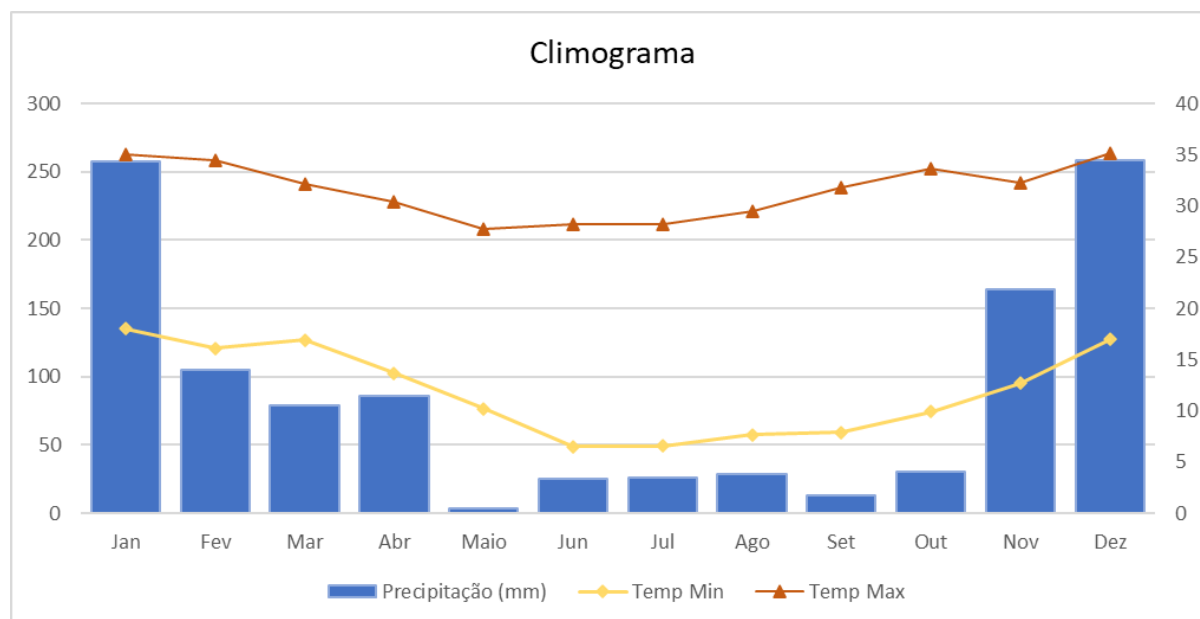
Fonte: elaboração própria.

De modo geral, a Zona da Mata possui uma localização que favorece a influência de fenômenos meteorológicos de latitudes médias e tropicais. Portanto, caracteriza-se por duas estações distintas: uma chuvosa, durante a qual atuam os sistemas convectivos associados ao aquecimento continental e à Zona de Convergência do Atlântico Sul; e outra seca, influenciada pela Frente Polar Atlântica e pelo anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (Vianello; Maia, 1986; Ladeia *et al.*, 1988; Abreu, 1998; Ferreira; Nery, 2002; Fialho, 2009). Especificamente na Serra dos Puri, o período chuvoso estende-se entre os meses de novembro e março, enquanto

o período seco ocorre de abril a outubro, com uma precipitação média anual variando entre cerca de 1300 mm e 1500 mm (IEF, 2007).

De acordo com o climograma construído a partir de dados do INMET e Cemaden (INMET, [S.d.]) (Gráfico 1), observa-se esse padrão descrito. No ano de 2025, maio foi o mês com menores volumes de precipitação, com apenas 3,2 mm, enquanto os meses de janeiro e dezembro apresentaram precipitações médias de 257,4 mm e 258,6 mm, respectivamente. Temos também os meses de janeiro e dezembro como os mais quentes, com temperaturas máximas que chegaram a 35 °C e, junho e julho como os meses mais frios, chegando a temperaturas mínimas de 6 °C (Gráfico 1).

Gráfico 1- Climograma para Viçosa no ano de 2025.



Fonte: INMET e Cemaden (2025).

A partir da classificação de Koppen, o clima na Serra dos Puri é mesotérmico (Cwb), possuindo temperatura média anual de 18 °C. Entretanto, o relevo e a altitude são fatores com grande influência climática local, criando microclimas altimontanos e montanhosos (IEF, 2007).

3.1 A HISTÓRIA DO TERRITÓRIO

O território tradicional de ocupação do grupo indígena Puri abarca toda a região da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, se estendendo do Vale do Paraíba até áreas limítrofes das bacias dos rios Grande e Doce (Puri; Puri; Puri, 2021; Movimento Indígena de Retomada Puri da Zona da Mata Mineira - Uxo Txori e Grupo Entre Folhas Plantas Medicinais/GEFPM, 2024). Esse grupo pertence ao tronco linguístico Macro-jê, dentro da família linguística Puri (que abarca os Puri, os Coroados e os Coropós) (Rodrigues, 1999; Puri; Puri; Puri, 2021; Povo Indígena Pury – Uchô Betlháro Purí, 2024).

De acordo com os protocolos consultados (Povo Indígena Pury – Uchô Betlháro Purí, 2024; Movimento Indígena de Retomada Puri da Zona da Mata Mineira - Uxo Txori e GEFPM, 2024), os primeiros registros dos povos Puri remetem à segunda metade do século XVI, mais precisamente a 1577 (Puri; Puri; Puri, 2021).

Com o início das bandeiras e a busca de ouro (século XVII), que interiorizou o processo de invasão/colonização, os indígenas Puri começaram a ter mais contato com os não indígenas (Puri; Puri; Puri, 2021). A partir do declínio da mineração, durante os séculos XVIII e XIX, o contato com os não indígenas começou a ser mais frequente e a etnia enfrentava violência e espoliação de seus territórios por parte dos invasores europeus. Com isso, deu-se um processo de genocídio e etnocídio, e, então, os indígenas buscaram terrenos interioranos e de maiores altitudes para fugir dos invasores, confluindo com outros povos que já existiam nesses territórios (Puri; Puri; Puri, 2021; Movimento Indígena de Retomada Puri da Zona da Mata Mineira - Uxo Txori e GEFPM, 2024).

Um dos locais procurados pelos grupos Puri para se abrigarem dos invasores foi a Serra dos Puri, que já foi chamada também de Serra dos Arrepiados, por conta do cabelo desses povos originários. Porém, a expansão da cafeicultura tornou mais intensa a interiorização, e esse grupo foi vítima de genocídio e desterritorialização (Barbosa, 2005; Carneiro, 2008). Esse processo também foi acompanhado da escravização e exploração de pessoas negras e dos próprios indígenas (Zanelli; Leão, 2024).

A formação territorial da Zona da Mata Mineira, como é conhecida hoje, tem como base a agropecuária mercantil, com a finalidade de contribuir com as regiões mineradoras do estado (Zanelli; Leão, 2024). Porém, na porção próxima à Serra dos Puri, predominou uma

estrutura de base fundiária mais fragmentada, menos mercantilizada e mais diversificada (Carneiro, 2008).

Durante a década de 1960, houve uma crise na economia cafeeira e a ascensão de um modelo de produção industrial. Com isso, destaca-se o papel da siderúrgica Belgo-Mineira, que utilizava o carvão vegetal na sua produção e foi responsável pelo desmatamento de grandes porções de mata nativa e pela plantação de vários hectares de monocultura de eucaliptos (Valvasori, 2018; Castro *et al.*, 2020). Esse evento é algo presente na memória dos moradores mais antigos e também na paisagem, que até hoje apresenta diversos pequenos fragmentos de mata nativa que contrastam com grandes extensões de pastagem.

Preocupados com o avanço do desmatamento por conta da indústria siderúrgica e da expansão das lavouras de café e da pecuária, pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa (UFV), na década de 1980, indicaram uma solução para preservar a vegetação ainda restante na Serra dos Puri: a criação de uma Unidade de Conservação. No entanto, inicialmente a proposta indicava a necessidade de preservação integral de uma área de aproximadamente 32.500 hectares, a partir de uma cota de 1000 metros de altitude (Iorio; Magno; Pasini, 2025).

Essa delimitação gerou conflitos ambientais, pois agricultores familiares de nove municípios teriam suas terras afetadas pela criação do PESB (Iorio; Magno; Pasini, 2025). Isso incentivou uma reação das comunidades, que tiveram o apoio de instituições sociais da região, como o Centro de Tecnologias Alternativas (CTA), a Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de Minas Gerais (FETAEMG), o Sindicato dos Trabalhadores Rurais e a UFV. Esses sujeitos reivindicavam a participação no processo de criação e estabelecimento da unidade e, posteriormente, uma cadeira no conselho consultivo do Parque (Fernandes; Fiúza; Rothman, 2007).

Assim, o Decreto Estadual n.º 38.319/96 reestabeleceu os limites do PESB a partir de reuniões e negociações com os sujeitos afetados. A unidade, que anteriormente teria cerca de 32.500 hectares, teve sua área reduzida para 13.210 hectares, pois passou a considerar aspectos socioambientais, políticos e econômicos (Bonfim, 2006; Fernandes; Fiúza; Rothman, 2007; Iorio; Magno; Pasini, 2025). É importante ressaltar que a Zona de Amortecimento proposta no Plano de Manejo do Parque tem 10 km. Nessa área, as intervenções humanas estão sujeitas a regras, como a restrição de extração mineral (Muriaé, 2018; Iorio; Magno; Pasini, 2025). O processo de criação do PESB merece destaque ao se caracterizar como um dos conflitos

socioambientais que ocorreram ao longo da história da Serra e que deixaram marcas na identidade sociocultural dos moradores, com a exigência de um outro tipo de relação ambiental com aquela paisagem (Fernandes; Fiúza; Rothman, 2007).

Atualmente, conflitos com a atividade minerária imperam na região. Nesse sentido, a Companhia Brasileira de Alumínio (CBA) é a empresa com o maior número de processos minerários no entorno da Serra dos Puri (Iorio; Magno, 2019; ANM, [s.d.]). Ela teve origem no município de Alumínio, em São Paulo, no ano de 1955, pertencente ao Grupo Votorantim (Alves, 2011; Iorio; Magno, 2019). Já nessa década, a CBA começou a prospectar jazidas de bauxita na região da Serra (Magno; Siqueira; Delesposte, 2017). Porém, apenas na década de 1980 essas pesquisas se intensificaram e foi descoberto o “veio da bauxita brasileira”, que despertou o interesse de outras mineradoras como a Norsk Hydro e a Mineração Curimbaba S.A. (Magno; Siqueira; Delesposte, 2017; Castro *et al.*, 2020).

Por outro lado, o Projeto Bauxita de Trombeta, marcado pela expansão da exploração em Oriximará, no Pará, em 1970, fez com que a CBA ficasse distante do grande eixo produtivo de bauxita no Brasil (Iorio; Magno, 2019). Como forma de superar essa distância e a defasagem técnica produzida por ela, a atuação da CBA em Minas Gerais é marcada por uma exploração intensiva. Além disso, a CBA aposta na verticalização para ganhar vantagem competitiva no setor. Essa verticalização só é possível a partir do controle da extração de bauxita e da produção de energia, estratégia que explica muitas das ações da empresa na Serra dos Puri (Iorio; Magno, 2019).

Para obter o controle dos recursos minerais, é preciso o controle do território. A primeira estratégia para isso é a obtenção de direitos sobre os processos minerais, disponibilizados pela Agência Nacional de Mineração (ANM). Para poder acessar os recursos, mesmo com o direito mineral, a mineradora precisa passar pelo licenciamento ambiental e pelo processo de arrendamento. Portanto, se faz necessária a autorização municipal e do morador para ter acesso às áreas de lavra (Iorio; Magno, 2019). Para obter esse consentimento, a mineradora busca realizar ações de responsabilidade social, estratégia que visa exercer uma influência emocional nos sujeitos (Santos; Milanez, 2013; Castro *et al.*, 2020). Como exemplo, Castro *et al.* (2020) apontam o apoio da CBA na realização do Plano Diretor do Município de Muriaé, o patrocínio à organização dos Fóruns Regionais de Educação Ambiental e a realização de Cadastro Ambiental Rural (CAR) nas comunidades de interesse da mineradora.

Como última atualização, a companhia chinesa de alumínio Chinalco e a mineradora australiana Rio Tinto, em janeiro de 2026, compraram a participação da Votorantim na CBA, por um acordo de R\$ 4,7 bilhões. Essa compra é motivada por vantagens competitivas no mercado, como a autossuficiência em recursos, geração estável de energia limpa e o valor de marca (CNN Brasil, 2026). Esse acontecimento desperta novas tensões e incertezas no território.

Com o avanço das investidas das mineradoras, principalmente da CBA, construiu-se na Serra dos Puri uma resistência ao avanço da mineração de bauxita. Contudo, a história de mobilização popular campesina na região não é recente; teve início na década de 1980 com as Comunidades Eclesiais de Base (CEBs), da Igreja Católica, e a Comissão Pastoral da Terra (CPT) (Castro *et al.*, 2020). Nesse período, a Zona da Mata foi palco de um movimento da Igreja Católica inspirado na Teologia da Libertação, que resultou em organizações populares rurais através da formação das CEBs (Barbosa, 2005; Castro *et al.*, 2020). A partir da organização das CEBs, deu-se a composição inicial do Sindicato dos Trabalhadores Rurais (STR) na região, que passaram a atuar em questões trabalhistas, nessa mesma época (Castro *et al.*, 2020).

Em 2003, a Serra dos Puri foi incluída no Programa Nacional de Desenvolvimento de Territórios Rurais (PRONAT) da Secretaria de Desenvolvimento Territorial, uma política pública para apoiar o desenvolvimento sustentável a partir de uma abordagem territorial. Os atores sociais envolvidos no programa concluíram que sua identidade enquanto território envolvia: o predomínio da agricultura familiar; o cultivo de café de montanha, que adota processos de transição ao modelo agroecológico; a cultura popular; o solo, clima, relevo da região e qualidade de suas águas; a produção artesanal; o potencial para ecoturismo e turismo rural; a religiosidade popular; e a herança cultural indígena. Com isso, também foram definidos eixos para o desenvolvimento territorial: Agricultura familiar diversificada; Recuperação e Preservação Ambiental; Agroindústria Familiar e Artesanato; Turismo no Espaço Rural e Cultura (Fernandes; Fiúza; Rothman, 2007).

Em conjunto com esse processo, nos anos 2000, a CBA intensificou a prospecção de bauxitas na área, com a requisição de projetos minerais dentro da Zona de Amortecimento do PESB, mas apenas em 2003 a população teve conhecimento dos planos da mineradora para a região, por conta de trabalhos informativos do STR (Castro *et al.*, 2020). Com esse cenário, houve atrito entre os dois principais planos de desenvolvimento para a Serra dos Puri, um

fortemente extrativista e voltado para o grande mercado de exportações; e o outro com forte conotação socioambiental, que busca o fortalecimento da agricultura familiar e a transição agroecológica, a ampliação de um turismo rural de base popular, e a retomada de culturas ancestrais (Fernandes; Fiúza; Rothman, 2007).

Dado o início desse conflito ambiental, em 2004 foi criada a Comissão Regional de Luta e Enfrentamento à Mineração na Zona da Mata Mineira (Magno; Siqueira; Delesposte, 2017; Castro *et al.*, 2020). Entre os anos de 2006 e 2007, houve dois rompimentos de barragens de rejeitos de bauxita na região, que resultaram em uma intensificação nas mobilizações populares (Castro *et al.*, 2020).

A partir desses marcos, diversas mobilizações sociais (Apêndice A) ocorreram. Aqui, será dada ênfase nas que são de particular interesse para pesquisa, como: a chegada do Movimento pela Soberania Popular na Mineração, na Zona da Mata Mineira, em 2015, e também a I Caminhada Ecológica e em Defesa das Águas em Belisário, que tem ocorrido todos os anos a partir de então; as lutas e mobilizações sociais impulsionadas a partir da ameaça de morte a uma das lideranças religiosas locais, em 2017; a instituição da Lei Municipal n.º 5763/2018, que torna Belisário patrimônio Hídrico de Muriaé (Muriaé, 2018), em 2018, e o curso “Plantadores de Água” que ocorreu no distrito no mesmo ano; a I Semana em Defesa das Águas e o Fórum das Águas (Castro *et al.*, 2020), em 2019. As mobilizações ocorrem até os dias de hoje, e, como é reforçado por Castro *et al.* (2020), “a questão colocada é que aqui a maior riqueza não é o minério, e sim a fauna, a flora, a riqueza hídrica e o modo de vida e de expressão cultural desse povo” (Castro *et al.*, 2020, p. 21).

Por fim, destaca-se também o processo de retomada da cultura Puri na região, marcada pelo fenômeno de etnogênese, ou seja, a adaptação, retomada e fortalecimento de uma identidade étnica (Movimento Indígena de Retomada Puri da Zona da Mata Mineira - Uxo Txori e GEFPM, 2024). Segundo o Movimento Indígena de Retomada Puri da Zona da Mata Mineira – Uxo Txori e GEFPM (2024), após a invasão/colonização, muitos indígenas assumiram o caráter de agricultores familiares, com práticas agroecológicas. Com isso, reforçam que o reconhecimento do povo Puri é de extrema importância para a preservação do patrimônio cultural e natural da região (Movimento Indígena de Retomada Puri da Zona da Mata Mineira - Uxo Txori e GEFPM, 2024).

Além disso, o movimento de Retomada Puri Uxo Txori está distribuído em 15 municípios da Zona da Mata Mineira, entre eles Araponga, Ervália, Fervedouro e Muriaé (Movimento Indígena de Retomada Puri da Zona da Mata Mineira - Uxo Txori e GEFPM, 2024). No município de Araponga, especificamente, existe a Escola Família Agrícola Puris, uma instituição de Ensino Médio Técnico que busca o diálogo entre os conhecimentos Puri e técnicas modernas de agroecologia (Puri; Puri; Puri, 2021).

O povo Puri é conhecido também como “Plantadores de Água”, com uma prática secular de proteção e plantio de vegetação nativa ao redor de nascentes, riachos e áreas de recarga dos aquíferos superficiais, promovendo a infiltração da água, evitando a erosão e protegendo a biodiversidade. Esse costume está enraizado nas cosmovisões dessas comunidades e faz com que sejam chamados de “Guardiões da Água” (Movimento Indígena de Retomada Puri da Zona da Mata Mineira - Uxo Txori e GEFPM, 2024).

3.2 A BAUXITA NA SERRA DOS PURI

A bauxita é uma rocha de minerais aluminosos na qual o alumínio está presente na forma de óxidos hidratados, como a gibbsita ($\text{Al}(\text{OH})_3$), o diásporo ($\text{AlO}(\text{OH})$) e a boehmita ($\text{AlO}(\text{OH})$)¹⁰. As proporções desses oxi-hidróxidos variam muito e influenciam na sua coloração, que pode se avermelhada, amarelada, amarronzada ou até branca (Gordon *et al.*, 1958 *apud* Carvalho, 1989; Sampaio; Andrade; Dutra, 2008; Fonseca, 2018). A formação desses agregados está relacionada, essencialmente, ao intemperismo e às alterações de rochas com alto teor de alumínio em ambientes tropicais e subtropicais (Carvalho 1989; Sampaio; Andrade; Dutra, 2008).

Os primeiros depósitos descobertos de bauxita, por volta de 1820, estavam localizados na França e na Europa Central, relacionados a rochas carbonáticas. Anos mais tarde também foram descobertas reservas em ambientes tropicais, a partir de rochas ígneas e metamórficas. No Brasil, os primeiros trabalhos registrados são da primeira metade do século XX (Carvalho, 1989; Fonseca, 2018).

¹⁰ A boehmita e o diásporo possuem a mesma fórmula química, a principal diferença entre esses minerais está na estrutura cristalina (Sampaio; Andrade; Dutra, 2008)

Existem diversas tipologias para a classificação das bauxitas, porém, de acordo com Carvalho (1989), a mais utilizada refere-se à gênese. Desse modo, é possível classificar a bauxita em laterítica, de carste e sedimentar, a menos comum. A bauxita laterítica predomina globalmente, sendo também a única existente no Brasil e, por isso, terá enfoque aqui (Carvalho, 1989).

As bauxitas lateríticas são formadas a partir de um processo de lixiviação extrema de rochas silico-aluminosas. Esse processo provoca a individualização dos elementos. Assim, a sílica é levada pela água (lixiviada) para fora do perfil, ou para a base dele, enquanto os óxidos e hidróxidos de ferro e alumina, se acumulam próximo à superfície (Carvalho, 1989).

Assim, a formação dessa bauxita está relacionada a uma série de fatores pontuados por Carvalho (1989) e que serão brevemente discutidos aqui. O elemento mais importante são as condições climáticas, relacionadas à tropicalidade e à subtropicalidade. Para a formação das bauxitas são necessárias temperaturas médias a altas e pluviosidade elevada (acima de 1200 mm anualmente), com a existência de uma alternância entre as estações secas e úmidas. Esse primeiro fator já torna boa parte do território brasileiro sujeito à formação das bauxitas lateríticas, incluindo, como será visto, a Zona da Mata Mineira.

Outro fator apontado pelo autor (Carvalho, 1989) é a natureza da rocha. É comum a formação de bauxitas a partir de rochas com altos teores de alumina (Al_2O_3) e minerais instáveis na presença de água, e com alta porosidade. Porém, há uma ampla variedade de rochas que podem formar bauxitas (Carvalho, 1989; Romano; Castañeda, 2006).

A topografia também é um fator importante, sendo preferível as partes mais elevadas, que sejam aplainadas ou suavemente onduladas, nas quais a geomorfologia favoreça a infiltração. Além disso, os níveis da superfície freática são responsáveis pela separação do ferro e do alumínio e pela formação de couraças ferruginosas e alumínicas (Lelong *et al.*, 1976 *apud* Soares, 2013; Carvalho, 1989).

Por fim, ressalto a relevância de uma relativa estabilidade, que permita a ação geoquímica constante. Para a formação de um perfil laterítico, faz-se necessário que a ação geoquímica seja maior que a ação mecânica (Carvalho, 1989; Sampaio; Andrade; Dutra, 2008).

Assim, os mecanismos de bauxitização são baseados principalmente na alteração de rochas sialféricas, com a individualização dos oxihidróxidos de ferro e alumínio e a remoção

de sílica. Esse processo é chamado de laterização e, quando se finaliza, forma-se o laterito (Aubert, 1954 *apud* Carvalho, 1989; Sampaio; Andrade; Dutra, 2008).

A distribuição global da bauxita está estritamente relacionada à zonação climática. Portanto, a maioria dos depósitos estão nas zonas intertropicais, com clima quente e úmido, embora as bauxitas de carste predominem em zonas temperadas ou subtropicais (Carvalho, 1989).

De acordo com Bardossy (1982 *apud* Carvalho, 1989), os principais cinturões de bauxitas lateríticas no mundo são: o cinturão do oeste-africano, o oeste-norte australiano, o sudeste-asiático, o do escudo das guianas, o sudeste-africano e o sudeste-australiano. Dessa maneira, a maioria dos depósitos de bauxitas se concentram entre os paralelos 27N e 32S (Carvalho, 1989). Atualmente, estima-se que a reserva mundial de bauxita seja de aproximadamente entre 55 bilhões e 75 bilhões de toneladas, distribuídas principalmente entre o continente africano (32%), a Oceania (23%) e a América do Sul e Caribe (21%) (USGS, 2025).

O primeiro estudo sobre a bauxita no Brasil foi de Barbosa (1936), que investigou as características dos depósitos de Poços de Caldas (MG). Outro trabalho importante que abordou os mesmos depósitos é o de Almeida (1977). Nesse mesmo período, destaca-se a tese de Carvalho (1989), com um estudo amplo e aprofundado sobre as bauxitas, a principal referência sobre essa rocha no Brasil.

Mais recentemente, foi publicado o trabalho de Sampaio, Andrade e Dutra (2008), que apresenta uma revisão bibliográfica sobre a bauxita e sua mineração. Atualmente, destaca-se o avanço de uma abordagem crítica que enfoca os impactos e conflitos socioambientais da mineração (Guimarães *et al.*, 2012; Magno; Siqueira; Delesposte, 2017; Matos *et al.*, 2020; Lemos; Pimentel, 2021; Mané *et al.*, 2022); e a própria mineração, os processos de recuperação de áreas mineradas e o aproveitamento dos rejeitos (Aquino, 2007; Carneiro *et al.*, 2008; Romano *et al.*, 2016; Miranda Neto *et al.*, 2017; Alves, 2021).

De acordo com Carvalho (1989), as bauxitas brasileiras estão organizadas em três grandes depósitos. O primeiro é o da região Norte, com o predomínio de bauxitas originadas de sedimentos clásticos; outro na região Sul e Sudeste, com bauxitas associadas à alteração de rochas alcalinas; e por último, na região Centro-Leste, onde a bauxita foi formada a partir da

alteração de diferentes rochas pré-cambrianas. Esse último depósito inclui as bauxitas da Zona da Mata Mineira.

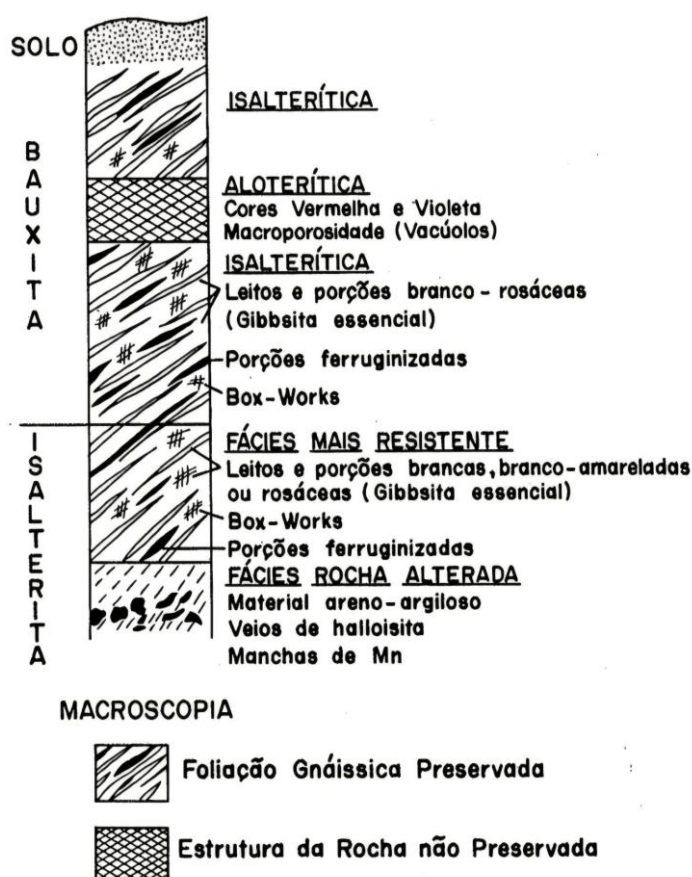
Referente a esses depósitos, importantes estudos já foram desenvolvidos, como o de Lopes (1987) e Lopes e Carvalho (1990) que discorreram sobre a sua gênese e mineralogia. Já mais recentemente, Romano e Castañeda (2006), discutiram sobre o papel da tectônica distensiva no condicionamento dos depósitos de bauxita na região e Soares (2013), Silva (2015) e Silva, Oliveira e Souza Filho (2019), abordaram os depósitos localizados no município de Espera Feliz.

Os estudos mais recentes são sobre Espera Feliz, no contexto da Serra do Caparaó (Soares, 2013; Silva, 2015; Silva, Oliveira e Souza Filho, 2019). Já a dissertação de Lopes (1987), aborda mais especificamente a bauxita de Mirai, muito próximo à área de estudo deste trabalho. Por conta disso, a autora será a principal fonte do que é discutido aqui.

Na região da Zona da Mata, as bauxitas são provenientes das rochas charnockíticas e enderbíticas e dos paragneisses da Unidade Andreândia. A maior parte dos depósitos é encontrada nos topos e encostas dos morros em formato de “meia-laranja”, em uma altitude de 700 m a 900 m (Lopes, 1987; Romano; Castañeda, 2006). Esses depósitos foram desenvolvidos a partir de rochas metamórficas de alto grau (Lopes, 1987; Romano; Castañeda, 2006; Soares, 2013).

Lopes (1987) investigou um morro considerado representativo para a área do estudo, com perfis de cerca de 10 m de profundidade, através de topossequências. Dessa maneira, ela obteve um perfil laterítico que seria modelo para a região (Figura 18).

Figura 18 - Perfil laterítico modelo para Mirai.



Fonte: Lopes (1987).

A partir desse perfil temos, na base, sob a rocha parental, um corpo com característica isalterítica. Nestas fácies a estrutura gnáissica é preservada. A “fácies rocha alterada”, apresenta menor resistência, por conta da presença de um material areno-argiloso esbranquiçado. Além disso, existe uma porosidade fissural concordante e fraturas preenchidas por halloisita. Já a “fácies mais resistente”, apresenta porções e leitos descontínuos, alternando-se com os máficos ferruginizados, e também possui uma importante porosidade fissural (Lopes, 1987).

Já a bauxita está dividida em três fácies, que constituem a bauxita isalterítica e a bauxita aloterítica. Nos perfis de Lopes (1987), a bauxita aparece fragmentada, com o aspecto tabular e a estrutura gnáissica normalmente preservada. Além disso, as suas amostras apresentaram um revestimento amarelado superficial e cores de branco-rosáceos, marrom avermelhadas e violeta internamente.

A bauxita isalterítica recebe esse nome pois é formada por processos que asseguram a conservação da estrutura e textura original (Carvalho, 1989). No perfil de Lopes (1987), ela é constituída por fragmentos de material compacto branco-rosáceo, avermelhado e violeta (gibbsita e oxi-hidróxidos de ferro), com a estrutura foliada preservada. Além disso, é observada uma importante macroporosidade fissural que está relacionada às descontinuidades das rochas parentais.

A bauxita aloterítica é formada através de processos que diminuem seu volume e fazem desaparecer a estrutura da rocha parental (Carvalho, 1989). De acordo com Lopes (1987), essa fácies corresponde a fragmentos de coloração avermelhada a vermelho-violáceo, com porções brancas descontínuas. Possuem uma macroporosidade composta por cavidades e vacúolos abertos com notáveis cutans (paredes revestidas por material de iluviação). Alguns desses macroporos são preenchidos por material alóctone.

Outro tipo de bauxita, menos comum nos perfis lateríticos estudados, por isso não representado no perfil modelo de Lopes (1987), é a bauxita pedoturbada. Ela é resultado da redistribuição e aporte do material, sendo formada por fragmentos marrom-avermelhados com material ferruginoso, cristais de quartzo e outros materiais.

O perfil modelo apresentado por Lopes (1987) possui semelhanças com os encontrados por Soares (2013) em Espera Feliz, apesar de não serem completamente iguais (Figura 19). Entre as semelhanças, destaca-se o horizonte bauxítico, com a bauxita isalterítica na base, e bauxitas fragmentadas sem a presença da foliação original no topo (uma bauxita aloterítica).

Figura 19 - Perfis estudados em Espera Feliz.



Fonte: Soares (2013).

Destaco que ambos os perfis apresentam uma importante macroporosidade nas fácies bauxíticas. De acordo com Soares (2013), a fácies bauxita isalterítica possui uma alta porosidade com vazios que variam de 30-1000 μm e apresentam a forma de cavidades. Os maiores poros estão relacionados à atividade biológica e, os menores, à dissolução do material parental. Quando em maior profundidade, esses poros podem ser preenchidos pela gibbsita. Nos perfis de Lopes (1987), ela aponta que a bauxita isalterítica tem uma macroporosidade fissural, relacionada às descontinuidades da rocha parental. Ela também encontrou estruturas e cavidades de até 2 cm de comprimento, relacionadas à lixiviação de feldspato.

Nas fácies de bauxita fragmentada, Soares (2013) reconhece vazios de 30-100 μm , que formam cavidades, chamadas de “canais” pela autora, sugerindo certa conectividade. Essas mesmas cavidades são chamadas de vacúolos por Lopes (1987). Essa característica descrita nos dois trabalhos (Lopes, 1987; Soares, 2013) também foi encontrada em campo (Figura 20), e oferece à bauxita um aspecto de “esponja”.

Figura 20 - Amostras de bauxita encontrada em campo.



Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora.

A macroporosidade presente nos depósitos de bauxita na Zona da Mata Mineira tem interferências diretas na dinâmica da água subterrânea e, conseqüentemente, nas nascentes da Serra dos Puri. Assim, para a proteção dessas nascentes e a segurança hídrica das famílias que moram nas comunidades da Serra é necessária a demarcação de um Território Livre de Mineração (Castro *et al.*, 2020).

4 A GEOGRAFIA HIDROSSOCIAL DAS NASCENTES PURI

No século XX, a humanidade vivenciou a industrialização acelerada e as duas grandes Guerras Mundiais, que reforçaram o modelo econômico atual e culminaram no limiar das relações entre os humanos e a biosfera, resultando em uma ruptura metabólica (Foster, 1999). Uma consequência desse processo é a crise ambiental, que tem repercutido nas dinâmicas políticas, econômicas e sociais e na organização do espaço (Deléage, 1997; Muniz, 2009).

Essa crise ambiental é reconhecida por Leff (2006) como uma crise civilizatória, “da cultura ocidental, da racionalidade, da modernidade, da economia do mundo globalizado” (Leff, 2006, p. 15). Essa crise é resultado da desarticulação do mundo, da coisificação do ser e da exploração da natureza. Suas raízes estão na natureza simbólica do ser humano. No entanto, sua germinação acontece através do projeto positivista moderno, que preza pelo dualismo ontológico e epistemológico de separação da natureza e da cultura (Leff, 2006; Porto-Gonçalves; Leff, 2015). Com a crise ambiental, questiona-se o projeto civilizatório baseado no antropocentrismo e na dominação do humano sobre a natureza, bases da racionalidade moderna (Leff, 2006).

Nessa atualidade composta por crises e conflitos, a Ecologia Política aparece como um campo do conhecimento emergente, que envolve discussões teóricas e políticas sobre os conflitos ecológicos e socioambientais. O fortalecimento desse campo se deu a partir da década de 1980, devido à crescente articulação entre movimentos ambientalistas e sociais (Martínez-Alier, 1999; Porto-Gonçalves; Leff, 2015; Souza, 2019a). De acordo com Muniz (2009), a Ecologia Política é um campo de discussão teórica e política sobre os conflitos socioambientais.

Em consonância, para Souza (2019a), a Ecologia Política é um campo do conhecimento que nasceu na tentativa de politizar as discussões das relações entre sociedade e natureza. Dessa forma, ela é capaz de tratar de todos os processos de transformação da natureza e os discursos produzidos a partir deles, com ênfase nas relações de poder. Além disso, Souza (2019a) defende que esse campo não é puramente acadêmico ou científico, de forma que possui um lado ativista e carrega a intenção de promover o encontro entre os saberes acadêmicos e populares.

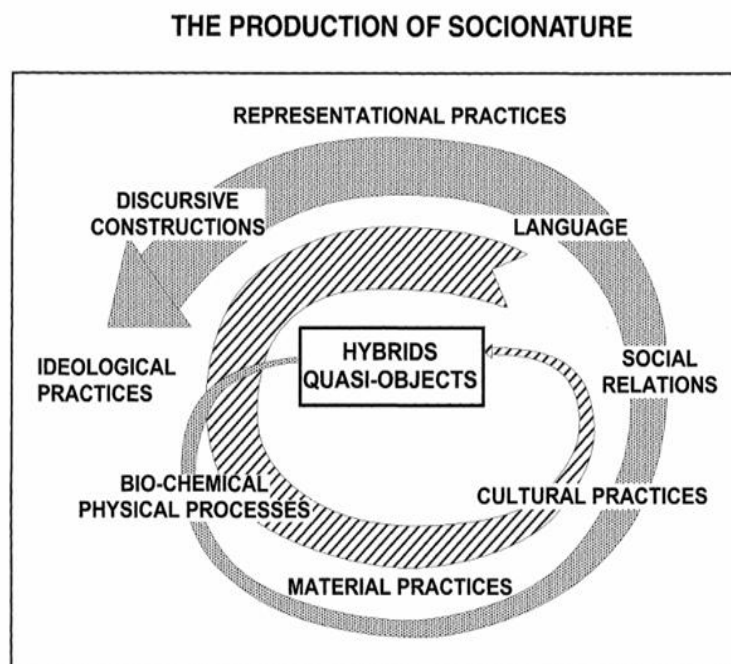
Por fim, ao discutir o saber ambiental como uma nova racionalidade e uma nova *episteme*, Leff (2006) acredita que a Ecologia Política emerge dessa nova perspectiva do saber, em que há politização do conhecimento pela reapropriação social da natureza, além de lançar

mão de uma crítica radical aos fundamentos ontológicos e metafísicos da epistemologia moderna. Assim, ele defende que a Ecologia Política é um novo campo do conhecimento, que ainda está construindo suas fronteiras para a estabilização de seus intercâmbios teóricos e a consolidação de seu território.

A partir desse campo do conhecimento, emergiram também reflexões sobre a água e a sociedade, e o espaço hidrossocial (Linton; Budds, 2014). Com o dualismo moderno, a água, principalmente para a hidrologia, tornou-se apenas uma variável quantificável, e se concretizou uma noção de água associal no cerne ontológico do ciclo hidrológico, resultando em uma perspectiva da água resumida a um recurso hídrico (Linton, 2010).

Em contraponto a essa visão, uma nova perspectiva sobre as águas é proposta, em que elas são reconhecidas como um elemento híbrido, um “quase-objeto” (Latour, 1994), ou um “ciborgue” (Haraway, 1991). Isso significa que a água não ocupa a posição de objeto tradicional para a ciência moderna, tampouco se limita a um elemento “natural” ou um elemento “social”. Dessa forma, a água como um elemento híbrido desafia a dicotomia moderna de sociedade e natureza (Latour, 1994). Esse caráter híbrido é resultado de uma realidade composta por um metabolismo contínuo entre processos sociais e naturais, que são integrados em uma produção histórico-geográfica da socionatureza (Figura 21) (Swyngedouw, 1999).

Figura 21 – Esquema feito por Swyngedouw (1999) para explicar os objetos híbridos ou quase-objetos



Fonte: Swyngedouw (1999).

Dessa concepção para as águas, emergem as “Geografias Hidrossociais” (Liao; Schmidt, 2023), com potencial para tratar de diversos temas, a fim não somente de confrontar o dualismo moderno entre a sociedade e a natureza, como também de demonstrar como a água co-constitui relações sociais e espaciais. Assim, os estudos hidrossociais contribuem para a compreensão das relações humano-ambiente, da produção do espaço e da prática reflexiva (Liao; Schmidt, 2023).

Uma das preocupações centrais das Geografias Hidrossociais é a compreensão do ciclo hidrossocial. Esse conceito é utilizado para criticar o Ciclo Hidrológico tradicional de Horton, em que a água flui por ciclo sem interferências humanas (Linton, 2010). Busca-se a compreensão das relações multiescalares intrincadas na organização do ciclo da água, o que inclui as assimetrias de poder que definirão a escassez ou abundância da água (Swyngedouw, 2009; Liao; Schmidt, 2023).

Cabe, aqui, destacar dois conceitos dentro dessas Geografias Hidrossociais: o de territórios hidrossociais e o de *waterscape*. Os territórios hidrossociais atuam na crítica sobre as fronteiras da água e reforçam as disputas territoriais sobre ela (Boelens *et al.*, 2016; Hommes

et al., 2019). Enquanto os *waterscapes* (Karpouzoglou; Vij, 2017; Flaminio; Rouillé-Kielo; Visage, 2022), ou “paisagens hídricas”, podem ser compreendidos como uma expressão do ciclo hidrossocial, de forma que “a água e as paisagens hídricas são co-produzidas, o que evita a limitação de pensar na água como um recurso puramente material”¹¹ (Budds; Hinojosa, 2012, p. 125).

Essas discussões hidrossociais são consideradas recentes e no Brasil suas abordagens ainda são tímidas. Porém, muitos estudos interessantes estão sendo desenvolvidos, tanto em debates teóricos quanto em estudos aplicados. Destacam-se os de Tsutsui e Empinotti (2023), que buscaram desenvolver uma estrutura de análise para o ciclo hidrossocial, com o objetivo de auxiliar em estudos de caso; de Imbelloni e Felipe (2020), com o “(re)conhecimento” do ciclo hidrossocial, alinhado ao uso da cartografia social, na comunidade quilombola da Tapera (RJ), que foi atingida por severas chuvas no ano de 2011; Tadeu e Sinigalli (2022), que utilizam do ciclo hidrossocial para discutir conflitos no acesso à água em Ilhabela (SP); e Santiago e Hora (2024), com uma análise das transformações dos ciclos hidrossociais por conta das transformações produzidas no território e na bacia do rio Corrente pelo agronegócio.

Portanto, conclui-se que a água, dentro de uma lógica capitalista global (em que grandes empresas e governos tomam decisões), é capaz de materializar os conflitos resultantes dessas decisões em escala local. A intereescalaridade desse tema é intrínseca, e é materializada pelas barragens, pela supressão de fontes, pela contaminação de rios e outras situações (Mudd, 2008; Ossa-Moreno *et al.*, 2018; Milanez; Felipe, 2020).

Assim como exemplificado por Felipe (2009), as nascentes, compreendidas através de uma ótica hidrossocial, são muito mais que apenas o local em que a água subterrânea exfiltra em superfície. Esses sistemas estão engendrados em um ciclo que incorpora as assimetrias de poder, os símbolos culturais, os fluxos de capital, as legislações e as políticas públicas.

As nascentes dos rios são elementos corriqueiros na vida dos indivíduos, principalmente em ambientes rurais, em que as “minas” ou “fontes” costumam ser essenciais para o abastecimento doméstico e as atividades econômicas. Devido à sua inegável importância ambiental, existem leis que regem as medidas de proteção e uso da terra nas suas proximidades

¹¹ Trecho original: “Water and waterscapes are co-produced, which avoids the limitation of thinking about water as a purely material resource” (Budds; Hinojosa, 2012, p. 125)

(Brasil, 2012; Resolução CONAMA 303/2002; Holanda; Sales, 2022) e diversas discussões acadêmicas sobre sua importância e sua proteção ambiental.

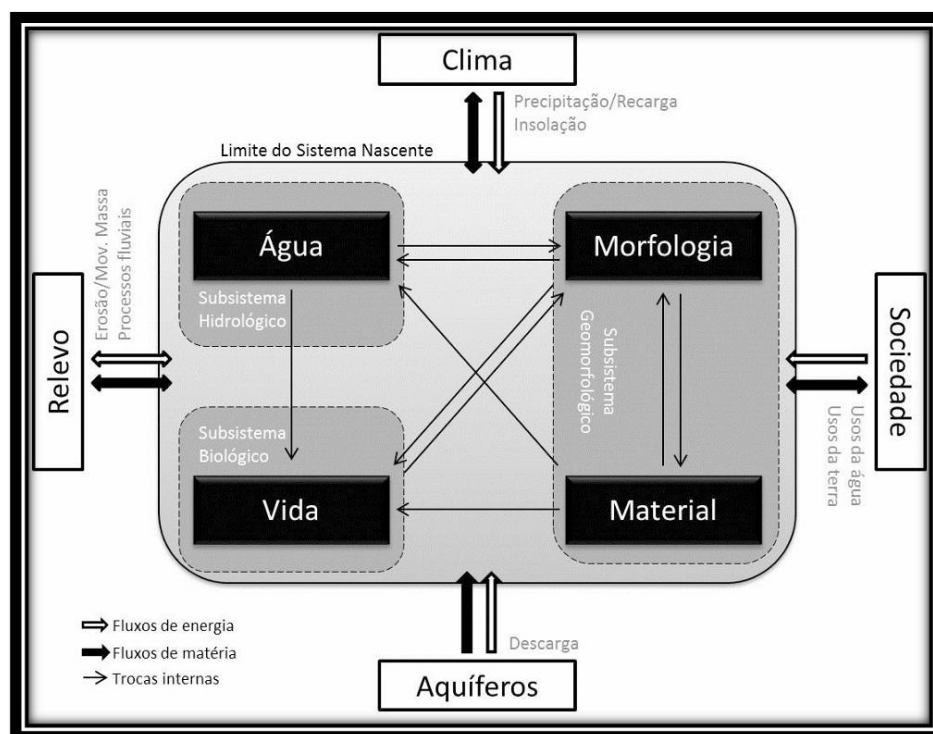
As nascentes são objetos de estudo multidisciplinares, multiescalares e complexos (Felippe, 2013; Felippe; Magalhães Jr., 2020). Em algumas pesquisas elas são interpretadas como sistemas ambientais (Felippe, 2009; 2013; Felippe; Magalhães Jr., 2014; Moura; Felippe, 2022); há contextos em que podem ser descritas como ecossistemas (Springer; Stevens, 2009); ou então como geótopos, em estudos sobre as unidades de paisagem (Bertrand, 2004; Felippe e Magalhães Jr., 2020; Souza, 2025).

Além disso, as nascentes são ambientes que promovem a interação entre as águas subterrâneas, meteóricas e superficiais, sendo o local onde a água subterrânea alcança a superfície terrestre (Springer; Stevens, 2009; Felippe; Magalhães Jr., 2020). Ademais, são também o início dos canais de drenagem, interligando processos hidrogeológicos e climáticos, e promovendo a evolução do relevo (Felippe; Magalhães Jr., 2020). Nesses locais, desenvolvem-se importantes micro-habitats, em razão da umidade inerente, que cria ambientes únicos (Springer; Stevens, 2009). Dessa forma, é evidente que as nascentes não podem ser resumidas à água subterrânea que exfiltra (Felippe; Magalhães Jr., 2020).

Diante dessa visão integradora, faz-se necessário adotar uma definição sistêmica sobre nascentes, compreendendo-as como um “sistema ambiental em que o afloramento da água subterrânea ocorre naturalmente de modo temporário ou perene, e cujos fluxos hidrológicos na fase superficial são integrados à rede de drenagem” (Felippe; Magalhães Jr., 2014, p. 80). Essa definição envolve sua complexidade inerente, seu caráter sistêmico, e é capaz de abarcar seus processos hidrológicos, hidrogeológicos e geomorfológicos (Felippe; Magalhães Jr., 2014).

Com essa conceituação, as nascentes são entendidas como sistemas ambientais abertos (Figura 22), que interagem com outros sistemas e possuem subsistemas, com inegável multiescalaridade. Assim, as variáveis internas definem as características fisiográficas das nascentes, enquanto as variáveis externas condicionam sua gênese e sua dinâmica interna (Felippe, 2013).

Figura 22 - Esquema do sistema nascente, com seus fluxos e elementos internos e externos.



Fonte: Felipe (2013).

Assim, os aquíferos serão responsáveis por seu padrão de exfiltração e algumas das características físicas e químicas das águas; o clima fornecerá o volume pluviométrico que alimenta a nascente; o relevo determinará sua localização; e os diferentes sujeitos sociais definirão relações e usos das nascentes, transformando-as. Por sua vez, a água exfiltrada, a morfologia da nascente, o material encontrado nela e os ecossistemas ao redor definirão suas características (Felipe, 2013).

Uma das variáveis mais notáveis nestes sistemas é o conjunto de elementos geomorfológicos (como o material, a morfologia e os processos) que influenciam diretamente na dinâmica e na estruturação da nascente (Felipe; Magalhães Jr., 2014). Entretanto, ainda existem poucos trabalhos que abordam esses sistemas a partir de um olhar geomorfológico (Barros *et al.*, 2023), frequentemente relegando esses elementos a uma posição secundária na paisagem e resumindo-os a pontos em um mapa (Felipe; Magalhães Jr., 2020).

Devido à complexidade inerente aos estudos sobre nascentes, serão aplicadas duas classificações tipológicas que auxiliarão na sistematização das nascentes identificadas e na

compreensão do contexto geral na Serra dos Puri. A classificação de Springer e Stevens (2009) leva em consideração diversas características como a geomorfologia, as propriedades do fluxo, a qualidade da água, os habitats, a biota e os seus usos (Figura 23). De acordo com Felipe (2023), no Brasil, a maioria das nascentes são “helocrenas” ou “reocrenas”, alimentadas por fluxos subterrâneos locais, e possuem um tempo de residência curto, variando entre 12 e 60 anos.

Figura 23 - Tabela da tipologia de nascentes de Springer.

Spring type	Emergence setting and hydrogeology	Example	Reference
Cave	Emergence in a cave in mature to extreme karst with sufficiently large conduits	Kartchner Caverns, AZ	Springer et al. (2008)
Exposure springs	Cave, rock shelter fractures, or sinkholes where unconfined aquifer is exposed near the land surface	Devils Hole, Ash Meadows, NV	Springer et al. (2008)
Fountain	Artesian fountain with pressurized CO ₂ in a confined aquifer	Crystal Geyser, UT	Springer et al. (2008)
Geyser	Explosive flow of hot water from confined aquifer	Riverside Geyser, WY	Springer et al. (2008)
Gushet	Discrete source flow gushes from a cliff wall of a perched, unconfined aquifer	Thunder River, Grand Canyon, AZ	Springer et al. (2008)
Hanging garden	Dripping flow emerges usually horizontally along a geologic contact along a cliff wall of a perched, unconfined aquifer	Poison Ivy Spring, Arches NP, UT	Woodbury (1933); Welsh (1989); Spence (2008)
Helocrene	Emerges from low gradient wetlands; often indistinct or multiple sources seeping from shallow, unconfined aquifers	Soap Holes, Elk Island NP, AB, Canada	Modified from Meinzer (1923); Hynes (1970); Grand Canyon Wildlands Council (2002)
Hillslope	Emerges from confined or unconfined aquifers on a hillslope (30–60° slope); often indistinct or multiple sources	Ram Creek Hot Spring, BC, Canada	Springer et al. (2008)
Hypocrene	A buried spring where flow does not reach the surface, typically due to very low discharge and high evaporation or transpiration	Mile 70L Spring, Grand Canyon, AZ	Springer et al. (2008)
Limnocrène	Emergence of confined or unconfined aquifers in pool(s)	Grassi Lakes, AB, Canada	Modified from Meinzer (1923); Hynes (1970)
(Carbonate) mound-form	Emerges from a mineralized mound, frequently at magmatic or fault systems	Montezuma Well, AZ Dalhousie Springs, Australia	Springer et al. (2008); Zeidler and Ponder (1989)
Rheocrene	Flowing spring, emerges into one or more stream channels	Pheasant Branch, WI, US	Modified from Meinzer (1923); Hynes (1970)

Fonte: Springer e Stevens (2009).

Dentro da tipologia proposta por Springer e Stevens (2009), existem 12 classes de nascentes. Destas, as helocrenas são definidas pela exfiltração difusa e a formação de áreas úmidas. As nascentes reocrenas, apresentam um padrão de exfiltração em fluxo contínuo, de forma a dar origem a um pequeno canal bem definido. Outro tipo de nascente não muito comum no Brasil (Felipe, 2023), são as nascentes “Hillslopes” ou de encosta, definidas pela exfiltração em vertentes não verticais, de inclinação entre 30° e 60° (Springer; Stevens, 2009).

A outra tipologia aplicada e discutida neste estudo é a de Felipe (2009) e Felipe e Magalhães Jr. (2014), que possui seis classes de nascentes definidas a partir de nove características: a morfologia, o tipo de exfiltração, a existência ou não de contato estratigráfico,

a vazão média anual, a migração, a profundidade do manto de intemperismo, a posição dos afloramentos rochosos e a sazonalidade (Figura 24).

Essa tipologia se destaca por sua facilidade na aplicação, atenção aos elementos geomorfológicos e consideração de seu caráter sistêmico. Além disso, foi inteiramente estruturada e validada no Brasil, demonstrando-se suficiente para abarcar a complexidade de paisagens encontradas no país (Felippe, 2009).

Figura 24 - Tabela da tipologia desenvolvida por Felippe (2009).

TIPO	k1	k2	k3	k4	k5	k6
Morfologia	Concavidade	Afloramento ou duto	Talvegue	Concavidade	Duto ou olho	-
Tipo de exfiltração	Difusa	Múltipla ou pontual	Pontual	Difusa	Pontual	-
Existência de contato estratigráfico	Sem contato	Com contato	Indiferente	Com contato	Sem contato	-
Vazão média anual	Baixa	Indiferente	Baixa	Baixa à média	Média à baixa	-
Razão de vazão	Prioritariamente estável, tendendo a superior a 1	Prioritariamente inferior a 1	Muito elevada	Prioritariamente estável, tendendo a superior a 1	Muito elevada	-
Migração	Indiferente	Fixa	Não mensurável	Móvel	Não mensurável	-
Prof. média do manto de intemperismo	Profundo	Raso	Médio	Médio	Profundo	-
Posição dos afloramentos rochosos	Ausente	Na nascente	Existente (na nascente ou arredores)	Ausente ou arredores	Ausente	-
Sazonalidade	Perene	Perene	Intermitente	Perene	Intermitente	-
Nome	Freática	Dinâmica	Sazonal erosiva	Flutuante	Sazonal de encosta	Antropogênica

Fonte: Felippe e Magalhães Jr. (2014).

De acordo com essa classificação, as nascentes definidas como freáticas normalmente são difusas e apresentam uma vazão média anual variável, pois dependem muito da variação do nível freático. As nascentes dinâmicas apresentam exfiltração pontual ou múltipla, com altas vazões, mesmo nos períodos de seca, por conta da estabilidade de seus fluxos subterrâneos. As

nascentes compreendidas como sazonais erosivas são geradas a partir de feições erosivas que tocam o nível freático, por isso, são dependentes de períodos chuvosos e apresentam caráter intermitente. As nascentes flutuantes também apresentam exfiltração difusa e são caracterizadas principalmente por seu deslocamento ao longo da vertente, resultante de flutuações do nível freático ao longo das estações. As nascentes sazonais de encosta tendem a apresentar uma exfiltração pontual, com a morfologia em dutos. Elas estão localizadas em encostas com espesso manto de intemperismo e são intermitentes. Por fim, as nascentes tecnogênicas são originadas por ações dos sujeitos que desencadearam a exfiltração da água em determinado ambiente e, devido à sua complexidade, suas características são variáveis (Felippe, 2009; Felippe, 2013).

As nascentes tecnogênicas são resultados de processos induzidos direta ou indiretamente pelos sujeitos. Esses processos ocorrem de maneira muito mais acelerada quando comparados aos processos morfodinâmicos exógenos ditos naturais, resultando em uma aceleração do tempo geomorfológico (Perez Filho, Quaresma, 2012; Rossato; Suertegaray, 2000; Moura; Magalhães Jr.; Felippe, 2021) e também dos processos geológicos, climáticos, biológicos, físicos e químicos. Como consequência, tem-se intensificado a defesa da adoção oficial de um novo intervalo na estratigrafia geológica: a época do Antropoceno (Zalasiewicz *et al.*, 2008; Zalasiewicz *et al.*, 2010; França Júnior, Peloggia, 2020; Moura; Magalhães Jr.; Felippe, 2021).

Dentro desse contexto, emergem novas formas de interpretar a geomorfologia, como a Antropogeomorfologia (Goudie, 1993; James; Marcus, 2006; Goudie; Villes, 2016; Goudie, 2018), a Etnogeomorfologia (Ribeiro, 2015; 2016;), e a Sociogeomorfologia (Ashmore, 2015; Wesselink; Kooy; Warner, 2017). Desta maneira, aqui será abordada a Sociogeomorfologia, que busca compreender as maneiras pelas quais os processos sociais interferem direta ou indiretamente nos fluxos e processos geomorfológicos (Ashmore, 2015). Com isso, reconhece os fenômenos físicos integrados ao contexto político, econômico e cultural, de modo que as ações dos sujeitos não sejam interpretadas apenas como um “fator antrópico” (Lima, 2015), mas como parte do sistema geomorfológico, que dialoga com os demais agentes (Moura; Magalhães Jr.; Felippe, 2021).

Por fim, reconhece-se que as nascentes, de uma forma geral, não apenas as de gênese tecnogênica, possuem dinâmicas influenciadas pelas ações humanas, tanto com interferências mais diretas (intercepção da água para o uso doméstico ou escavação de seu entorno), como

com mais indiretas (mudanças no uso e cobertura de sua bacia de contribuição ou até mesmo as mudanças climáticas). Além de possuírem significados únicos para cada sujeito, de forma a integrarem manifestações culturais, como rituais religiosos, e práticas cotidianas, o que também se insere nos processos geomorfológicos. Dessa maneira, são necessários mais estudos que se aprofundem na Sociogeomorfologia, a fim de obter maior compreensão do papel dos sujeitos no sistema geomorfológico e das interações complexas entre sociedade e natureza dentro desse sistema ambiental global.

4.1 ÁGUA, BAUXITA E MINERAÇÃO

Os procedimentos aqui descritos foram retirados diretamente do Estudo de Impacto Ambiental da Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), para a mineração na região. A CBA implementou duas Unidades de Tratamento de Minério (UTM) na Zona da Mata, uma em Itamarati de Minas (1992) e outra em Mirai (2008), com a região sendo a principal fonte de bauxita da empresa (CBA/Brandt, 2019).

Os depósitos da Zona da Mata são constituídos de pequenos corpos minerários, sendo necessária a construção de um empreendimento regional para que tenham viabilidade econômica. Além disso, destaca-se o caráter pontual e temporário da lavra, que se dá em pequenos corpos dispersos entre os morros de meia-laranja típicos da região (CBA/Brandt, 2019).

Nesses morros, a bauxita se encontra no topo e nas encostas, a poucos metros da superfície. A extração é realizada por escavadeiras e transportada por caminhões, sem que haja a necessidade de explosões. A camada superficial do solo (*topsoil*) é armazenada para posteriormente ser utilizada no processo de recuperação ambiental. Dessa forma, as operações ocorrem em um curto período de tempo. A abertura do acesso, a extração, a conformação topográfica e a recuperação ambiental ocorrem num prazo de cerca de 48 meses. Desde o início da negociação com o proprietário rural até a devolução da área recuperada leva-se cerca de cinco anos (CBA/Brandt, 2019).

A implantação da lavra ocorre concomitantemente à operação, com cerca de 12 meses de atividade. Durante essa fase, as atividades são realizadas continuamente, entre às sete horas da manhã até às duas horas da madrugada (CBA/Brandt, 2019). Esse caráter quase contínuo da

atividade levanta questões sobre o estresse e a poluição sonora que afetam os proprietários, pois, como descrito aqui e visto em campo, as lavras abertas costumemente estão próximas das residências. Nessa fase, as principais atividades são: abertura de acessos; implantação de infraestrutura; supressão da vegetação; decapeamento e armazenamento do solo; construção da drenagem; preparação da bancada; escavação; transporte; descargas (CBA/Brandt, 2019).

Por fim, destaca-se o fechamento do empreendimento e a recuperação das áreas mineradas para a devolução da terra. Estima-se que em três anos a terra estará restaurada, com 12 meses de preparo da área e plantio, e outros dois anos de monitoramento para a consolidação do plantio. Compreendem as seguintes etapas: reconformação topográfica; descompactação do solo; deposição do *topsoil*; construção de sistemas de drenagem; plantio de recobrimento e recondução para a produção agrícola; plantio de recomposição de mata nativa; monitoramento; entrega final (CBA/Brandt, 2019).

Após o encerramento da lavra, há um remodelamento da topografia, em que a área é readequada de acordo com declividade e o direcionamento original do terreno. Também é realizada a descompactação do solo, a partir de tratores escarificadores. Após esse processo, é feita a deposição do *topsoil*, espalhando-o em uma camada de cerca de 30 centímetros de altura sobre a área minerada. No Estudo de Impacto Ambiental (EIA) também é apresentada uma recomendação do IBAMA de que o *topsoil* não deve ser armazenado por mais de dois anos, pois o tempo leva à perda significativa de sua qualidade (CBA/Brandt, 2019).

Com a finalização desses processos, é realizado um terraceamento, que tem a função de quebrar a energia das águas precipitadas, favorecer a infiltração e drenar as águas. Com isso, realiza-se o plantio de recobrimento do solo, conforme o que era encontrado anteriormente na área. Por fim, são realizados monitoramentos para verificar o desempenho de todas as estruturas e buscar as correções necessárias. Após ser finalizado o processo de recuperação, a terra é devolvida e o proprietário deve assinar uma declaração de quitação das obrigações da empresa quanto à reabilitação ambiental da área (CBA/Brandt, 2019).

Para além da descrição dos procedimentos de abertura, processamento e fechamento da lavra, no EIA também constam análises feitas pela empresa para a região, através de indicadores. Dentre eles, existem análises referente aos “impactos socioeconômicos” produzidos pela atividade (CBA/Brandt, 2019).

O indicador de “Incômodos e Interferências nos modos de vida local” é estabelecido através da distância do corpo minerário às ocupações e sedes comunitárias e o grau de urbanização da região. Em conjunto, também existe um que mede a “Emergência de Conflitos Sociais”, estabelecido pela presença de Unidades de Conservação, a dependência da população aos poços, nascentes e rios, o uso e cobertura do solo e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) na região (CBA/Brandt, 2019).

Esses indicadores fazem transparecer a perspectiva da empresa em relação aos modos de vida dessa população, uma vez que o grau de dependência (ou de relação) dessas pessoas com esses hidrossistemas é visto como um “risco” de emergência de conflitos, revelando também a consciência de que as atividades minerárias podem afetar, de alguma forma, essa relação, que é reduzida a um possível “impacto socioeconômico” (CBA/Brandt, 2019).

Assim, a empresa compreende os riscos da atividade no abastecimento e na segurança hídrica dessas famílias. Outro impacto indicado no EIA e que aponta para isso é o de “alteração na disponibilidade hídrica superficial” (CBA/Brandt, 2019). Esses indicadores são apontados como importantes pois existe “a possível diminuição da disponibilidade hídrica da região, uma vez que nascentes e poços podem ser impactados com a implantação e operação de empreendimentos” (CBA/Brandt, 2019, p. 73).

Além disso, processos naturais como a erosão e o assoreamento são descritos como uma “ação negativa” da água no EIA. Essa conotação, que se repete outras vezes durante o texto, chama atenção, já que esses processos naturais, provocados pelas águas ao seguirem seus fluxos normais, na verdade são apenas as águas (re)existindo e reagindo à exploração da terra pela mineração (CBA/Brandt, 2019).

A dinâmica da água nos solos é influenciada principalmente por duas características: a porosidade, que corresponde ao volume total dos poros, e condiciona a quantidade de água que pode ser retida pelo solo; e a permeabilidade, relacionada à capacidade de permitir que um fluido atravesse por seus poros. Geralmente, esses conceitos estão interligados, de forma que a permeabilidade aumenta com a porosidade. Esses fatores são responsáveis por condicionar a formação de bons reservatórios de água subterrânea (Grotzinger; Jordan, 2013).

Existem três tipos de porosidade, e todos eles estão presentes nas fácies bauxíticas dos perfis lateríticos descritos por Lopes (1987) na Zona da Mata mineira. A porosidade intergranular, que corresponde aos espaços entre os grãos; a porosidade fissural, que são os

espaços entre as fraturas; e a porosidade vacuolar, que são espaços abertos na rocha através de dissolução e lixiviação (Grotzinger; Jordan, 2013).

O fluxo de água no solo pode acontecer através de percolação, respondendo à força da gravidade (quando em fluxo saturado), ou como água retida por adesão (em um fluxo não saturado). A força da gravidade é responsável pelos movimentos da água de uma parte mais elevada para uma camada mais baixa. Além disso, existem forças de sucção, que fazem com que a água se mova em resposta às diferenças de potenciais matriciais (Lepsch, 2021).

Quando o solo seco recebe água, ela se infiltra até chegar a uma camada com níveis máximos do valor de capacidade de campo. Essa camada é chamada de “frente de umedecimento”. Quanto mais água se infiltra, mais essa camada se desloca em profundidade no perfil. A capacidade de campo (C_c) representa a quantidade máxima que o solo consegue reter de água em equilíbrio com a força da gravidade. Dessa forma, quando a quantidade de água é maior que a da C_c , ela percola (Lepsch, 2021).

Outro conceito fundamental para compreender os fluxos da água subterrânea é o de condutividade hidráulica, que está muito interligado com a permeabilidade do material. Esse conceito traduz a capacidade do solo de permitir a movimentação da água, a facilidade com que ela se move através desse meio (Gonçalves; Libardi, 2013; Lepsch, 2021).

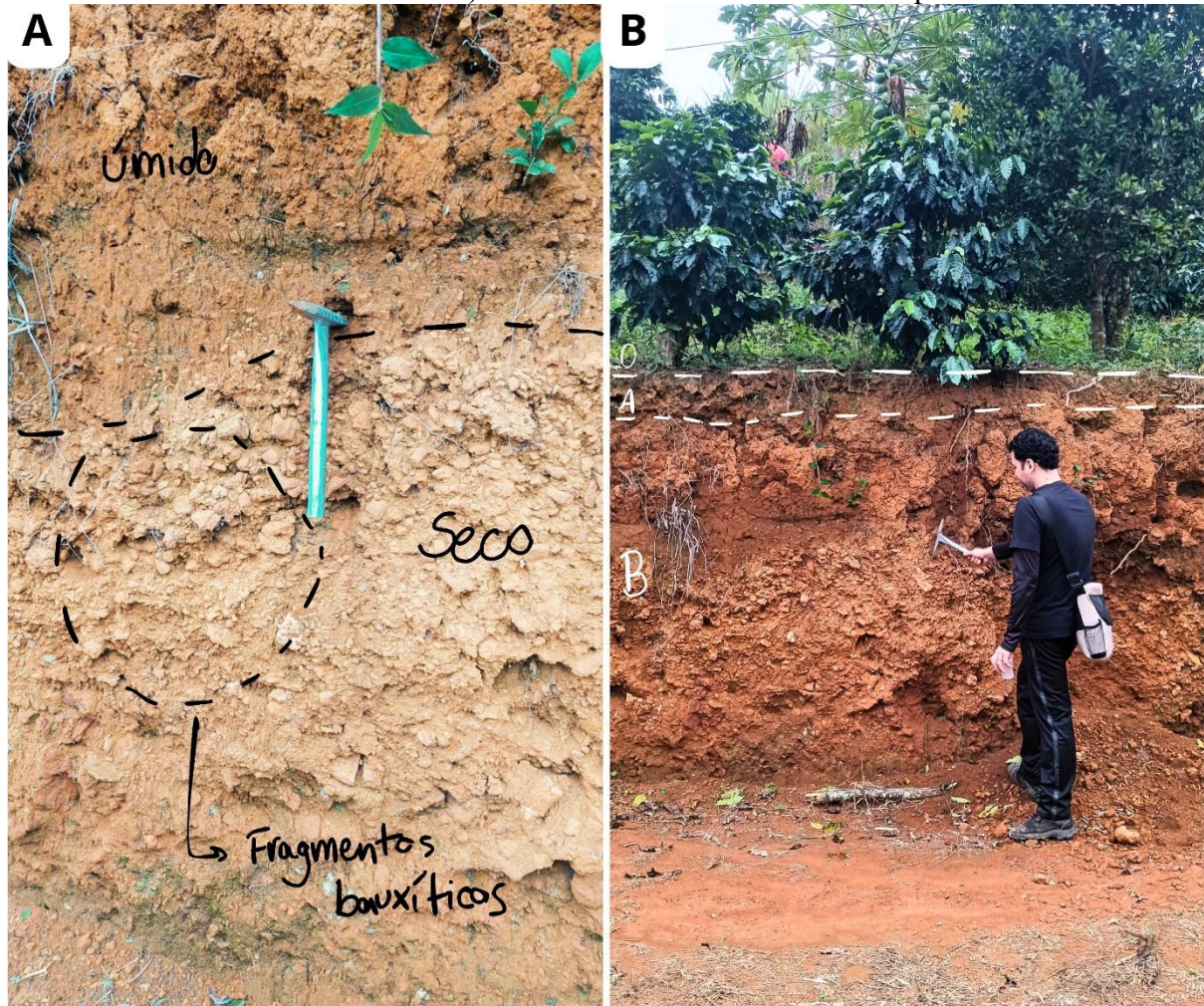
Em condições de saturação, a condutividade hidráulica depende muito da forma e da continuidade da porosidade do solo. A macroporosidade é um fator de extrema importância, concomitante com o formato desses poros, pois a conectividade estabelecida entre eles e sua tortuosidade também influenciam nesse valor (Gonçalves; Libardi, 2013; Grotzinger; Jordan, 2013). Enquanto a microporosidade do solo atua na retenção de água, através das forças de coesão e adesão, a macroporosidade, muito presente nos perfis bauxíticos, faz com que a água se mova com mais facilidade pelo material.

Destaca-se também a importância da presença da própria bauxita para a dinâmica da água subterrânea. Como visto, a macroporosidade característica das bauxitas nos perfis abertos pela região condiciona a condutividade hidráulica do solo, formando fluxos preferenciais para a água.

Essa característica pôde ser identificada em perfis encontrados em campo (Figura 25). Esse respectivo perfil de solo, já aberto por conta de uma estrada em uma propriedade rural, tem uma profundidade de aproximadamente 1,90 m. Ele estava localizado na parte média de

uma colina, em uma superfície ligeiramente inclinada, com formato convexo. Observamos a presença dos fragmentos bauxíticos em seu horizonte B e alguns indícios de atividade biológica, como pequenos insetos e cavidades.

Figura 25 - A) Martelo geológico indicando a mudança de um horizonte mais úmido para um menos úmido. B) Perfil de solo encontrado em campo.



Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora.

O horizonte O é predominantemente orgânico, sendo constituído pelas folhas e outros resíduos acumulados. Porém em locais de lavoura de monocultura ou arado recorrente, esse horizonte pode não existir (Lepsch, 2021). No perfil estudado, havia bastante matéria orgânica, principalmente por conta do caráter da lavoura, já que o proprietário optou por evitar agrotóxicos e pelo plantio consorciado.

A camada inferior é o horizonte A, que apresenta acúmulo de matéria orgânica em decomposição e perda de materiais sólidos que são transportados para o horizonte abaixo. Por isso, apresenta uma coloração mais escura (Lepsch, 2021). Aqui, esse horizonte é pouco espesso, com cerca de 10-15 cm de profundidade, e é possível observar as raízes das plantas se desenvolvendo, bem como outros tipos de vida, como fungos e pequenos insetos.

O horizonte B é o mais característico, com a concentração residual de óxidos de ferro e alumínio, e com acumulação dos materiais translocados da camada superior (Lepsch, 2021). No perfil encontrado, esse horizonte está bem desenvolvido e é bastante profundo, chegando a mais de 180 cm de comprimento, uma característica comum para os solos da região, os latossolos vermelho-amarelos (Giovanini, 2006). Além disso, a cor também é bastante característica, vermelho-amarelada, indicando a alta concentração de óxidos de ferro e alumínio.

Outra questão que chama atenção nesse horizonte é a presença dos fragmentos bauxíticos que estão associados a uma faixa de umidade no perfil. É importante destacar que esse trabalho de campo foi realizado em um período chuvoso, e que cerca de quatro dias antes havia chovido. Nesse perfil encontrado, foi possível identificar um acúmulo de água na superfície direta à bauxita, enquanto as camadas mais superficiais e camada inferiores estavam secas.

É possível interpretar que a água é retida pelas microporosidades do solo argiloso e ao encontrar o horizonte bauxítico ela se acumula. Porém, pela alta condutividade hidráulica e permeabilidade desse horizonte, a água cria ali um fluxo preferencial, que funciona como um aquífero raso e é fundamental para a recarga das nascentes. Durante os campos, os perfis encontrados tinham pontos de exfiltração condicionados à bauxita nos perfis (Figura 26).

Figura 26 - Ponto de exfiltração de água condicionado pela fácies bauxítica do perfil.



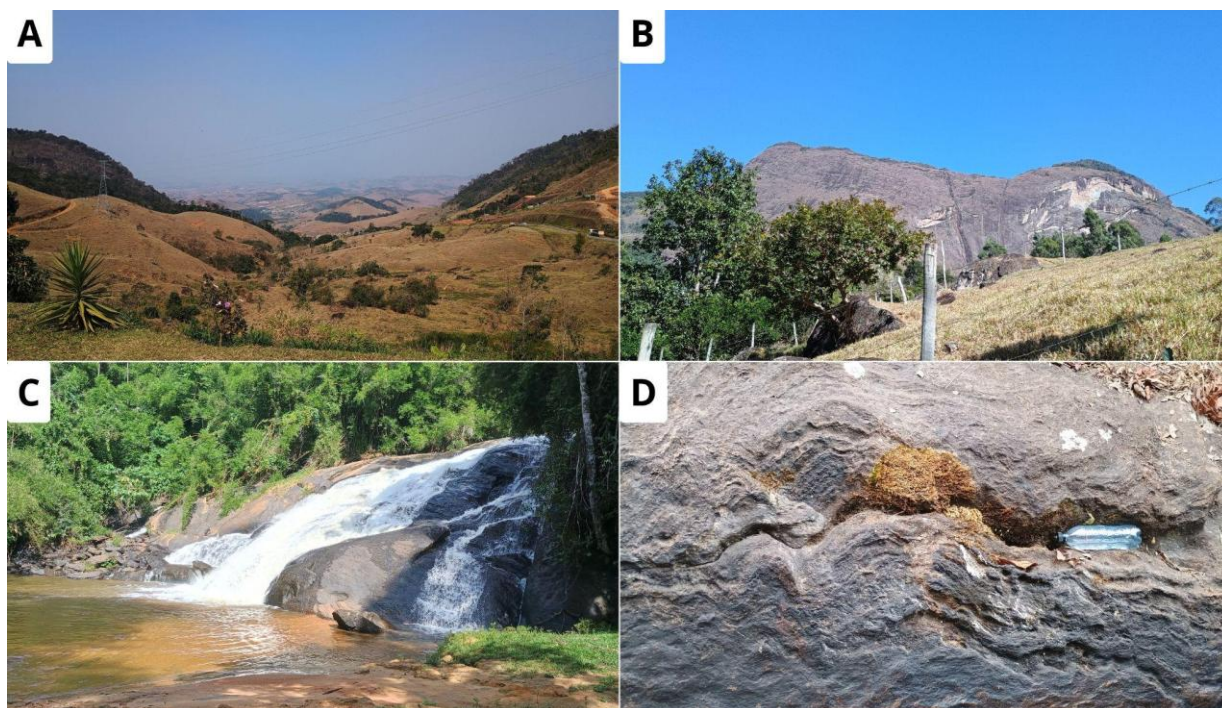
Fonte: foto tirada pela pesquisadora.

Essas interpretações revelam o caráter essencial da bauxita para a dinâmica da água subterrânea. A retirada da bauxita pela mineração compromete o aquífero raso formado por esses agregados, e tem capacidade de levar a oscilações do nível freático. Assim, compromete-se também a vazão das nascentes e a segurança hídrica das comunidades rurais da região. Os outros horizontes não foram explorados, pois os perfis analisados já estavam abertos e não eram profundos o suficiente para diálogo com o horizonte C e a rocha mãe.

4.2 AS NASCENTES

Na parte Sul da Serra dos Puri, a paisagem predominante é caracterizada por extensas áreas de pastagens, com pequenos fragmentos florestais. Esses fragmentos se encontram principalmente no topo dos morros de feição convexa, típicos do domínio morfoclimático dos mares de morros (Figura 27A) (Ab'saber, 2003).

Figura 27 - Registro entre os municípios de Muriaé e Rosário da Limeira. B) Foto registrada próximo ao PESB, durante a Caminhada Franciscana, é possível observar um grande afloramento rochoso alongado. C) Cachoeira do Naor, na qual, em observações de campo, registrou-se provável controle estrutural com alinhamento SO-NE. D) Resquícios de dobra em rocha na Cachoeira do Naor.



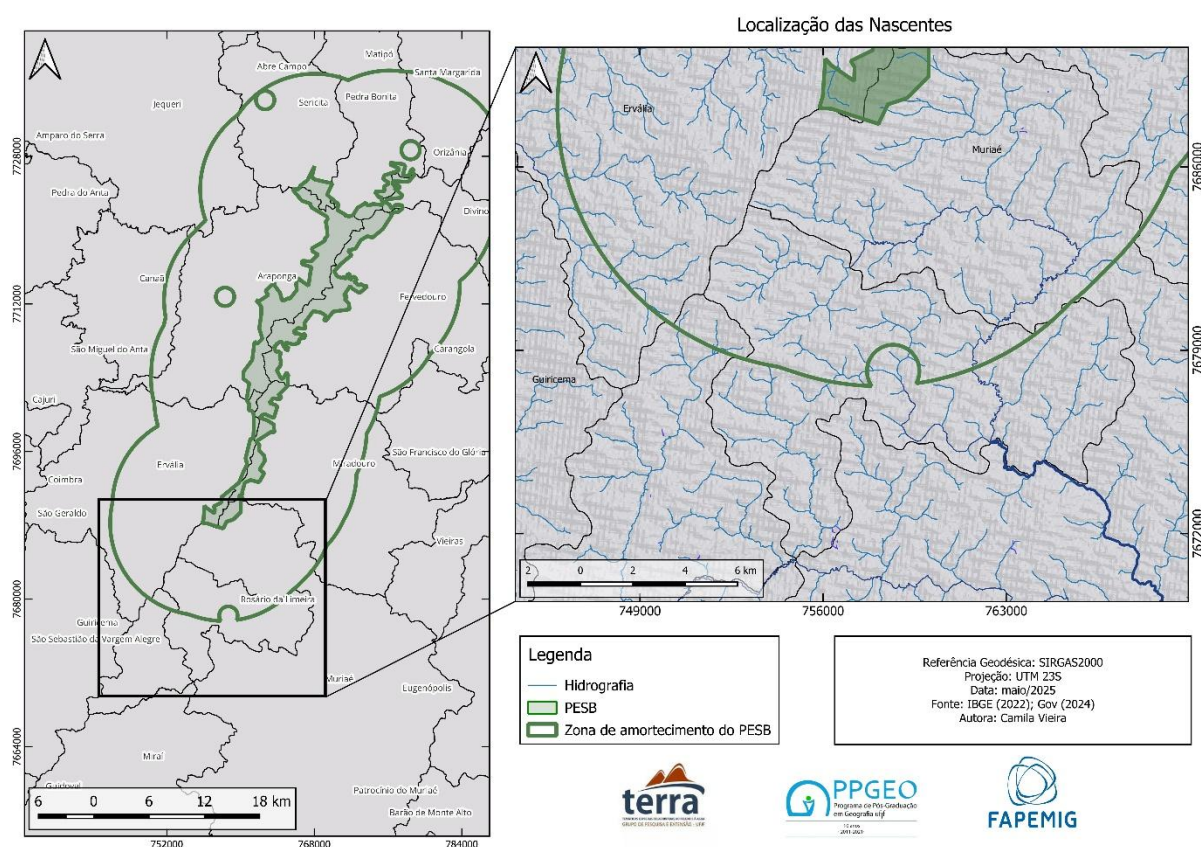
Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora.

Os morros convexos compartilham a paisagem com formas de relevo mais alongadas (Figura 27B), cristas e linhas de cumeada, características das Serranias da Zona da Mata Mineira, descritas no Projeto RADAMBRASIL (Gatto *et al.*, 1983). Essas morfologias se tornam mais comuns à medida que nos aproximamos do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, na região ao Norte da área de estudo, sendo possível observar maior quantidade de

afloramentos rochosos. Além disso, no Projeto RADAMBRASIL (Gatto *et al.*, 1983), é ressaltado o forte controle estrutural da região, observado também em campo, na orientação de falhas em cachoeiras (Figura 27C) e nas dobras em rochas (Figura 27D).

Com o auxílio de procedimentos pré-campo, foi iniciada a prospecção das nascentes. Em campo, foram levantadas 23 nascentes (Figura 28)¹², sendo que o acesso a algumas delas não foi possível. De acordo com a divisão proposta, nove nascentes estavam em áreas de agricultura familiar; oito nascentes, próximas a locais de lavra atuais; e seis nascentes, em áreas anteriormente mineradas (Apêndice B). Destaca-se que todas as nascentes visitadas pertencem à bacia do ribeirão Fumaça, um dos principais afluentes do rio Muriaé, afluente do rio Paraíba do Sul.

Figura 28 - Localização da área de estudo.

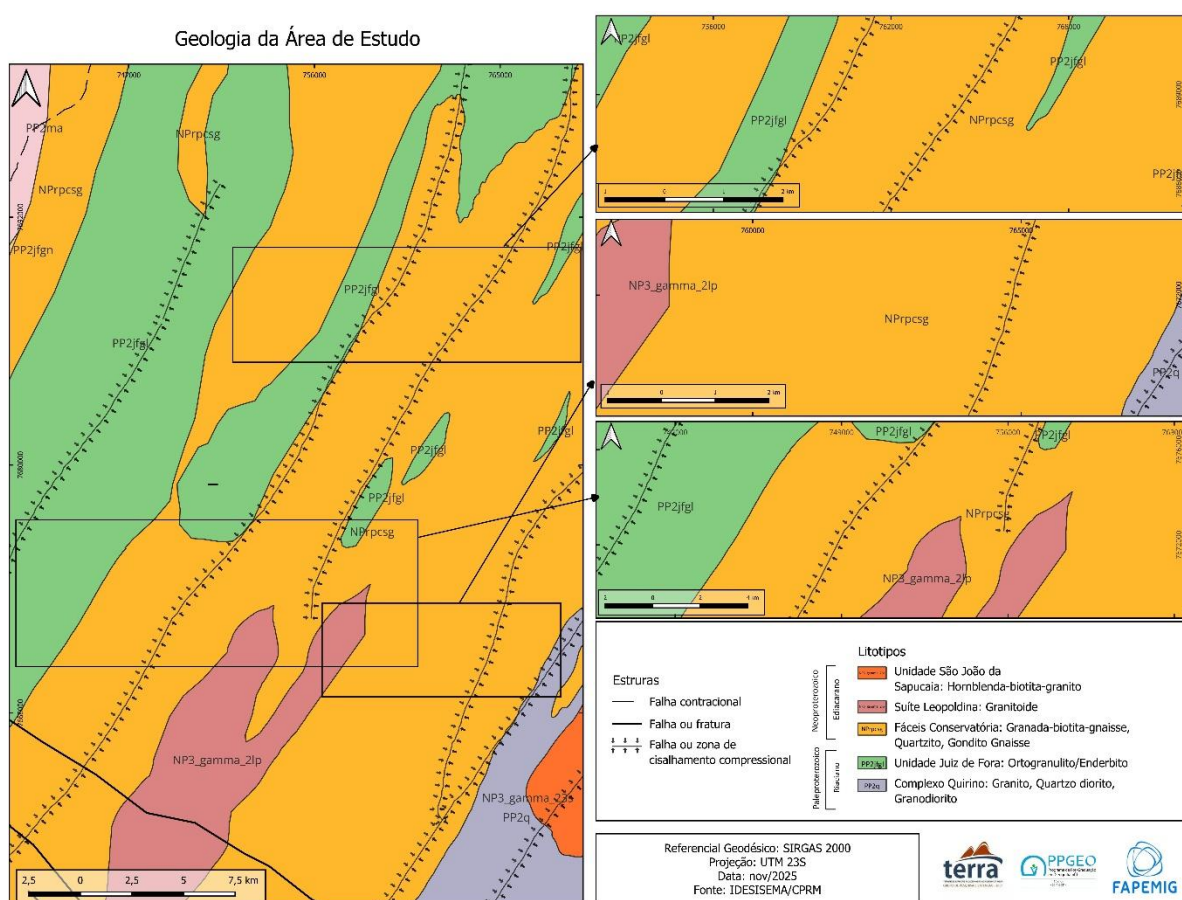


Fonte: elaboração própria.

¹² Durante a escrita, optei por omitir a localização exata das nascentes estudadas em conformidade com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice C) que estabelece o sigilo dos participantes. Ao divulgar as coordenadas das nascentes, estaria permitindo a localização indireta de suas residências e, conseqüentemente, suas identidades.

Com base no mapeamento geológico da CPRM (Figura 29), 16 nascentes levantadas estão localizadas em fácies de granada-biotita-gnaiss, quartzito, gondito gnaiss; seis nascentes se encontram na Suíte Leopoldina; e apenas uma foge desse padrão, localizada na Unidade Juiz de Fora.

Figura 29 - Geologia da área de estudo.

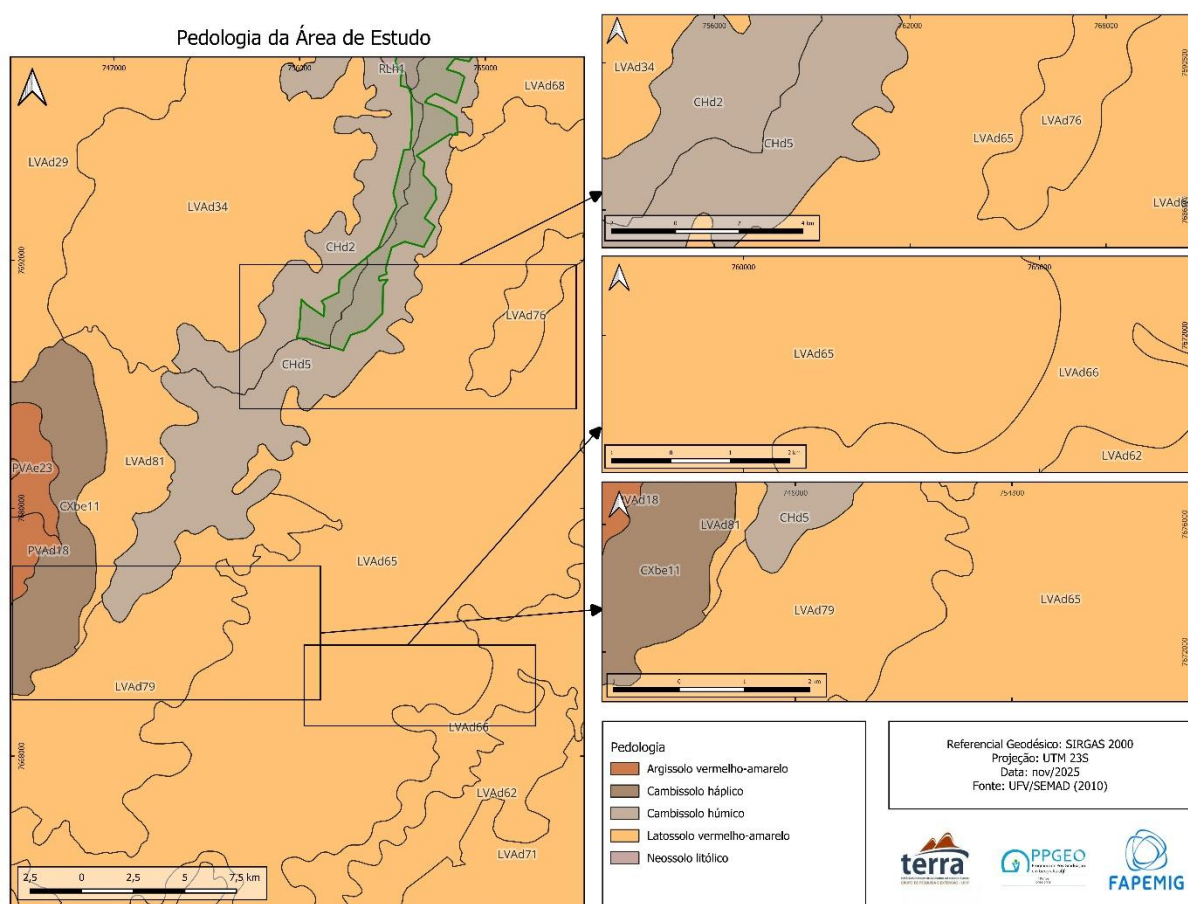


Fonte: Elaborado pela autora.

Ademais, observa-se a orientação predominante das estruturas e das Unidades Geológicas, no sentido NO-SE (Figura 29). Essa característica também é mencionada no Projeto RADAMBRASIL (Gatto *et al.*, 1983), sendo uma das tendências principais para a região. Com esse forte controle estrutural, é comum que a existência de algumas nascentes

Na área de estudo, a classe pedológica predominante é o Latossolo Vermelho-Amarelo (Figura 30). De maneira regional, todas as nascentes estão localizadas nessa classe, porém essa informação não foi confirmada em campo. Isso porque os solos encontrados variaram em cor e espessura, mas não foram realizados procedimentos para análise e identificação. Essas informações poderiam ser relevantes, pois os diferentes tipos de solo têm taxas de porosidade e infiltração diferenciadas, o que reflete nas características da nascente.

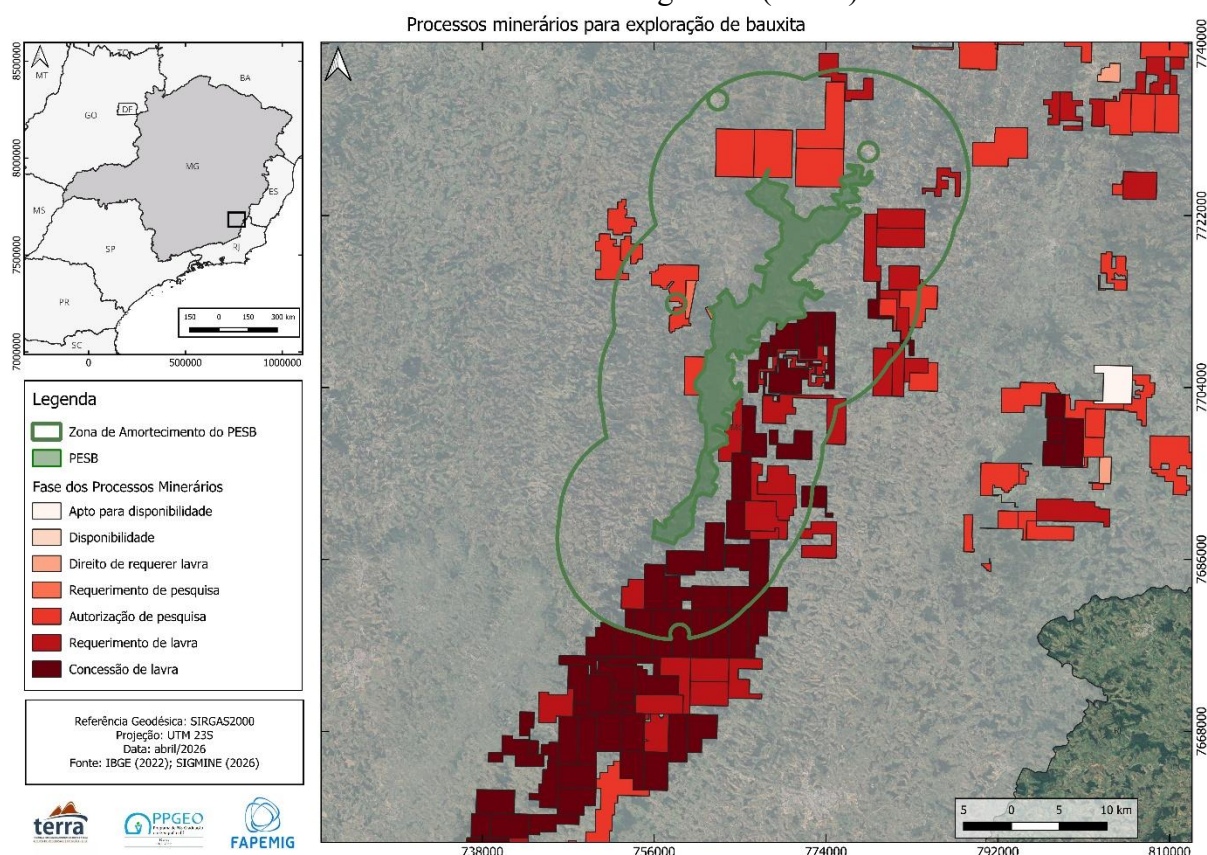
Figura 30 - Pedologia da área de estudo.



Fonte: elaboração própria.

Por fim, destaco que todas as nascentes estão também dentro dos polígonos de processos minerários (Figura 31), com exceção da N17. Porém, essa nascente está envolta de processos de concessão de lavra. Dessa forma, 16 nascentes estão dentro dos polígonos de concessão de lavra e seis nascentes em requerimento de lavra, o que demonstra a emergência do estudo proposto. Ademais, outras classificações estão agrupadas no Apêndice B, a fim de facilitar a leitura e a consulta.

Figura 31- Processos minerários para exploração de bauxita em volta do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB).

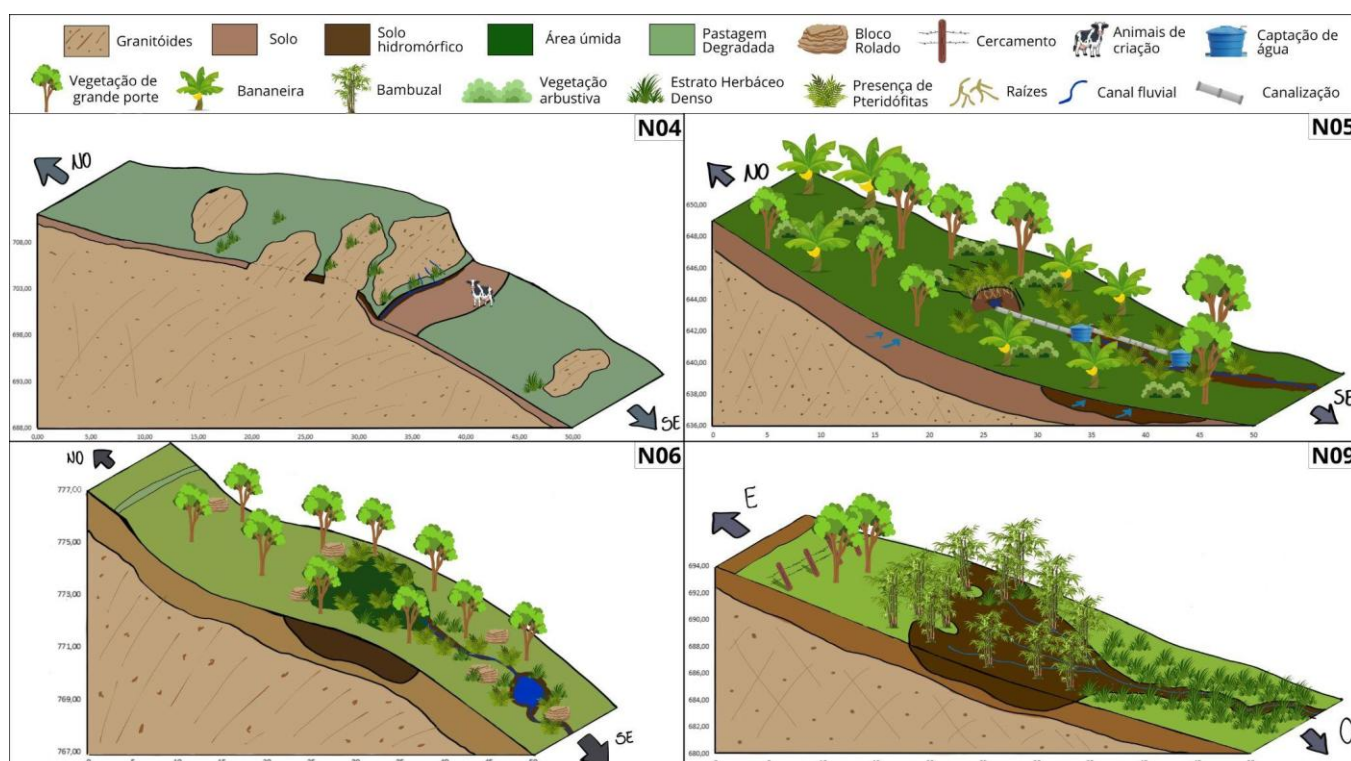


Fonte: elaboração própria.

Depois dos trabalhos de campo para o levantamento de nascentes, foram escolhidas quatro que fossem representativas de cada uma das condições estudadas. A escolha apresentou como pontos principais: terem características regionais e locais semelhantes, estarem alinhadas com os objetivos da pesquisa e as razões logísticas.

As nascentes estudadas em áreas próximas à atividade minerária em operação (N04, N05, N06 e N09) (Figura 32) estão sob substrato geológico de granitoides. Na nascente N04, chama atenção a presença de pastagem, grandes afloramentos rochosos e solo pouco profundo. Esses afloramentos parecem ser um dos condicionantes à exfiltração. Nessa nascente, também há uma estrada nas proximidades da jusante. Esse caminho concentra o fluxo da nascente, que exfiltra de maneira difusa, e, com isso, cria-se um pequeno canal.

Figura 32 - Mosaico de representações das nascentes estudadas que estão próximas à lava.



Fonte: elaborado pela autora.

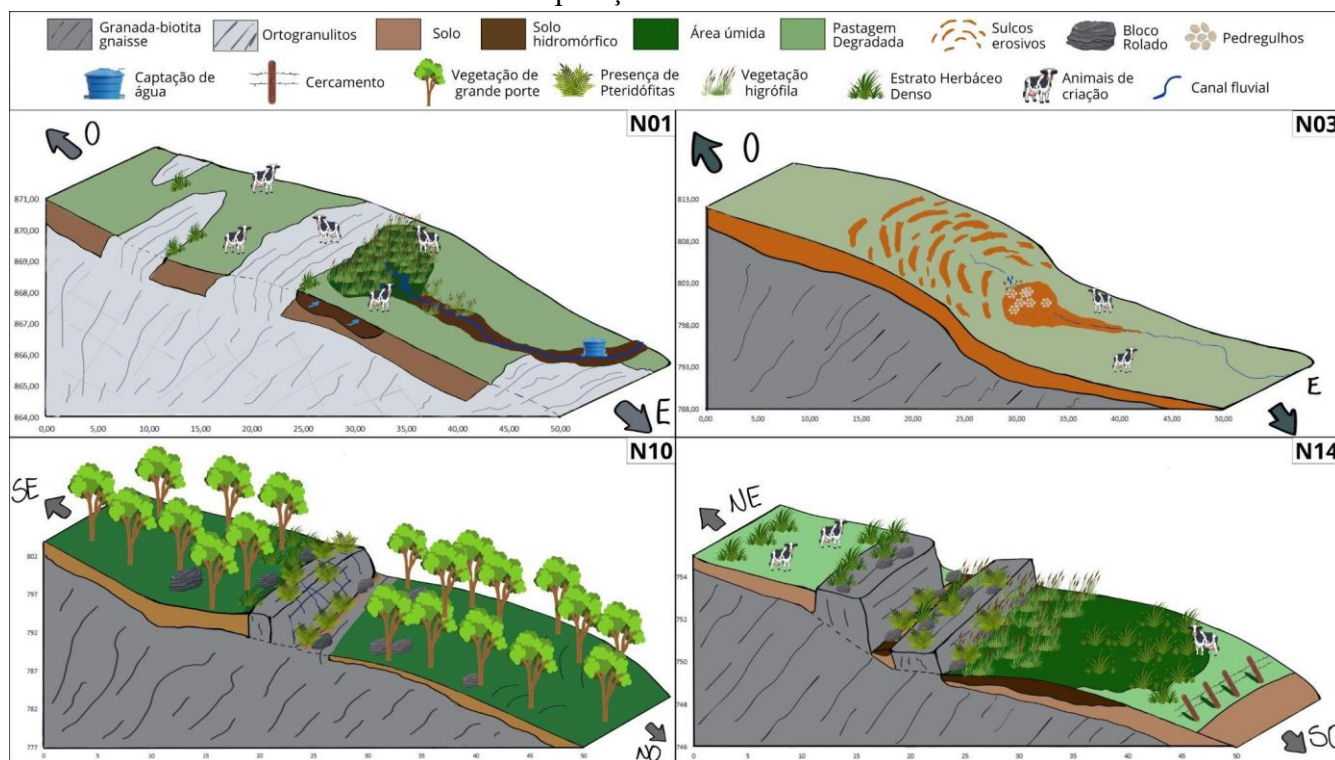
Nas outras nascentes, o solo é mais profundo, sem a presença de afloramentos, mas apresenta alguns fragmentos de rocha rolados. Além disso, em todos foram encontrados elementos que indicam certo grau de preocupação com a qualidade ambiental das nascentes, como cercamentos para dificultar o acesso de animais de criação. Porém, mesmo com os cercamentos, havia pegadas de gado na nascente N04.

As nascentes N05 e N09 são as únicas utilizadas para a captação de água e isso se reflete na proteção existente. No entanto, ambas apresentam problemas que comprometem a qualidade

e a disponibilidade de água para os cuidadores – para além da proximidade com a lavra. A nascente N09 possui pouca vegetação de grande porte em sua APP, pois tem apenas um bambuzal em sua volta, além do fato de que, logo acima, há uma estrada que dá acesso à lavra de mineração, o que pode levar ao assoreamento da nascente. Já a nascente N05, apesar da presença de vegetação, tem graves problemas de erosão e assoreamento. Nela, se abriu uma espécie de cavidade, em que a queda de terra pode resultar na supressão desse hidrossistema.

As nascentes localizadas perto de áreas consideradas recuperadas pelas mineradoras (Figura 33) estão, em sua maioria, em substrato litológico de Granada-biotita gnaiss. Com exceção da N01, é a única nascente que está sobre os ortogranulitos do Complexo Juiz de Fora.

Figura 33 - Nascentes estudadas em áreas que passaram pelos procedimentos de “recuperação” ambiental.



Fonte: elaboração própria.

Essas nascentes apresentaram também um solo raso e exfiltração aparentemente condicionada pelos afloramentos rochosos. A única exceção é a N03, em que não foi possível identificar afloramento nas proximidades, mas estavam presentes pequenos fragmentos de

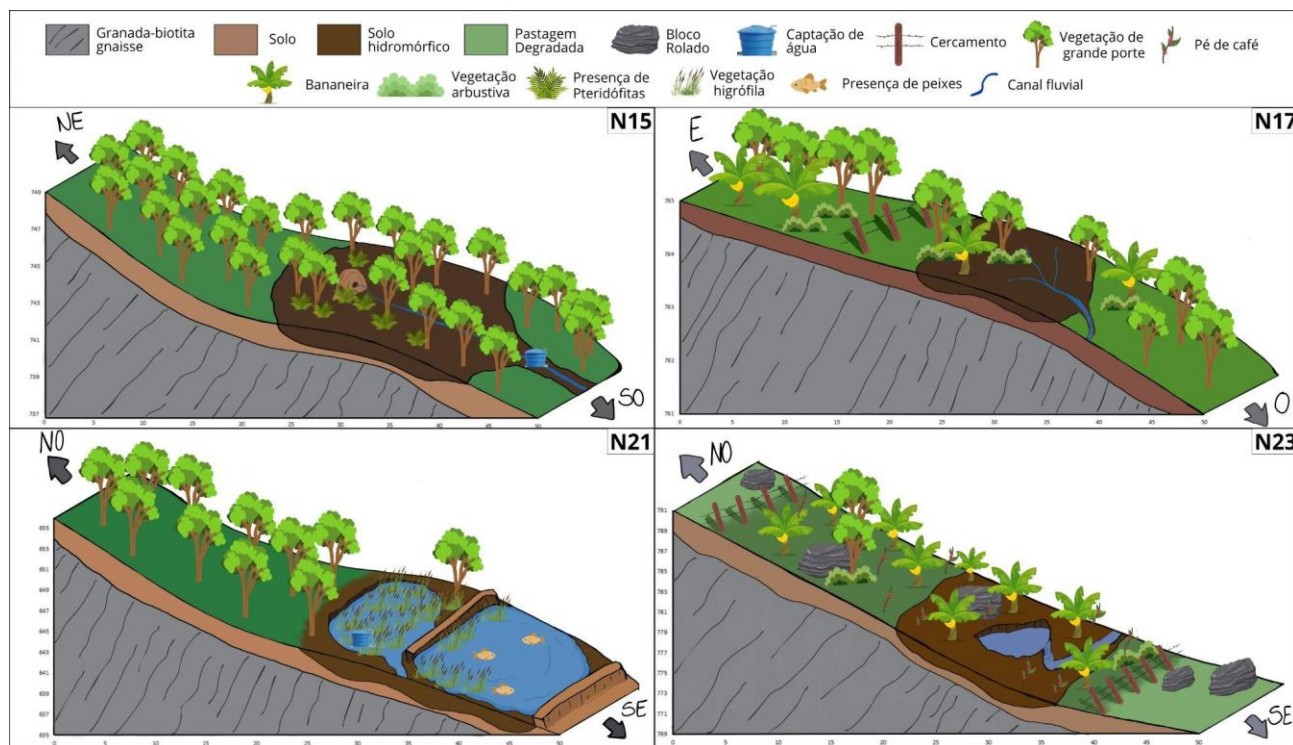
rocha. Tem-se como hipótese que esses fragmentos de rocha estão associados à atividade minerária que ocorreu a montante.

Dentre essas nascentes, apenas a N01 é utilizada para o abastecimento residencial. Entretanto, ela também apresentou o maior grau de presença de animais de criação durante toda a pesquisa. Esses fatores refletem a falta de cuidado com a qualidade ambiental e a disponibilidade de água das nascentes pelos proprietários.

A falta de cuidado parece estar relacionada a não utilização da água das nascentes, que apresentam baixa vazão, e à falta de assistência de órgãos governamentais e não governamentais às famílias. Isso também é refletido pela N10, que, apesar de ter sua APP bastante preservada, apresenta baixa vazão e não é utilizada pelos seus cuidadores.

Por fim, as nascentes localizadas no território de agricultura familiar e resistência à mineração estão todas sobre o substrato litológico de Granada-biotita gnaiss (Figura 34), o litotipo mais comum na área de estudo. Outra característica comum a essas nascentes é a exfiltração difusa e a presença de vegetação em suas proximidades.

Figura 34 - Nascentes nas áreas de agricultura familiar.



Fonte: elaboração própria.

Todas as nascentes são localmente protegidas, com cercamentos e a presença de vegetação, mesmo que esta apresente caráter de agrofloresta, com a inclusão de elementos para a alimentação e o comércio. Essa preocupação é motivada pelo abastecimento das áreas residenciais, mas também pela busca de uma transição agroecológica, em que são instalados Sistemas Agroflorestais e a produção orgânica, pela filosofia franciscana, que busca pelo cuidado com a “Casa Comum” e com a “Irmã Água”, pelos movimentos de retomada Puri, que têm recuperado práticas ancestrais, pela articulação dos cuidadores com movimentos sociais, órgãos governamentais e não governamentais, e institutos de pesquisa, entre outros fatores.

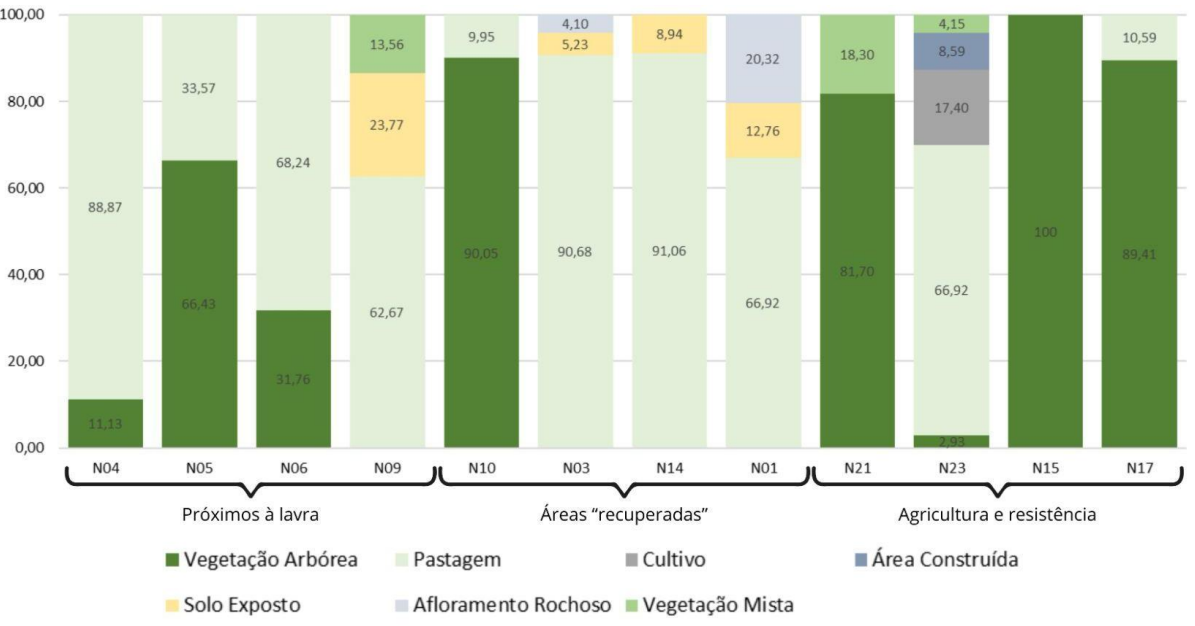
Essas 12 nascentes escolhidas para monitoramento e análises apresentam características fisiográficas bastante parecidas, com pequenas variações no substrato geológico ou no modo de exfiltração. Assim, a maioria está sobre substrato metamórfico (gnaiesses e ortogranulitos); grande parte apresenta exfiltração difusa, sendo apenas a N05 pontual, e a N10 múltipla. Além disso, a maioria das nascentes apresentou morfologia de concavidade ou associação com afloramento rochoso, e apenas a N10 tem morfologia de duto horizontal. A principal diferença fisiográfica encontrada entre elas é a cobertura e o uso da terra, principalmente entre as classes estabelecidas.

4.3 USO E COBERTURA DA TERRA

Para a discussão do uso e da cobertura da terra, foram realizados mapeamentos nas APPs das nascentes e em suas bacias de contribuição. As APPs das nascentes são definidas pela Lei 12.651/2012 como “as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros” (Brasil, 2012), enquanto, pela mesma legislação, as nascentes são definidas como o “afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d’água” (Brasil, 2012).

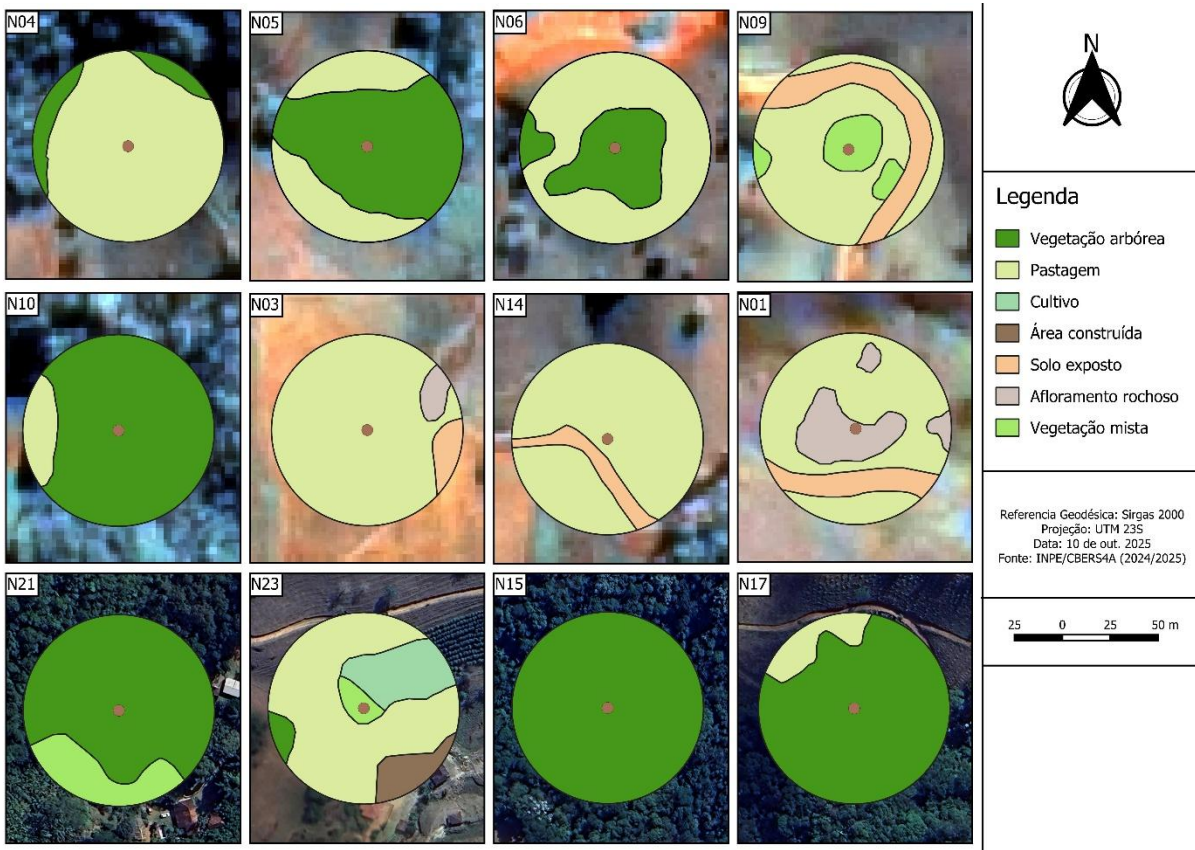
O mapeamento foi dividido entre as três situações analisadas para melhor compreensão (Gráfico 2 e Figura 35). Inicialmente, foi observado que, nos locais considerados como recuperados pelas empresas, as áreas estão pouco preservadas, com predomínio de pastagens e incidência de solo exposto, contribuindo para o aumento da erodibilidade dos solos (com exceção de N10).

Gráfico 2 - Comparação entre a porcentagem de área do uso e cobertura da terra nas APP das nascentes



Fonte: elaboração própria.

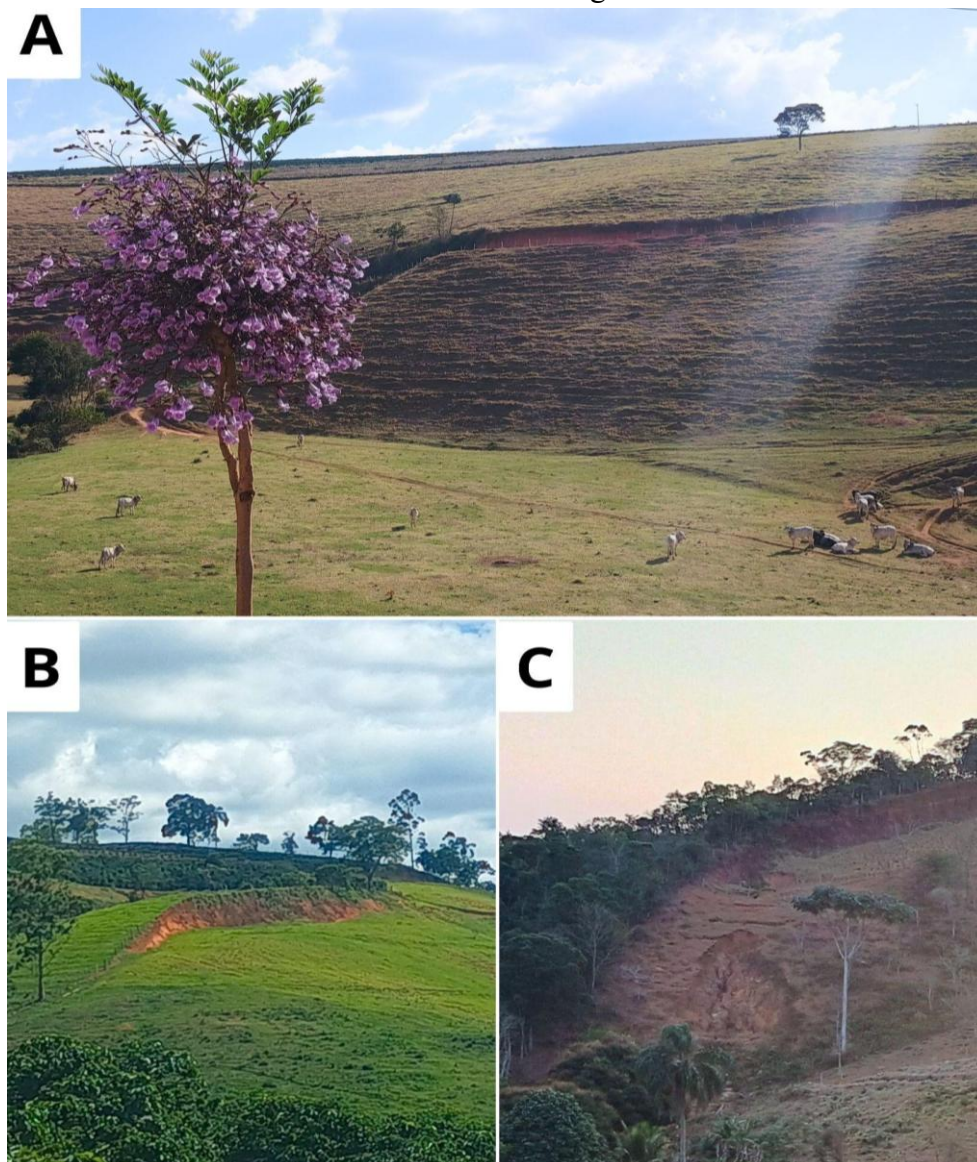
Figura 35- Uso e cobertura da terra na APP das nascentes estudadas.



Fonte: elaboração própria.

Nas pastagens, a presença de animais de criação costuma provocar erosão por pisoteio de gado (Silva *et al.*, 2019), resultado da compactação do solo pelos animais, provocando os chamados terracetes (Figura 36A), que se destacam nas paisagens rurais. As trilhas deixadas pelos bois promovem a remoção do horizonte A do solo, diminuem a quantidade de matéria orgânica e, conseqüentemente, comprometem a agregação das partículas desse solo (Silva *et al.*, 2019). Outro fator que compromete essa agregação é a presença de solo exposto, que favorece o encrostamento da superfície do solo e reduz sua capacidade de infiltração, o que conseqüentemente, prejudica sua capacidade de armazenamento de água (Bertol *et al.*, 2016).

Figura 36- A) Exemplo de uma vertente com a presença de terracetes provocados pelo pisoteio do gado; B) Degrau deixado no relevo pela mineração. C) Voçorocamento decorrente desses degraus.



Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora.

Outro aspecto comum nessas áreas, que aumenta a erodibilidade dos solos nas vertentes e o assoreamento, são os degraus deixados após a atividade minerária (Figura 36B). Esses degraus colaboram para a concentração da água e, mesmo que o solo tenha baixa erodibilidade e alta capacidade de infiltração, ela não consegue infiltrar. É importante destacar que essas antropofomas são diferentes dos terraceamentos utilizados para diminuir a velocidade de escoamento e a erosão superficial, pelo contrário, não há uma preocupação topográfica, o que contribui para a concentração e o escoamento superficial de água, causando erosão acelerada e até voçorocamentos (Figura 36C), condição muito avistada durante os campos.

Para complementar as discussões levantadas pelo mapeamento do uso do solo nas APPs, optou-se também por mapear o uso e a cobertura da terra das bacias de contribuição das nascentes, uma vez que as APPs definidas por lei (Brasil, 2012), não contemplam o caráter sistêmico e heterogêneo das nascentes (Carmo; Felipe; Magalhães Jr., 2014).

A definição de nascente proposta pela lei é criticada por Carmo, Felipe e Magalhães Jr. (2014), uma vez que desconsidera a intermitência das nascentes. A mera definição de um raio mínimo de 50 m para a APP também desconsidera outras características, como a existência de nascentes múltiplas, difusas e móveis. Destaca-se, portanto, a importância da identificação e da caracterização das nascentes, a fim de considerar quais seriam os elementos fundamentais para sua proteção.

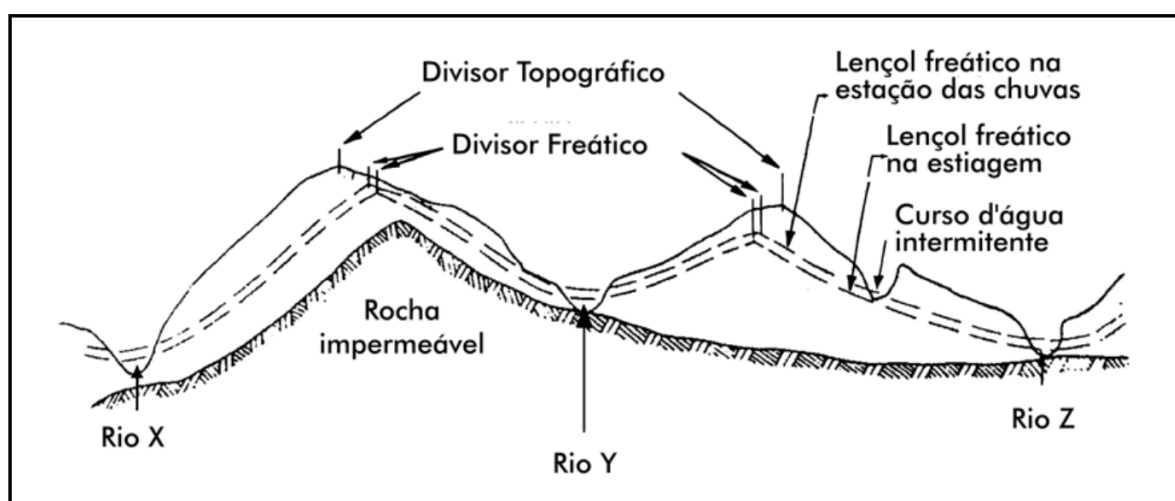
Os autores apontam que a proposta de ideal incluiria a bacia de contribuição, assim como é mencionado na Resolução CONAMA 303/2002. Compreendem-se as limitações da legislação para a proteção desses hidrossistemas, porém, a preservação dessas áreas já é capaz de auxiliar, mesmo que não de maneira ideal, a preservação da fauna e da flora, da qualidade da água e do abastecimento dos fluxos subterrâneos, evitando o assoreamento, a perda de qualidade ambiental e a supressão da nascente.

De acordo com Valente e Gomes (2005), a nascente é também a manifestação superficial de um aquífero ou lençol subterrâneo, que transcende o ponto em que se manifesta. Portanto, a água que emerge dali depende da existência e do armazenamento de fluxos subterrâneos. Desse modo, olhar para a bacia de contribuição de uma nascente é compreender melhor as “relações possíveis entre chuvas, solos, vegetação e sistemas de exploração” (Valente; Gomes, p. 83, 2023).

Uma bacia hidrográfica pode ser definida como a área de captação da precipitação, que culmina em fluxos de água que convergem para um único ponto, o exutório (Collischonn; Tassi, 2008). Dessa forma, a bacia de contribuição, ou área de contribuição da nascente, seria a área que captura a água da chuva que será infiltrada, percolará e se juntará a fluxos subterrâneos que culminarão na nascente.

Contudo, vale ressaltar que os divisores topográficos da bacia não necessariamente correspondem aos divisores freáticos, subterrâneos (Figura 37). Para ter essa garantia, é necessário um estudo minucioso dos aspectos geofísicos da bacia (Valente; Gomes, 2023; Freire e Omena, 2009).

Figura 37 - Diferença existente entre os divisores topográficos e freáticos/subterrâneos.



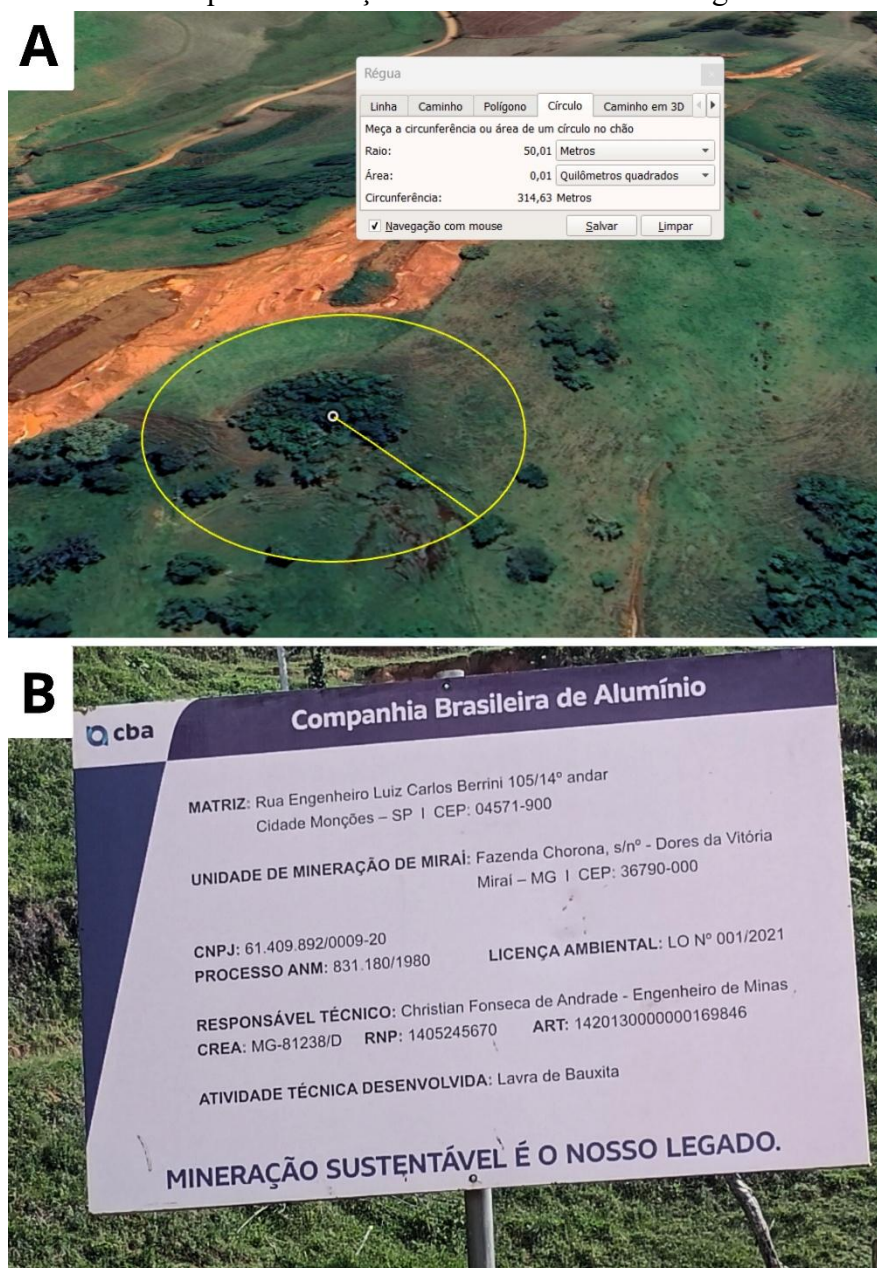
Fonte: Villela e Mattos, 1975.

Essa discussão é pertinente, principalmente em um cenário de exploração intensiva de “recursos” como na mineração. De acordo com Milanez e Wanderley (2025), a atividade minerária tem sido considerada apta para ser incluída na proposta da Taxonomia Sustentável Brasileira (TSB), que incorpora políticas de incentivo econômico para projetos que contribuem com uma economia sustentável. Essa inclusão desconsidera os inúmeros danos socioambientais gerados por essa atividade no território brasileiro.

Porém, como afirmam os próprios autores (Milanez; Wanderley, 2025), em muitos casos, para uma atividade ser considerada sustentável basta apenas estar em conformidade com a legislação. No entanto, esse deveria ser o requisito mínimo para o funcionamento de qualquer empresa. Com isso, surgem situações como a registrada em Rosário da Limeira, em que a

extração de bauxita está a exatos 50 metros da nascente, respeitando o requisito legal da APP (Brasil, 2012), mas comprometendo completamente sua bacia de contribuição e, conseqüentemente, a infiltração, a recarga e o armazenamento de água essenciais para a manutenção dessa nascente (Figura 38A).

Figura 38 - A) O ponto representa uma nascente mapeada em campo, logo acima podemos identificar uma área de extração de bauxita; B) Placa próxima a uma lavra de mineração, com o destaque “Mineração sustentável é o nosso legado”

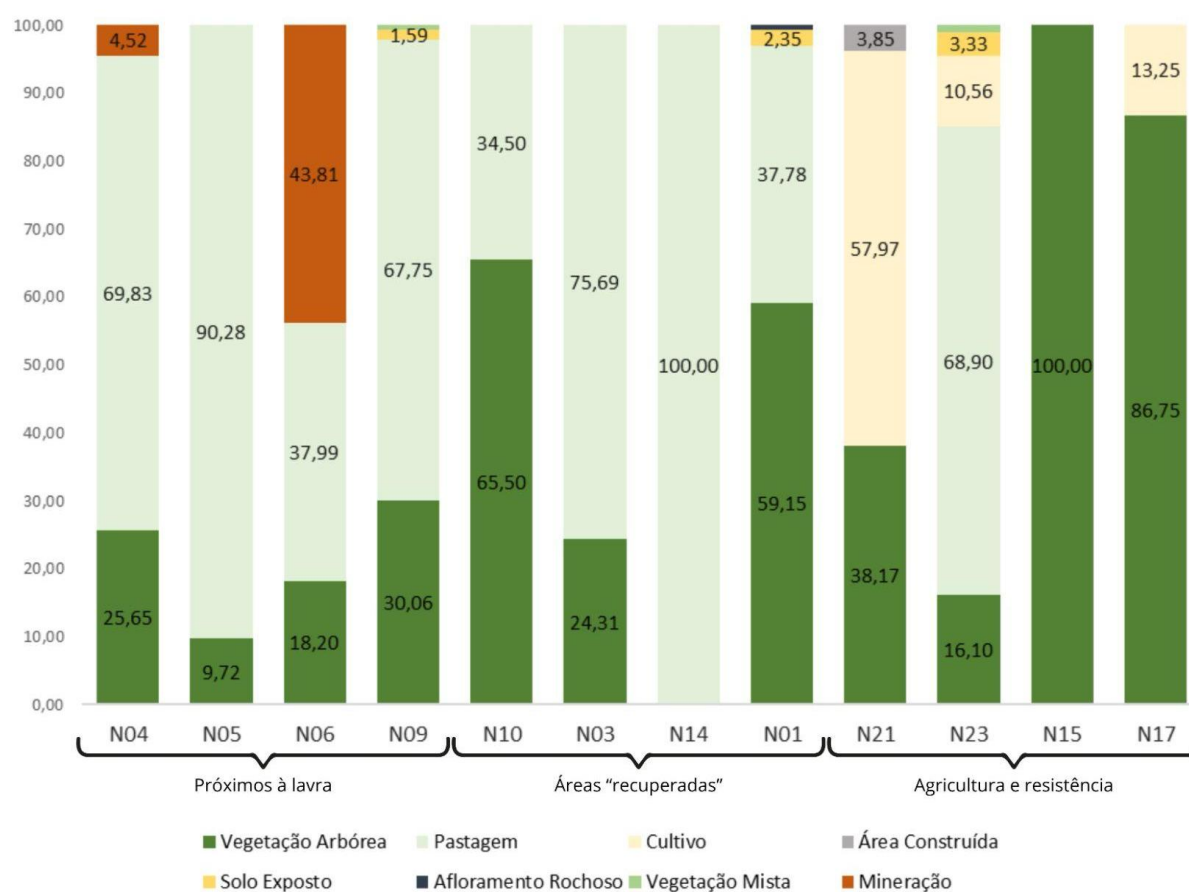


Fonte: Google Earth Pro e foto tirada pela pesquisadora.

A mineração já é uma atividade reconhecida por seu alto consumo de água, que provoca a supressão de nascentes, a contaminação dos corpos hídricos e o rebaixamento de lençóis freáticos (Milanez; Wanderley, 2025), mesmo sem a discussão sobre a importância da existência da bauxita para o armazenamento da água e a manutenção das nascentes. Diante disso, questiona-se a alcunha “mineração sustentável”, estampada pelas empresas de extração mineral que atuam na região (Figura 38B).

Segundo as considerações discutidas, questionei-me sobre a preservação das bacias de contribuição das nascentes nos diferentes locais pesquisados (Gráfico 3). Logo em um primeiro momento, é possível perceber que há um predomínio de pastagens nas bacias de contribuição de nascentes próximas à lavra, enquanto nas de agricultura familiar, essa classe está presente apenas na N23, porém ocupando mais da metade da área.

Gráfico 3 - Porcentagens de área de cada classe definida por bacia de contribuição



Fonte: elaboração própria.

Outro dado que chama a atenção é a atividade minerária, que compreende quase 45% da área de contribuição da nascente N06, a mais próxima da atividade que é contemplada pelo projeto. A extração de bauxita consiste em tirar toneladas de terra para, então, acessar a área com a bauxita, com a supressão de vegetação, além da presença de maquinário pesado, que compacta o solo. Portanto, ao comprometer quase a metade da bacia de contribuição de uma nascente, essa atividade afeta a quantidade de água que infiltra e percola no solo até alcançar os fluxos subterrâneos, prejudicando a disponibilidade e o armazenamento da água exfiltra na nascente e, conseqüentemente, diminuindo a sua vazão, principalmente nos períodos de estiagem.

Ao realizar algumas estatísticas descritivas com esses dados (Gráfico 3), temos que a média de área de vegetação arbórea para a agricultura é de 60,27%, enquanto esse mesmo dado, para as áreas “recuperadas”, é de 37,24%, e, para as próximas à lavra, corresponde a 20,91%. Esses resultados mostram a diferença da preservação das bacias de contribuição em cada realidade.

Para os valores relacionados à pastagem, temos que a média para os territórios de agricultura familiar e resistência é de 17,22%, para as bacias localizadas em áreas “recuperadas”, a média é de 61,99%, e para as localizadas próximas à lavra é de 66,46%. Estas são as duas classes que predominam no uso e cobertura nas bacias de contribuição das nascentes estudadas, além da mineração.

Dessa forma, esses resultados reforçam o que já vem sendo discutido: a mineração de bauxita é uma atividade que coloca em risco a estabilidade e a vida das nascentes da Serra dos Puri. A retirada da bauxita altera a dinâmica da água subterrânea, mas para além disso, rompe com o sistema socioambiental que garante a existência e a qualidade dessas nascentes.

Além disso, as áreas consideradas “recuperadas” pelas empresas mineradoras não demonstraram indicadores de recuperação satisfatórios, com a qualidade e a vazão das nascentes comprometidas, e a APP e a bacia de contribuição das nascentes desprotegidas, sem sequer os requisitos mínimos legais sendo cumpridos. Dessa forma, destaca-se a insuficiência dos métodos e procedimentos de “recuperação ambiental” adotados pelas empresas após a mineração.

Ao passo que, nas áreas onde predominam a agricultura familiar, com esforços para uma transição agroecológica, e a resistência à mineração, as nascentes demonstraram melhor

qualidade ambiental, maiores valores de vazão e maiores porcentagem de área preservada em suas APPs e bacias de contribuição. Esses resultados reforçam a preocupação dos sujeitos com as suas nascentes, ainda que cada cuidador adote medidas diferentes para a proteção, de acordo com seus recursos e conhecimentos.

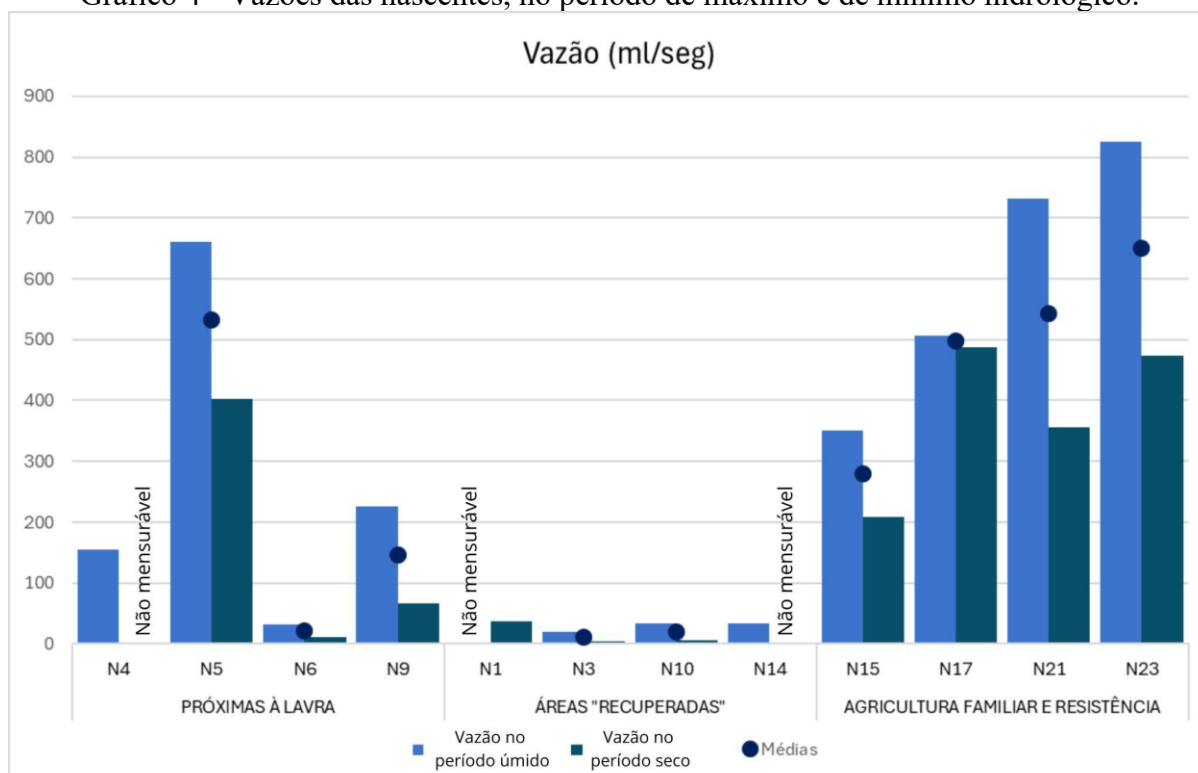
Dessa forma, mesmo que as nascentes não tenham apresentado resultados perfeitos quanto à qualidade e à proteção, em todos os casos a preocupação se mostrou presente e, mais que isso, atuante no território. A resistência à mineração, os signos e toda a carga que a água carrega nesse território se soma e é refletida na paisagem pelas nascentes, demonstrando a importância das relações hidrossociais quando são estudados as dinâmicas e as características de um hidrossistema, seja ele qual for.

4.4 RESULTADOS DO MONITORAMENTO DAS NASCENTES

As nascentes foram visitadas em dois períodos, entre o final de março e começo de abril de 2025, época do máximo hidrológico, e no começo do mês de agosto, no mínimo hidrológico. De maneira geral, todas as nascentes tiveram variações de vazão significativas entre os períodos de máximo e de mínimo hidrológico (Gráfico 4). Porém, ao observar a razão de vazão, as maiores variações são das nascentes em áreas “recuperadas”. A nascente N3 apresenta razão de vazão¹³ com valor de 4,63 e a N10 com valor de 5,29.

¹³ Razão de Vazão = Q_u/Q_s

Gráfico 4 - Vazões das nascentes, no período de máximo e de mínimo hidrológico.



Fonte: elaboração própria.

De acordo com Felipe (2009), o valor da razão de vazão nos oferece dados sobre a estabilidade do volume de água exfiltrado da nascente. Portanto, quanto menor a razão de vazão, maior a regularidade das nascentes. Felipe (2009) apresenta que valores entre 0,74 e 1,15 correspondem a uma vazão relativamente estável, enquanto valores menores que 0,74 apresentam o aumento de vazão no período seco, acima da margem de erro.

A média das razões de vazão para as nascentes da agricultura familiar foi de 1,63; das nascentes próximas à lavra, 2,56; das que estão em áreas recuperadas, 4,96. Esses valores demonstram que, a variação entre as vazões no período de máximo e de mínimo hidrológico são menores nas áreas de agricultura familiar. Entretanto, como a média foi calculada apenas considerando os valores de N3 e N10, sugere-se que essa variação poderia ser ainda maior.

Esses resultados demonstram que as ações realizadas nos territórios de resistência, como a Caminhada Franciscana e a adoção de práticas agroecológicas, contribuem para a manutenção dos fluxos subterrâneos e a estabilidade da vazão das nascentes durante todo o ano, garantindo maior segurança hídrica para as famílias e a funcionalidade das nascentes.

Porém, nas áreas em que houve ações de recuperação, após a extração de bauxita, as nascentes são muito mais dependentes da precipitação, havendo grande redução da vazão nos períodos mais secos.

Ademais, o menor valor de vazão obtida é o da N03. Essa nascente foi a mais degradada encontrada em campo, mesmo estando em uma área recuperada pela empresa. A falta de vegetação em sua bacia de contribuição e a compactação do solo, contribuem para o aumento do escoamento superficial e o assoreamento da nascente, com a redução dos fluxos subterrâneos de água. Ao observar as médias de vazão (Quadro 4), as maiores médias, tanto nos períodos chuvosos quanto nos secos, estão nos territórios de resistência. Esses valores, mais uma vez, validam a eficácia das ações realizadas. Ao mesmo tempo em que, os menores valores médios, para os dois períodos, estão nas áreas recuperadas, após a extração de bauxita, mostrando a ineficácia das ações de recuperação ambiental das empresas e os danos provenientes dessa atividade para as nascentes.

Quadro 4 - Estatística das vazões das nascentes.

Classe	Período	Média	Máximo	Mínimo
Próximas à lavra	Úmido	268,46	661,2127	32,49994
	Seco	160,4492	402,3213	11,70868
	Média	233,4628	531,767	22,10431
Áreas "recuperadas"	Úmido	29,09667	33,90158	19,68271
	Seco	16,01739	37,43491	4,248069
	Média	16,00142	20,03745	11,96539
Agricultura familiar e resistência	Úmido	603,549	825,6436	350,1195
	Seco	381,4489	488,1442	208,7037
	Média	492,4989	649,7705	279,4116

Fonte: elaboração própria.

As nascentes próximas à lavra apresentam valores de vazão bastante distintos. Esses valores podem estar relacionados às diferentes características de cada uma e ao tempo de resposta das nascentes às ações externas. Para uma compreensão dos danos da atividade a essas nascentes, sugere-se a continuação dos monitoramentos a longo prazo. Esses resultados demonstram que a adoção de práticas agroecológicas, as mobilizações em defesa “da casa comum”, os signos da água para os sujeitos e a preocupação com a disponibilidade e qualidade de água que existe no território de resistência à mineração, se mostraram eficazes na manutenção dos fluxos subterrâneos e na estabilidade das vazões, mesmo nos períodos mais secos. Isso promove a funcionalidade da nascente e a segurança hídrica dos cuidadores.

Por outro lado, as nascentes que estão em áreas em que já foi extraída a bauxita, mesmo com as ações de recuperação da empresa, apresentaram menores valores de vazão, nos dois períodos de medição. Além disso, apresentaram a maior razão de vazão, demonstrando a instabilidade da exfiltração. Isso demonstra que as ações de recuperação da empresa são ineficazes, pois mesmo após a recolocação do *top soil* e a revegetação dos locais minerados, a estrutura do solo não é a mesma, promovendo menor infiltração do solo e aumento do escoamento superficial, com o assoreamento da nascente.

Além disso, esses dados indicam que a retirada da bauxita influencia nas vazões das nascentes. Reforçando o argumento de que a bauxita funcionaria como uma “esponja”, e que ao retirá-la também se diminuiria a capacidade de armazenamento de água subterrânea, comprometendo as vazões nos períodos mais secos e tornando as nascentes dependentes das precipitações. Porém, como será visto no próximo capítulo, ao retirar a bauxita, modifica-se todo o sistema socioambiental, o que também vai influenciar diretamente nas vazões. Entretanto, ainda assim, saliento a importância da delimitação de um território livre de mineração, a fim de garantir a funcionalidade das nascentes, a distribuição de água para as bacias do rio Doce e Paraíba do Sul e a segurança hídrica de milhares de pessoas.

Além do monitoramento da vazão, também foram realizados testes de infiltração nessas nascentes. Inicialmente, é importante apontar que não foi possível realizar a medição da infiltração na N01, pois toda a área acessível era composta por pastagem e solo exposto bastante compactados ou afloramentos rochosos, o que impossibilitou a instalação do equipamento no solo e a medição das taxas de infiltração.

Ademais, na nascente N09 também ocorreu problema parecido. Um dos pontos escolhidos para a medição na zona de recarga, por ser próximo da nascente e compreender parte significativa de sua zona de recarga, foi uma estrada de acesso à lavra de mineração. Contudo, outra vez, o grau de compactação do solo impossibilitou a instalação do equipamento (Figura 39). Entretanto, havia outros locais próximos que apresentavam uma terra menos compactada e vegetação, tornando possível a medição.

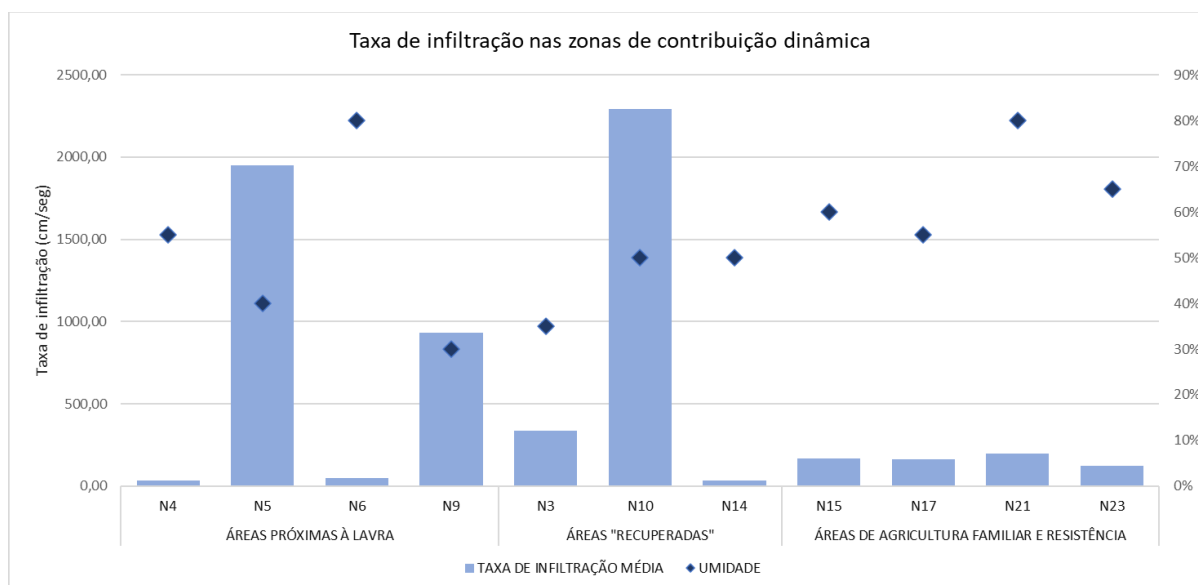
Figura 39 - Tentativa mal sucedida de instalação do equipamento para a estimativa de infiltração da água na zona de recarga da nascente N09, por conta da compactação do solo.



Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora.

Devido às imprecisões do procedimento adotado, discutir esses resultados através de suas médias me parece uma alternativa mais efetiva. Para as zonas de contribuição dinâmica (Gráfico 5), percebe-se que os resultados estão muito relacionados à umidade do solo, conforme o que já é esperado. Isso está muito relacionado à forma de exfiltração das nascentes, pois N06, N14, N15, N17, N21 e N23, que apresentaram as menores taxas de infiltração, são nascentes difusas com grandes manchas de exfiltração, formando um solo hidromórfico e tornando o solo de sua zona de contribuição dinâmica bastante úmido.

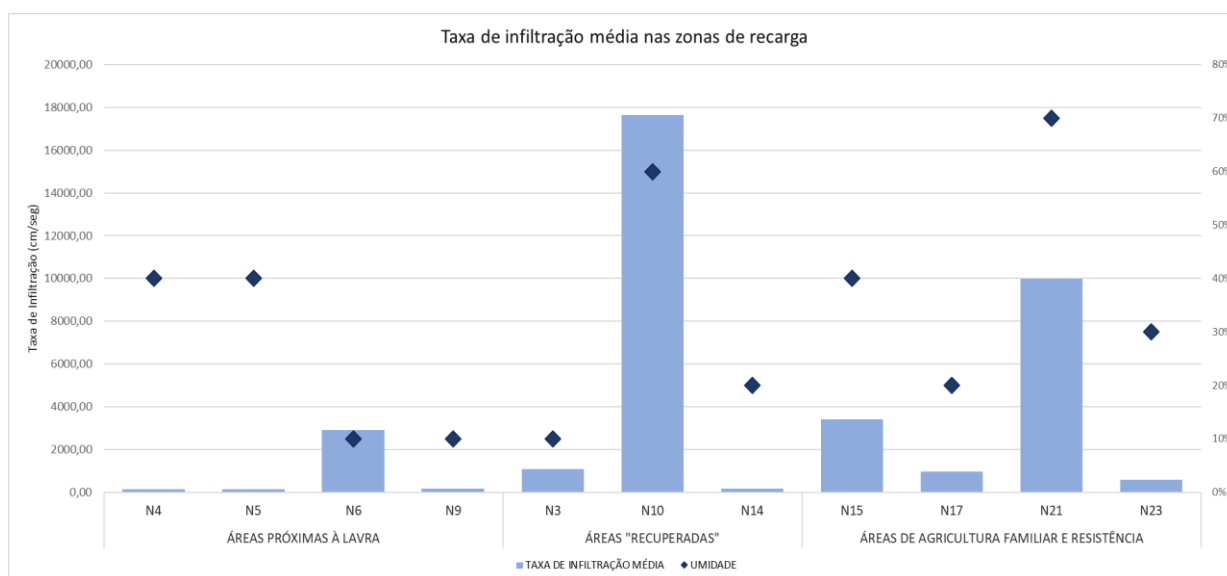
Gráfico 5- Taxas de infiltração média das zonas de contribuição dinâmica das nascentes.



Fonte: Elaboração própria.

Os resultados das taxas de infiltração média para as zonas de recarga das nascentes (Gráfico 6) já estão mais relacionados ao uso e à cobertura da terra nesses locais. As menores taxas de infiltração foram encontradas para as nascentes próximas à lavra, porque prevalecem nesses locais a pastagem e o solo bastante compactado pelas máquinas das mineradoras.

Gráfico 6- Taxas de infiltração média nas zonas de recarga das nascentes.



Fonte: elaboração própria.

As taxas de infiltração nas nascentes N03 e N14, mesmo em um solo de baixa umidade, foram baixas, por motivos muito parecidos com os discutidos no parágrafo anterior. Essas nascentes têm grande parte de sua área de recarga coberta por pastagens bastante degradadas e com o solo compactado pelo pisoteio do gado, o que será discutido ainda neste capítulo.

A infiltração na nascente N10, mesmo estando em uma área em que já ocorreu mineração e com pouca vazão, foi alta. Isso pode estar relacionado a vários elementos, mas, de acordo com o que está sendo analisado, destacam-se a presença de vegetação e o alto teor de matéria orgânica no solo, além do fator declividade, pois o ponto escolhido tinha bastante declividade.

A nascente N06, que possui grande parte de sua área de recarga ocupada por atividades de lavra, com o solo altamente compactado, não obteve valores tão baixos para infiltração (Gráfico 6), pois a medição foi realizada em uma parte que era arborizada, com presença de matéria orgânica e sombra, produzindo um solo mais seco, se comparado aos outros casos.

Conclui-se, então que, apesar do ensaio de Hills não ter se mostrado rigoroso o suficiente para as análises propostas, algumas considerações relevantes puderam ser feitas. Para as zonas de contribuição dinâmica das nascentes, as taxas de infiltração parecem estar muito relacionadas com o grau de umidade do solo e a quantidade de matéria orgânica presente nele. Isso se deu, pois, estando em um ambiente rural, em que as pessoas utilizam a água das nascentes em seu dia a dia, a maioria das nascentes analisadas contém alguma vegetação próxima e cercamento, mesmo que incipiente.

Já para a zona de recarga, o que sobressaiu foi a influência das taxas de infiltração entre os diferentes usos e coberturas da terra. As menores taxas de infiltração estão nos locais com pastagem e solo compactado, enquanto as maiores taxas correspondem aos locais em que há maior presença de vegetação. Entretanto, ressalta-se também o papel da declividade, uma vez que o ponto em que foi feita a medição para a nascente N21, além de bastante vegetação, também tinha grande declividade.

4.5 QUALIDADE AMBIENTAL DAS NASCENTES

Para discutir a qualidade ambiental dessas nascentes, foi realizado o Protocolo de Análise Ambiental de Nascentes (PAAN) (Moura, 2020), baseado em três indicadores

(pressão, estado e resposta) e 12 parâmetros (Quadro 5) que avaliam desde a qualidade da água até as medidas adotadas para a gestão dessa nascente.

QUADRO 5 - Resultados dos parâmetros do PAAN.

		Próximas à lavra				Áreas "recuperadas"				Agricultura e resistência			
Nascentes		N04	N05	N06	N09	N10	N03	N14	N01	N21	N23	N15	N17
Pressão	Assoreamento (A)	2	1	3	2	3	1	2	2	3	3	3	3
	Degradação da APP (B)	1	2	2	1	3	1	1	1	3	1	3	3
	Acesso (C)	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	3	3
	Intervenções (D)	2	1	2	2	3	1	2	3	2	2	3	3
Estado	Coliformes termotolerantes (E)	1	3	1	1	3	1	1	1	1	3	2	2
	OD (F)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Fósforo (G)	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
	Óleos e graxas (H)	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3
Resposta	Programas de EA (I)	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	3	3
	Articulação (J)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3
	Projetos de recuperação e proteção (K)	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
	Controle de erosão (L)	1	1	2	2	3	1	1	1	3	2	3	3

Fonte: Elaboração própria.

É importante resgatar a compreensão da nascente como um hidrossistema complexo, dotada de um auto-organização própria, em constante troca de matéria e energia com outros sistemas adjacentes (Moura; Felipe, 2024). Ademais, a maioria dos sujeitos envolvidos nesta pesquisa utilizam as nascentes como a principal fonte de água para suas atividades diárias. Portanto, compreende-se a importância de ir além da disponibilidade de água, incluindo a discussão sobre a qualidade ambiental desses hidrossistemas.

Esses resultados foram organizados para melhor visualização de quais os indicadores obtiveram as piores e as melhores performances no protocolo. Essa disposição busca facilitar os instrumentos de gestão dessas nascentes (Quadro 6).

Quadro 6 - Resultados dos cruzamentos de primeira (ex.:A+B=1) e segunda (ex.: A+B=1 e C+D=1; indicador de pressão = 1) ordem e resultado final do PAAN.

		Próximas à lavra				Áreas "recuperadas"				Agricultura e resistência			
Nascentes		N04	N05	N06	N09	N10	N03	N14	N01	N21	N23	N15	N17
PRESSÃO	Morfodinâmica (A+B)	1	1	2	1	3	1	1	1	3	2	3	3
	Contato (C+D)	1	1	1	2	2	1	1	2	1	2	3	3
	INDICADOR DE PRESSÃO	1	1	2	2	4	1	1	2	3	3	5	5
ESTADO	Poluição microbiológica (E+F)	2	3	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2
	Poluição Bioquímica (G+H)	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3
	INDICADOR DE ESTADO	4	5	4	4	5	3	3	3	4	5	4	4
RESPOSTA	Governança (I+J)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3
	Recuperação Ambiental (K+L)	1	1	1	1	2	1	1	1	3	1	2	2
	INDICADOR DE RESPOSTA	1	1	1	1	2	1	1	1	4	2	4	4
RESULTADOS		114	115	124	124	245	113	113	123	344	235	445	445

Fonte: Elaboração própria.

Os parâmetros utilizados nos permitem olhar para a nascente como um todo e ir além da qualidade da água. Aqui a nascente é vista também como um híbrido, um ambiente dotado de complexidade. O PAAN não isola as variáveis para compreender as nascentes, pelo contrário, ele as integra.

A nascente aqui é vista como um sistema ambiental, contemplando “(re)transformação, (re[s])significação e reapropriação incessantes [...], e inclui, necessariamente, os seres humanos” (Souza, 2019a, p. 79). Tanto questões como a presença de coliformes na água, quanto a existência de cercamento e a preocupação com o controle da erosão por parte dos

cuidadores, são abordadas pelo método. As ações de cada sujeito estão interligadas e impactam diretamente na qualidade ambiental da nascente.

Os parâmetros de pressão apresentaram os piores resultados para as nascentes encontradas em áreas “recuperadas” pela empresa após as atividades minerárias, principalmente para a morfodinâmica, por conta dos resultados ruins nos parâmetros de assoreamento (A) e degradação da APP (B). Além disso, o resultado também foi ruim para “acesso de pessoas e animais domésticos e criações” (C), mas para “intervenções diretas com modificações das características morfológicas” (D) os resultados foram melhores.

A única exceção para as nascentes nesse contexto foi a N10, que apresentou resultados bons para morfodinâmica e resultados bons e médios para contato. Isso porque a nascente tinha alto grau de proteção, sem marcas de erosão nas proximidades e com seu arredor florestado.

Já a N03 (Figura 40), obteve resultado “ruim” em todos os parâmetros de pressão, pois, em campo foi possível observar alto grau de assoreamento, além de registrar uma das maiores áreas de pastagem na sua APP. Além disso, ela não possui qualquer tipo de cercamento e proteção, com o acesso muito facilitado de pessoas ou animais de criação. As vertentes em sua volta possuem um solo com alto grau de erodibilidade, relacionado ao pisoteio do gado e ao aumento do escoamento superficial após as atividades minerárias, que ocorreram à montante da nascente, onde há a presença do degrau deixado pela mineração.

Figura 40 - Nascente 03 em duas perspectivas diferentes. Localmente, é possível identificar o alto grau de assoreamento e, observando através da estrada, identifica-se a erosão em suas vertentes próximas



Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora.

Para as nascentes próximas às áreas de lavra, esses parâmetros obtiveram resultados entre médios e ruins, com exceção da N04 e N06, porque não apresentaram sinais de assoreamento. Por exemplo, a N06, apesar de estar cercada, apresenta uma proximidade muito grande com a mina em atividade, que tem acesso facilitado, o que resultou em um resultado ruim (1). Já a N09, apesar de também estar próxima à lavra (e a residências), apresenta várias cercas e uma vegetação mais densa em seu entorno imediato, resultando em um resultado médio (2). Dessa forma, essas nascentes apresentaram resultados entre 2 e 1 (de 5), para os parâmetros de pressão.

Já nas áreas de agricultura familiar e transição agroecológica, os resultados para os parâmetros de pressão foram melhores. As nascentes N21 e N23, no entanto, apresentaram resultados “ruim” e “médio” para os parâmetros de acesso e intervenções. Isso está relacionado à proximidade entre a residência dos cuidadores e a nascente, assim, elas apresentam fácil acesso e há intervenções diretas realizadas nelas para facilitar o abastecimento de água.

Porém, esse grupo de nascentes também apresenta alto grau de preservação da APP, sendo que apenas a N23 destoava desse padrão e apresenta, na APP, pastagem e área construída. Esse parâmetro reforça o que tem sido reconhecido no decorrer da pesquisa, entretanto, cada família adota medidas de proteção com base em seus próprios conhecimentos, necessidades e recursos. Destaca-se, porém, que essa preocupação existe e é mobilizada em ações concretas, que refletiram nos resultados para esse parâmetro.

Os resultados para os parâmetros de estado, à primeira vista, tiveram as três classes com valores muito parecidos. Entretanto, novamente, as nascentes nas áreas que passaram por processos de recuperação ambiental pelas empresas mineradoras obtiveram os piores resultados.

Para a poluição microbiológica, a maior parte das nascentes tiveram resultados “médio” (2) ou “ruim” (1), principalmente devido à presença de coliformes termotolerantes nas águas, associada à presença e ao acesso livre de animais de criação nas proximidades da nascente (Figura 41). A presença dos coliformes termotolerantes, principalmente a de *E. coli*, é associada ao risco de doenças, porque, conforme foi dito, essa bactéria é um organismo específico do intestino de humanos e animais de sangue quente, sendo indicativo de contaminação por fezes. Apesar de algumas cepas dessa bactéria serem inofensivas, outras são tóxicas e ameaçam a vida, podendo causar gastroenterite (Metcalf; Eddy, 2016; Von Sperling, 1996).

Figura 41 - A) Na nascente 01, fezes dos animais de criação em cima da caixa d'água. B) Na nascente 03, pegadas de animais de criação.



Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora.

Entretanto, para todas as nascentes, o resultado para o Oxigênio Dissolvido foi “bom” (3). Esse é um parâmetro essencial para a manutenção da vida dos organismos aeróbios presentes nas águas, e a poluição é um dos principais motivos para baixas taxas de Oxigênio. Aqui, esses resultados estão associados à inexistência de despejo de esgoto nas proximidades dessas nascentes.

Para a poluição bioquímica, de modo geral, as nascentes obtiveram resultados bons (4 e 5), porém nas águas das nascentes N03, N01 e N14 foi identificada iridescência. Esse fator fez com que as nascentes em locais considerados como “recuperados” pelas empresas, obtivessem valores médios (3) para os parâmetros de estado.

Em todas as nascentes localizadas em áreas de transição agroecológica, não foi identificada a possibilidade de acesso por animais de criação. Ainda assim, as nascentes 15 e 17 apresentaram coliformes termotolerantes em suas águas. A hipótese para esse resultado é a existência de animais silvestres de sangue quente que transitam nesses pontos, pois essas nascentes estão em locais de mata fechada e densa.

Já a nascente N21, apresenta um cenário mais difícil de ser decifrado, pois a presença de coliformes termotolerantes foi expressiva. Algumas hipóteses podem ser apontadas: a

primeira delas é a contaminação por conta de descarte inadequado de dejetos pelas casas à montante, já que essa nascente está localizada em uma baixa vertente. Outra possibilidade são os excrementos dos animais domésticos que vivem no quintal da residência, e têm fácil acesso à nascente. E, por fim, a contaminação por animais silvestres, pois na comunidade existem fragmentos de mata atlântica e cultivos com características de agrofloresta, que atraem e preservam a biodiversidade (Baggio; Medrado, 2003).

Os resultados encontrados para os parâmetros de pressão estão interligados com o contexto geográfico dessas nascentes, pois elas estão localizadas em áreas rurais e pouco adensadas. A maioria delas tinha cercamento e não foi encontrado despejo de esgotos irregulares em suas proximidades. Assim, os proprietários que utilizam essas nascentes para o abastecimento, mesmo os que moram próximos à área de lavra, se preocupam em, no mínimo, preservar a qualidade da água. Os piores valores de estado, no geral, foram encontrados nas nascentes que não são utilizadas para o abastecimento da residência de seus cuidadores.

Nos parâmetros de resposta, há uma diferença muito grande entre os resultados para as nascentes em locais de transição agroecológica e resistência, e os outros grupos de nascentes. Sobre o parâmetro “Existência de programas e/ou projetos de Educação Ambiental voltados para a população que utiliza a nascente”, as nascentes 21, 15, e 17 recebem anualmente turmas de instituições de ensino próximas, como a Universidade Federal de Juiz de Fora, o Instituto Federal de Muriaé e a Universidade Federal de Viçosa (UFV), para discutir manejos agroecológicos, resistência à mineração e preservação das suas nascentes e da água. Além dessas visitas, também há atendimento por projetos do Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata (CTA-ZM), do Movimento pela Soberania Nacional da Mineração (MAM) e de outras instituições que atuam na área, que realizam oficinas e assistência técnica para essas propriedades. Nessas atividades, um dos temas mais abordados é a educação ambiental, com ênfase nas nascentes.

Os cuidadores das N15 e N17 realizam, anualmente, eventos de proteção e preservação ambiental, que reúnem a comunidade, profissionais, curiosos, estudantes e professores universitários para discutir temas de Educação Ambiental. Além disso, todo ano ocorre a Semana das Águas em Muriaé, na qual acontecem eventos na propriedade, com as escolas do município, para discutirem sobre as águas e as nascentes.

Os cuidadores da N21 já foram atendidos pela UFV, em parceria com o CTA-ZM, através do projeto de quintais agroecológicos. Durante esse projeto, diversos manejos de

conservação e agroecologia foram ensinados, discutidos e implementados. Esse projeto engloba a nascente desses cuidadores, uma vez que ela está, literalmente, no quintal deles.

Já na nascente N23, os cuidadores recebem menos visitas e não participam tão ativamente de projetos voltados para esse tema. Porém, de acordo com o que foi relatado, a proximidade com a Vila dos Franciscanos e o costume de frequentar o local os incluem nessas atividades. Por exemplo, o caminho da Caminhada Franciscana que é feito no sul da Serra, passa por sua comunidade. Eles participam desse encontro, em que se discute sobre diversos temas de Educação Ambiental, como as nascentes, a preservação e a agroecologia.

Ademais, em todas as outras nascentes, os seus cuidadores relataram que não participam de nenhum programa de Educação Ambiental, promovido por quaisquer instituições ou mesmo pelas próprias comunidades. Dessa forma, foram avaliados como “ruim” nesse parâmetro.

Em relação à “Articulação entre populações e entidades de regulação e de meio ambiente”, os resultados “bons” estão relacionados à boa articulação política dos cuidadores, principalmente relacionada à presença e atuação nos movimentos sociais e sindicatos. Os cuidadores das nascentes N21, N15 e N17 são líderes políticos em suas comunidades e têm amplo contato com a prefeitura e secretaria ambiental de seus respectivos municípios e também com o Instituto Estadual de Florestas (IEF), pela proximidade com o PESB. A nascente N23 foi colocada como média, pois, apesar da menor articulação política, os seus cuidadores costumam participar de atividades e ações na Vila Franciscana e conferências municipais.

Todos os outros cuidadores relataram que não têm nenhum tipo de articulação política na atualidade. Porém, um dos cuidadores de uma nascente em torno da lavra relatou que, há cerca de 20 anos, foi presidente do sindicato dos agricultores, mas isso não foi levado em consideração devido à distância de tempo. Dessa forma, todas as outras nascentes receberam o resultado “ruim”.

Sobre a “Existência de programas para a proteção e/ou recuperação de nascentes”, apenas os cuidadores da nascente N21 relataram já terem sido atendidos por algum projeto ou programa para a recuperação e proteção de nascentes. Esse projeto foi o Renascer, uma parceria entre o IEF, a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (Emater-MG) e a Prefeitura de Muriaé. O Renascer ocorreu entre os anos de 2014 e 2017, e a

comunidade foi escolhida pela concentração de nascentes que deságuam no rio Preto, responsável por aproximadamente 20% do abastecimento de Muriaé (G1, 2017).

Nas nascentes N09 e N06, foi relatado pelos cuidadores que a mineradora realiza coletas de água mensais, porém, o motivo e resultado dessas coletas não são compartilhados com os moradores e usuários dessa água. Essas coletas foram entendidas, então, como a satisfação de protocolos ambientais que devem ser cumpridos pela empresa mineradora, por abrir lavra próxima às nascentes e publicitar o título de “Mineração sustentável”, e não como ações para a proteção ou recuperação dessas nascentes.

Por fim, para “Combate e/ou controle dos processos erosivos na APP”, obtiveram o resultado “bom” principalmente as nascentes em que os moradores relataram o reflorestamento da área. Contudo, foi considerada também a presença de outras metodologias para o combate desses processos, pois, de acordo com Skorupa (2004), a preservação da vegetação garante a estabilidade do solo, evitando erosões, desmoronamentos e o assoreamento de hidrossistemas. Além disso, o reflorestamento e a manutenção da vegetação próxima às nascentes também garantem a recarga subterrânea e regula o fluxo de água superficial e subsuperficial. Com isso, é possível conter o assoreamento e a contaminação de ambientes hídricos (Skorupa, 2004).

Nas nascentes N06 e N09, existem algumas medidas de controle de erosão, como a presença de contenções de borracha para evitar o escoamento de lama até a nascente e à propriedade dos cuidadores, e a escavação de bacias de contenção de água e sedimentos (Figura 42). Apesar de haver essas medidas, as nascentes foram consideradas como “média”, pois o principal motivo da erosão nas proximidades dessas nascentes ainda está em curso, que é a mineração de bauxita em suas bacias de contribuição.

Figura 42 - A) Uma das contenções instaladas pela empresa para preservar os corpos hídricos de enxurradas de água e sedimentos. B) Uma das bacias de contenção construídas na estrada aberta pela mineradora.



Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora.

Os resultados das nascentes nas áreas de transição agroecológica e resistência popular refletem a melhor qualidade ambiental desses hidrossistemas, pois apresentam os melhores índices para os valores de pressão e resposta. Esses resultados demonstram que a preocupação com a proteção e o cuidado com as nascentes e com a Irmã Água vai muito além do discurso, sendo refletida em ações práticas, que buscam a supressão de pressões ambientais e a manutenção da qualidade da água. Além disso, os cuidadores dessas nascentes buscam uma transição agroecológica, que também se reflete nos bons resultados encontrados.

A agroecologia e os sistemas agroflorestais, além de práticas populares de base ecológica, podem ser considerados uma área da ciência de natureza multidisciplinar. A estratégia da agroecologia é sistêmica, uma vez que une a política com o manejo do solo e das

plantas. Ela também prioriza as espécies nativas e a diversidade de plantas cultivadas, preservando a biodiversidade, permitindo a produção de alimentos, concomitante à preservação ambiental e cultural (Baggio; Medrado, 2003; Ferraz, 2021).

Vale ressaltar que, independente da forma de manejo adotada nessas propriedades, as ações de resistência à mineração e a agricultura familiar, de forma geral, tiveram uma capacidade de resposta muito positiva referente à qualidade das nascentes. Por tanto, mesmo nas propriedades que não exercem a agroecologia, os indicadores se mantiveram altos.

As nascentes das áreas “recuperadas” obtiveram os piores resultados ambientais. Elas registraram valores ruins nos três aspectos analisados: pressão, estado e resposta. Isso demonstra que as ações de recuperação que as empresas adotam após a atividade de lavra são insuficientes, pois não satisfazem as necessidades ambientais para a manutenção da qualidade das nascentes.

A única nascente que difere desse padrão é a N10 (Figura 43). Ela chama a atenção, primeiramente por apresentar bons resultados para os parâmetros de pressão. Isso ocorre, pois, grande parte da APP dela está preservada e não foi identificado assoreamento em suas proximidades. Porém, de acordo com o seu cuidador, as cercas que existem nas proximidades são para a divisão de propriedades e não para a sua proteção, já que foi relatado que o gado acessa a nascente e, por isso, obteve como resultado “médio”.

Figura 43 - A nascente N10 é uma das com melhor qualidade ambiental, mas tem uma das menores vazões.



Fonte: foto tirada pela pesquisadora.

Para a N10, os únicos parâmetros que não atingiram resultados satisfatórios foram os de resposta, pois os moradores relataram que não participam de nenhum programa de Educação Ambiental, não estão articulados com nenhum tipo de movimento social ou entidade de regulação e não têm sido atendidos por projetos de recuperação de nascentes. Porém, devido ao fato de a APP ser preservada, o controle da erosão é eficaz.

Apesar da boa qualidade ambiental dessa nascente, ela é uma das que apresenta menores valores de vazão. Inclusive, seu cuidador relatou que, anteriormente à mineração, suas águas eram usadas para o abastecimento residencial. Porém, atualmente, mesmo havendo boa qualidade ambiental e boa qualidade de água, a nascente quase não existe mais, com vazão limitada a gotículas de água.

Com isso, volta-se à provocação inicial, sobre a relação entre a disponibilidade de água e a qualidade ambiental da nascente. Em um ambiente no qual os moradores têm como principais fontes de abastecimento residencial suas nascentes, pensei, inicialmente, sobre como um grande volume de água não é suficiente para garantir a segurança hídrica desses sujeitos, se desacompanhado da boa qualidade ambiental da nascente.

Porém, nessa situação ocorreu justamente o contrário, existe uma boa qualidade ambiental, uma das melhores registradas durante a pesquisa. Entretanto, após as atividades minerárias a montante da nascente e, conseqüentemente, o rebaixamento das águas subterrâneas, a vazão diminuiu a ponto de não permitir mais o abastecimento da família, ameaçando sua segurança hídrica.

As nascentes localizadas próximas à área de lavra também obtiveram resultados ruins no PAAN. Isso significa que as pressões relacionadas à mineração já estão sendo sentidas por elas, se refletindo justamente nos parâmetros de pressão, que, para todos os casos, obtiveram resultado “ruim” ou “médio”. Além disso, destaca-se o assoreamento e a erosão nas vertentes próximas a essas nascentes, pois, mesmo que as mineradoras utilizem técnicas de combate à erosão, as atividades minerárias têm aumentado o escoamento superficial e o assoreamento dos corpos hídricos.

5 A RUPTURA DO CICLO HIDROSSOCIAL DA SERRA DOS PURI

A partir dessa discussão sobre a proteção e a qualidade ambiental das nascentes nas diferentes condições estudadas, já é possível compreender um pouco sobre como as águas e os hidrossistemas internalizam as relações sociais e políticas, o que acaba modificando todo seu ciclo. O ciclo hidrológico tradicional, no entanto, ignora essa complexidade, ignora o sujeito que é responsável por seu desenho, o ser humano, que é, ele próprio, composto aproximadamente por 70% de água (Linton; Budds, 2014; Porto-Gonçalves, 2023).

Dessa forma, os sujeitos são partes fundamentais do ciclo da água, uma vez que ela compõe nosso corpo, nossos alimentos e nosso cotidiano. Todo o sistema agrário-agrícola e industrial faz parte desse ciclo. Esses fatores o complexificam profundamente, ao considerar a relação sociedade-natureza embutida nele (Porto-Gonçalves, 2023).

O ciclo hidrológico tradicional de Horton, embora considere os fluxos de água como independentes da ação humana, não é neutro. Pelo contrário, é uma construção social com consequências políticas. Foi criado nos Estados Unidos, com o objetivo de desenvolver um campo da investigação científica, além de buscar o controle sobre a água, contribuindo para uma visão de “recurso hídrico” a ser explorado. Dessa forma, o próprio ciclo hidrológico, que tenta ser neutro, uma “ciência dura”, é uma representação da água que surgiu em certo contexto histórico, para servir determinado fim político (Linton; Budds, 2014).

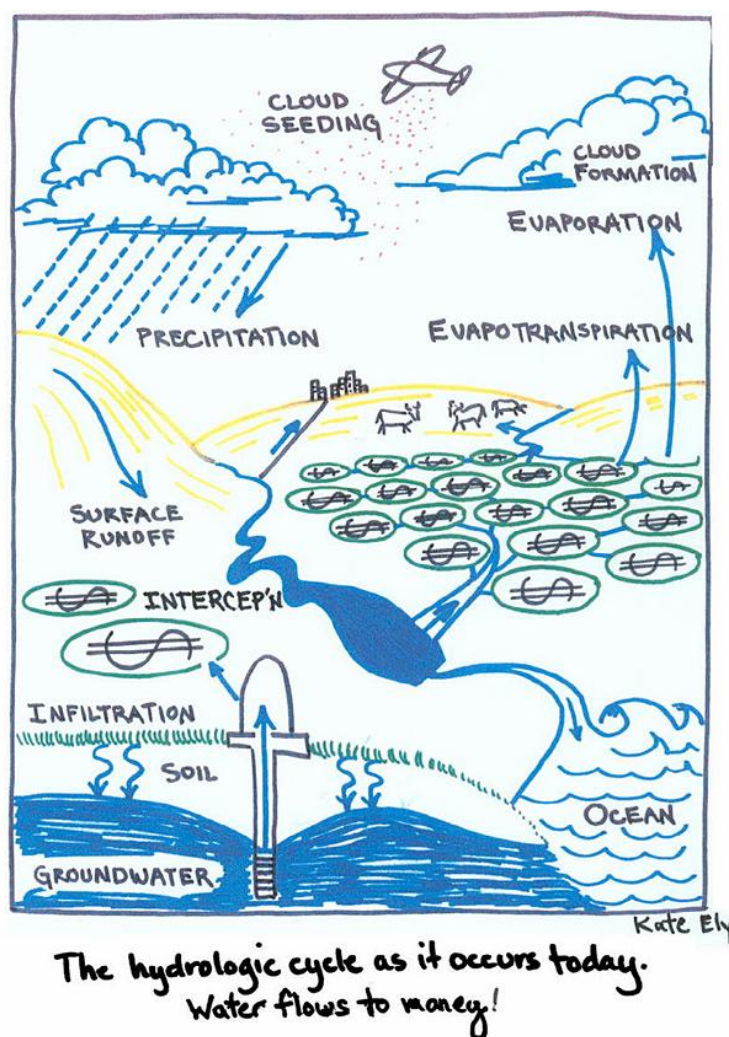
Em contraponto ao tradicional ciclo hidrológico, emerge o ciclo hidrossocial, que reconhece os entrelaçamentos da água com os processos ecológicos e com a sociedade humana. Isso porque as circunstâncias históricas que deram luz ao ciclo hidrológico estão mudando e dando espaço a outras formas de compreender as águas e refletir sobre sua dimensão social (Linton; Budds, 2014). Assim, o ciclo hidrossocial surge de um novo contexto, que envolve a crise ambiental (Leff, 2006) ou, então, a desordem ecológica global (Porto-Gonçalves, 2023), já discutidas anteriormente.

Portanto, reconhece-se que “o ciclo da água não é externo à sociedade, ele a contém, com todas as suas contradições” (Porto-Gonçalves, 2023, p. 419). Ao internalizar as relações sociais e políticas, e desafiar e transcender o dualismo sociedade-natureza, a água tem a capacidade de desvelar camadas profundas da atual crise ambiental que vivemos (Linton; Budds, 2014).

A água circula pelos rios, pelos mares, pelas massas de ar e também sob a forma de mercadorias. Cada vez mais, a água obedece à lógica do mercado e flui de acordo com os fluxos do capital. Assim, além das forças físicas, as forças políticas movimentam esses fluxos. Como a água se infiltra em tudo, ela flui pelo espaço e pelo tempo, incorporando as contradições sociais e sendo moldada pelas práticas e discursos humanos. Assim, a água é um fluxo físico, mas também um elemento social e inerentemente (Swyngedouw, 2004; Bakker, 2012; Linton; Budds, 2014; Porto-Gonçalves, 2023).

Para ilustrar como a água tem fluído de acordo com os fluxos do capital, Linton e Budds (2014) trazem essa esquematização feita por Kate Ely (Figura 44), a partir de sua experiência com algumas tribos indígenas no Noroeste dos Estados Unidos. Ela tenta retratar como a água flui para o capital, resultando em sua desapropriação para essas comunidades.

Figura 44 - Esquema que representa como a água flui através dos fluxos do capital.



Fonte: Linton e Budds (2014).

De certa forma, essa discussão um faz paralelo com a ideia de desordem ecológica global de Porto-Gonçalves (2023). Ele argumenta que esse desequilíbrio ecológico, impulsionado pela lógica de mercado, é responsável pela supressão de diversas culturas e suas formas de lidar com a água e outros elementos, uma vez que a diversidade ecológica e a diversidade cultural caminham juntas (Porto-Gonçalves, 2023).

Assim, o ciclo hidrossocial pode ser definido como “um processo socionatural pelo qual a água e a sociedade se moldam mutuamente ao longo do espaço e do tempo”¹⁴ (Linton; Budds, 2014, p. 6), uma vez que a água e a sociedade estão internamente conectadas, de forma que certos grupos sociais produzem diferentes tipos de água, e vice-versa (Linton; Budds, 2014)

Com isso, o ciclo hidrossocial considera o papel da água na produção social. Ela, aqui, não é um pano de fundo para essas relações sociais, mas sim um agente ativo. A alteração do ciclo hidrossocial e a manipulação de seus fluxos interfere diretamente nas relações e estrutura social, que afeta, novamente, as manipulações nos fluxos de água, em um ciclo que está em constante mudança. Assim, cada intervenção nesse ciclo hidrossocial, é produto de um tipo de estrutura social e de seus jogos de poder (Swyngedouw, 2009; Bakker, 2012; Linton; Budds, 2014).

Temos então, uma abordagem crítica sobre como a água internaliza e reflete as relações sociais e de poder, ao considerar que a água é manipulada e flui através das obras hidráulicas, legislações, instituições, práticas culturais e símbolos (Budds; Hinojosa, 2012; Imbelloni e Felipe, 2017, 2020). Portanto, questiona-se sobre como as estruturas sociais, as relações de poder e as tecnologias se encontram intrinsecamente ligadas à circulação da água (Linton; Budds, 2014).

Ao levar tudo isso em consideração, o ciclo hidrossocial pode ser uma ferramenta de investigação e análise das práticas e relações sociais que nos obriga a olhar a água de outra forma e nos leva a identificar como conjuntos de circunstâncias históricas, hidrológicas, políticas e tecnológicas têm o poder de produzir determinados tipos de água. Obriga-nos, portanto, a questionarmos sobre como a água é moldada por processos sociais, e como determinadas estruturas sociais são moldadas pela água (Linton; Budds, 2014).

¹⁴ Trecho original: “hydrosocial cycle as a socio-natural process by which water and society make and remake each other over space and time.” (Linton; Budds, 2014, p. 6)

Na busca por (re)conhecer o ciclo hidrossocial (Imbelloni, 2019) da Serra dos Puri, preciso compreender a água como um processo físico e social combinado, com uma reflexão sobre os fluxos socioambientais, uma vez que esses híbridos tornam a natureza e a sociedade um uno inseparável (Swyngedouw, 2006). Portanto, devem ser abordados elementos do uso da terra e da paisagem, as infraestruturas hidráulicas, os simbolismos e os rituais que envolvem a água, e seus fluxos tradicionalmente estudados.

Ao refletir, inicialmente, sobre a mineração e o ciclo hidrossocial na Serra dos Puri, apreende-se primeiro a noção de minério-dependência. Esse conceito se refere à especialização de um município, região ou país em relação à extração mineral, resultando em uma total dependência das atividades minerárias, que são finitas. Isso representa a materialização dos danos, em escala local, referentes às decisões feitas por grandes governos e empresas (Coelho, 2017).

Além disso, existem estudos que demonstram que a extração e o processamento dos minérios são atividades que requerem uma grande quantidade de água, resultando em escassez e contaminação (Rubio, 2006). Essas questões, já impactam a reprodução da vida das comunidades ao redor da Serra. Entretanto, ao se tratar das nascentes, reconhecidas como sistemas frágeis (Felippe, 2009; Moura, 2019), esse problema se complexifica ainda mais.

Essas problemáticas estão envolvidas no aumento dos conflitos ambientais, com resistências e lutas contra a privatização e o controle da água se tornando cada vez mais frequentes em todo o mundo. Nesse sentido, a luta pela reapropriação da água e os debates sobre quais são os reais interesses envolvidos nesse controle estão crescendo (Porto-Gonçalves, 2023).

Os conflitos envolvendo a mineração e a água especificamente também aumentam cada dia mais, pois a minério-dependência (Coelho, 2017) e as consequências da mineração para as águas (Milanez; Felippe, 2020) aprofundam ainda mais as assimetrias de poder. Além disso, Milanez e Felippe (2020) apontam para um reordenamento dos territórios hidrossociais a partir de uma lógica mercantilista.

Os territórios hidrossociais são configurados a partir de visões e interesses divergentes em relação às águas. Assim, são constituídos por discursos, práticas e apropriações que moldam interações, alianças e disputas de poder em um mesmo espaço geográfico-político (Hoogesteger; Boelens; Baud, 2016). As pesquisas que abordam o conceito de territórios

hidrossociais buscam explicar os usos e controles sobre a água, com enfoque nas interações políticas multiescalares (Liao; Schmidt, 2023).

Dentre os vários conflitos hidrossociais, Porto-Gonçalves (2023) destaca o movimento camponês em Manga, no norte de Minas Gerais, que, em 1996, lançou a Romaria das Águas (Porto-Gonçalves, 2023). Em todo o Brasil, movimentos parecidos com esse emergiram e, na Serra dos Puri, desde 2015 acontece a Caminhada das Águas e, desde 2018, a Caminhada Franciscana. A cada ano, este evento é feito em uma parte diferente da Serra. Essa é uma estratégia adotada com o objetivo de fortalecer e ampliar a resistência popular e a agroecologia.

Através da minha experiência na Caminhada Franciscana, alguns elementos foram empreendidos para compreender os fluxos e signos da água na Serra dos Puri, além da compreensão da água como território. Essa apreensão vem no sentido de perceber a inscrição da sociedade na natureza, que inclui as contradições implicadas nesse processo de apropriação por meio das relações sociais e de poder (Porto-Gonçalves, 2023).

A abordagem da Caminhada Franciscana é influenciada pela Carta *Laudato Si* (Francisco, 2015). Esse documento tem aspectos baseados na filosofia franciscana, e propõe reflexões sobre a ecologia integral¹⁵ (Murad, 2017; Amorim; Silva, 2021). Nesse contexto, durante o evento são reforçados os laços sociais e fomentadas formas de resistência frente às ameaças ao modo de vida campesino, o que o configura como um símbolo da luta em defesa do território, dos trabalhadores e seus modos de vida, das águas, da terra e das matas da região.

O início da caminhada é sempre marcado por uma celebração religiosa, assim como no último evento. No altar, além das figuras religiosas, outros elementos chamam a atenção: a bandeira do CTA-ZM e um cartaz com o inscrito “Mineração, aqui não”, um dos lemas da Comissão de Enfrentamento à Mineração da Serra do Brigadeiro (Figura 45). Esses objetos simbolizam duas pautas principais das Caminhadas, a agroecologia e a resistência à mineração, e destacam o caráter ativista da religiosidade local, inspirada nos princípios da Teologia da Libertação.

¹⁵ “A Ecologia integral abarca: ecologia ambiental, econômica e social (LS 138-142), ecologia cultural (LS 143-146) e ecologia da vida cotidiana (LS 147-155). Relaciona-se com o Bem Comum, clássico princípio da Doutrina Social da Igreja, e a opção preferencial pelos pobres (LS 156-158). Inclui ainda um princípio emergente consensual: a justiça intergeracional, compromisso para com as futuras gerações (LS 159-162)” (Murad, 2017, p.472).

Figura 45 - Elementos colocados no altar de uma igreja. Além das imagens religiosas, também havia uma bandeira do CTA-ZM e um cartaz da Comissão de Enfrentamento à Mineração na Serra do Brigadeiro.



Fonte: foto tirada pela pesquisadora

Nos momentos de celebrações litúrgicas, conduzidas por líderes da ordem franciscana, eram construídos pontos de diálogo com as comunidades. Nessas reuniões, enfatizava-se o princípio do cuidado com a chamada “Mãe Terra” ou “A Casa Comum”.

Durante o percurso da Caminhada, observou-se a presença de pastagem com um aspecto ressecado e canais de drenagem com pouco fluxo de água. De acordo com os caminhantes, a região passava por um período de três meses sem chuva. Os relatos sobre o aumento dos períodos e da intensidade das secas condizem com estudos sobre os efeitos da crise climática no Sudeste brasileiro (Marengo, 2008; Silva, 2018; Cumplido *et al.*, 2023).

Ademais, outro elemento presente na paisagem eram as placas, que continham dizeres que demonstram o orgulho das comunidades e dos trabalhadores por estarem preservando suas nascentes e poderem oferecer água limpa a quem passe por ali (Figura 46A e 46B). Essas se concentram principalmente dentro do distrito de Belisário, por conta da lei municipal que definiu a área como um Patrimônio Hídrico (Muriaé, 2018). Para além delas, existiam placas com o teor de defesa do território frente à ameaça da mineração (Figura 46C). Durante as visitas às comunidades, foram fixadas placas com esse mesmo caráter de resistência em pontos estratégicos, como em frente às igrejas e salões comunitários (Figura 46D).

Figura 46 - A) Placa com os escritos “Não herdamos a Terra de nossos antepassados, mas pedimo-la emprestada aos nossos filhos”, transparecendo a preocupação com as próximas gerações, além de sinalizar uma nascente protegida, com os nomes dos proprietários que a protegem. B) Uma “bica” d’água na estrada, com uma placa que destaca a Lei Municipal que torna Belisário patrimônio hídrico. C) Uma placa na entrada da comunidade de Monte Alverne, com destaque para o escrito “FORA CBA!”. D) A placa que foi colocada em cada uma das comunidades visitadas deixa claro: “Serra do Brigadeiro: Território Livre de Mineração”.

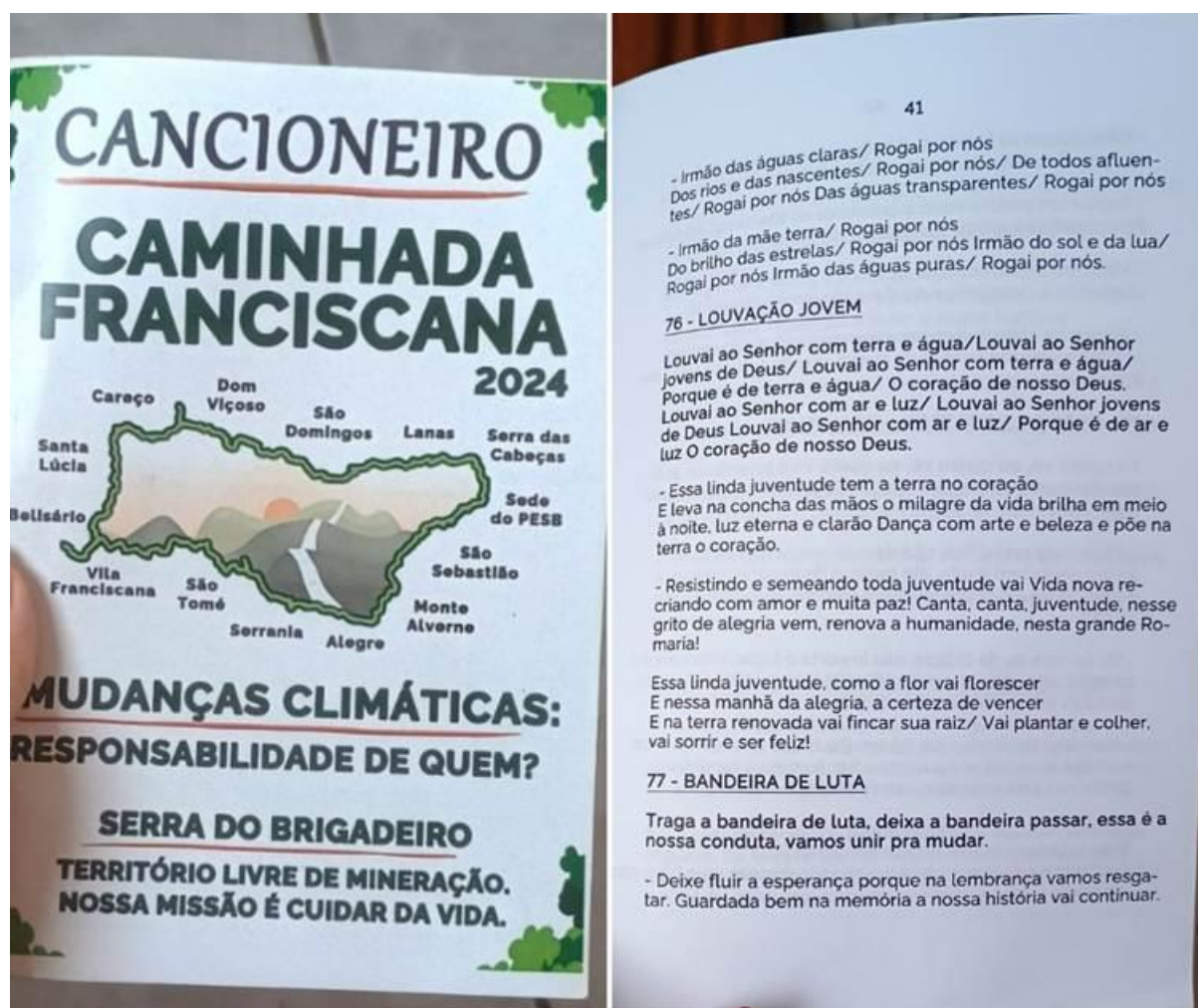


Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora.

Essas placas são símbolos do conflito ambiental expressidos no território, são marcas de resistência frente ao avanço da mineração na Serra dos Puri. Elas transparecem a posição dos moradores com relação às ameaças das grandes empresas aos seus territórios e à importância que a água tem em seus modos de vida e o orgulho de protegê-la.

O cancionero (Figura 47) foi uma importante fonte de dados sobre a Caminhada. Suas páginas são compostas por orações e cantos religiosos, mas também brados de resistência e luta popular (Vieira; Felipe; Iorio, 2024). Das 145 canções no folheto, 28 mencionam alguma vez “água”, “rio” ou “mar”, o que mostra como a questão hidrossocial é uma das pautas centrais das lutas e debates ao redor da Serra dos Puri.

Figura 47 - Foto do cancionero distribuído e de uma página do folheto.



Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora.

Porto-Gonçalves (2023) escreve sobre como a água está presente no imaginário popular brasileiro através dos cancioneros, com uma reflexão sobre a cantiga “*Lata d’água na cabeça/Lá vai Maria (...)*” (p.413). Através do verso, ele indaga sobre como as águas, que foram um problema local e regional que atingia as parcelas mais pobres da população, vêm

ocupando papel protagonista em grandes discussões internacionais, como as Agendas Globais (Porto-Gonçalves, 2023).

O cancionero da Caminhada exprime algo semelhante ao que Porto-Gonçalves (2023) menciona. Aqui, a importância e o cuidado com a água é ressignificado, e ela é adotada como símbolo de resistência. Uma das canções que mais deixa isso claro é a “Nós temos sede”:

*“Estão querendo barrar tua liberdade
Estão querendo quebrar tuas correntezas
És “ouro azul”
“Mercadoria”
“Energia”
Tanta coisa a cada dia
Onde é que vais parar?
É dom de Deus
Local de vida
E alegria
Te queremos cada dia
Limpa e pura
Como o ar”*

(Polo Agroecológico e de Produção Orgânica da Zona da Mata-MG *et al.*, p.39, 2024).

Aqui, é possível observar a visão utilitarista imposta pelo capitalismo sobre a água, mencionada como: “ouro azul”, “mercadoria”, “energia”. Esse modo de enxergá-la é contraposto pelos dizeres: “dom de Deus”, “local de vida”, “alegria”, que representa as formas como as comunidades se relacionam com a água. Essa canção, portanto, escancara duas concepções antagônicas sobre esse elemento: uma que busca seu controle e mercantilização; e outra que demonstra sua natureza livre, sagrada e vital para a vida e a identidade dessas comunidades. Durante a canção, a água é personificada e reafirmada como um elemento sagrado e vital, que está no centro de disputas hidrossociais (Hoogesteger; Boelens; Baud, 2016; Boelens *et al.*, 2016; Flaminio; Rouillé-kielo; Visage, 2022). Esse dualismo e sobreposição de visões e signos sobre a água é uma marca do conflito ambiental instaurado na Serra dos Puri.

A canção é desenvolvida a partir de uma abordagem hidrossocial, ou seja, as reflexões dadas não estão centradas apenas na água como um “recurso hídrico”, mas nas relações hidrossociais estabelecidas, além das visões sociais, políticas e culturais que a envolvem. A canção corrobora com uma perspectiva que desafia os dualismos entre a sociedade e a natureza,

com uma água produzida a partir de aspectos materiais e discursivos (Linton; Budds, 2014; Boelens, 2015; Swyngedouw, 2015; Liao; Schmidt, 2023).

Com isso, observa-se que a visão religiosa em torno da água é uma marca identitária da fraternidade franciscana na Serra dos Puri. Esse caráter é refletido também nas comunidades visitadas, onde foram encontrados altares para a água (Figura 48). Essa visão está intimamente ligada à influência da Vila Franciscana Santa Maria dos Anjos, que exerce uma função de liderança na resistência popular à mineração. Dessa forma, a perspectiva religiosa é ressignificada como luta popular.

Figura 48 - Exemplo de altares feitos para a “Irmã Água”, a fim de agradecer pela abundância do elemento na região. Uma das fotografias foi registrada na casa de uma agricultora familiar e outra na Vila Franciscana



Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora.

A experiência na Caminhada Franciscana ressaltou que a percepção religiosa sobre a água é um forte elemento da resistência ao avanço da mineração na Serra dos Puri. Essa ideia já existia, mas foi clarificada durante as falas dos religiosos nas comunidades e nas conversas com os caminhantes. Assim, eventos dessa natureza são essenciais para o incentivo e fortalecimento da luta popular na região.

Durante o evento são realizadas várias atividades, entre elas a “troca de sementes”. Esse momento se repetiu em todas as paradas durante a Caminhada, e consistia em um tapete com os dizeres “Sementes que caminham pela serra”, que era coberto de diversos tipos de sementes (Figura 49). A intenção era de que os moradores das comunidades visitadas deixassem algumas sementes locais e pegassem outras para o cultivo, com preferência por sementes crioulas, não transgênicas. De acordo com um dos líderes religiosos, a frase também fazia alusão aos próprios caminhantes, uma vez que eles são “sementes de esperança, conscientização e educação ambiental”.

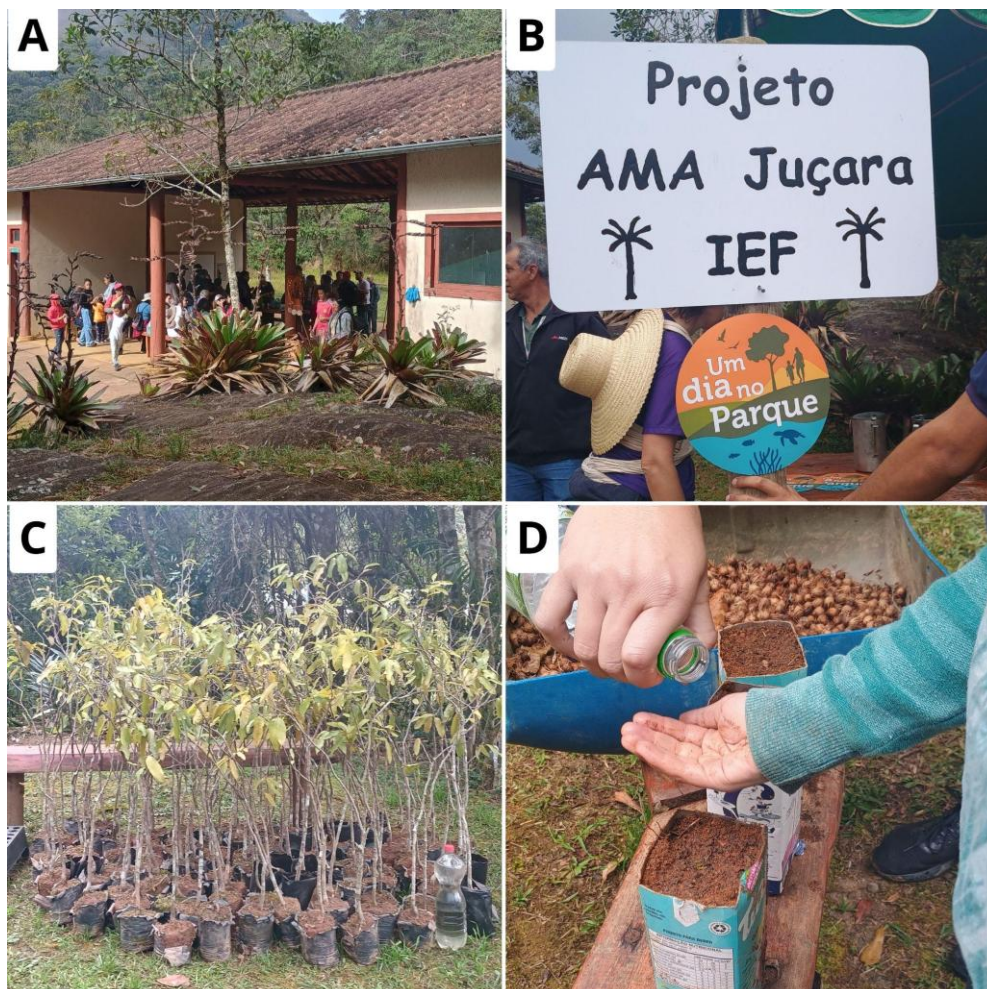
Figura 49 - O tapete que era estendido para a atividade de troca de sementes.



Fonte: foto tirada pela pesquisadora.

Outro momento, na sede do PESB, foi o evento “Um dia no Parque”, que contava com alguns dos projetos que existem nos arredores do Parque. Entre eles, o que recebeu mais destaque foi o “AMA Juçara” (Figura 50). De acordo com o que foi informado, o projeto busca a valorização da polpa da Juçara, uma árvore nativa da Mata Atlântica. Com isso, havia à disposição o suco da Juçara, algumas mudas da árvore e várias sementes.

Figura 50 - A) Chegada dos caminhantes na sede do PESB. B) Uma placa com o nome do projeto “AMA Juçara” e com a logo do “Um dia no Parque”. C) Mudas de Juçara que estavam sendo distribuídas. D) Uma das crianças que estavam entre os caminhantes ajudando a plantar as sementes de Juçara.



Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora.

Conforme Troian *et al.* (2014), o palmito da Juçara é extraído do seu meristema. Para o consumo, é necessário que seja feito o corte da árvore, e sua exploração econômica tem ameaçado de extinção essa palmeira. Porém, a polpa da Juçara é extraída de seus frutos, se assemelhando ao açaí da Amazônia, sendo uma alternativa mais ecológica para o uso humano da Juçara. Além disso, Troian *et al.* (2014) também ressalta que essas palmeiras podem ser utilizadas em Sistemas Agroflorestais (SAF's) em regiões de Mata Atlântica.

Durante o evento, também foi discutido o valor espiritual e cultural da Juçara para os povos indígenas, uma vez que seu fruto era muito consumido por esses povos. Esse debate abriu espaço para outras discussões, junto com os responsáveis pelo Parque que estavam

presentes, com alguns relatos dos caminhantes considerados relevantes para a discussão apresentada.

A ancestralidade Puri é algo que sempre voltava à discussão durante as Caminhadas, uma vez que “a Caminhada é um momento de resgatar as raízes da Serra”. Reconhecendo o papel do evento de unir essas diferentes comunidades rurais, que são “divididas” pela morfologia, com a missão de fazer um resgate da diversidade cultural existente.

Durante a Caminhada, foi comentada a importância das comunidades de Araponga, através de seus moradores que se reconhecem como Puri. Um dos caminhantes relatou que os Puri foram encurralados em Araponga e conseguiram resistir ali, pois a topografia e a densidade da mata tornavam o acesso difícil para os invasores. Esse fato é reafirmado pelos dados do censo do IBGE (2022), pois 2,14% da população se autodeclara indígena, sendo o município com o maior número absoluto ao redor da Serra. Esse número pode parecer pequeno, mas é importante lembrar que esses povos foram alvo de um etnocídio e um apagamento histórico, com o Movimento de Retomada Puri sendo responsável pelo aumento no número de pessoas ao redor da Serra que têm se empoderado e reconhecido sua ancestralidade indígena (Silva, 2011; Povo Indígena Pury - Uchô Betlháro Purí, 2024).

Outro relato referia-se à história da “nascente que sobe morro”. De acordo com um dos caminhantes, sua propriedade tinha apenas um “merejo” d’água, porém, ao longo dos anos, com um intenso processo de reflorestamento e de práticas agroecológicas, a água foi “subindo” e aumentando sua vazão, de modo que foi preciso alterar o cercamento posto em volta da nascente cerca de seis vezes e, hoje, ela está localizada a cerca de 150 metros acima de onde ficava antes. Essa experiência foi relatada também no artigo de Ferrari *et al.* (2010), salientando que, para além da área da própria nascente, os topos de morro também tiveram sua vegetação conservada. Esse aspecto pode ter contribuído para o aumento da infiltração da água do solo na bacia de contribuição da nascente e da elevação do nível da água subterrânea, o que influenciou esse fenômeno. Essa experiência mostra a eficácia das práticas agroecológicas para a preservação e proteção ambiental.

Outro momento realizado durante as caminhadas foram as instalações artístico-pedagógicas, a fim de elaborar um debate sobre os signos de determinados objetos aos caminhantes. Assim, cada um dos participantes foi convidado a escolher um elemento e, posteriormente, trazer o seu significado, com vivências e histórias relacionadas a ele (Figura 51A).

Figura 51 - A) Algumas fotos tiradas no território, que fazem referência à agroecologia. B) A instalação artístico-pedagógica, no momento em que os sujeitos deveriam escolher um dos elementos para a discussão. C) A roda de conversa realizada, após essas escolhas, apresentou um pouco da vivência e dos signos desses sujeitos.



Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora.

Os elementos escolhidos (Figura 51B e 51C), normalmente estavam interligados com alguma vivência que os remetia aos pais, avós e até aos bisavós. Entre eles, alguns chamaram a atenção por terem a água em sua centralidade. O primeiro deles é uma placa com os dizeres “Pelas nossas águas, agroecologia e futuras gerações. Mineração aqui não!”, ressaltando novamente o conflito hidrossocial (Hoogesteger; Boelens; Baud, 2016; Boelens *et al.*, 2016), um dos elementos centrais da instalação.

Outros elementos que chamaram a atenção, por apresentarem vivências e falas muito relacionadas aos signos das águas e a sua relação com os sujeitos, foram a planta “Conta de Lágrimas” ou “Lágrima de Nossa Senhora”, muito utilizada na produção de terços, e um umbigo de banana, tradicionalmente utilizado para receitas medicinais. Ambas foram levadas à roda de conversa por serem plantadas em áreas úmidas, como os brejos e as beiradas de rios. Dessa forma, elas despertaram lembranças e vivências que os sujeitos tiveram em íntima relação com as águas.

Essas vivências remontam principalmente aos tempos infantis, com as histórias e os momentos vividos com os parentes mais velhos, e revelaram um pouco sobre a vontade de (re)viver e fortalecer as culturas, costumes e tradições que existem na Serra. Também foram trazidos elementos da conexão ancestral e uma visão de mundo que vai além do utilitarismo imposto pelo atual modelo de produção capitalista, em que os elementos da natureza se resumem a recursos a serem explorados, demonstrando uma preocupação ambiental que não olha só para o próprio sujeito, mas para o todo sistêmico, o que se refletiu em falas como: “Não podem derrubar as florestas porque os passarinhos moram lá”.

Os moradores, na grande maioria das comunidades pelas quais passamos, se manifestaram, da seguinte maneira, por exemplo: “Na mineração a terra é mercadoria, pra gente a terra é Deus, é parte de Deus”. Ou então, se questionavam sobre como sobreviveriam com o avanço da mineração, uma vez que “Tá tudo em cima de bauxita”. Além disso, também contaram histórias sobre como a mineração enfraquece os laços sociais e fraternos.

Esses relatos fortalecem o discurso de resistência à mineração, uma vez que esses sujeitos entendem e veem de perto os danos ambientais que a mineração causa. Esses signos e vivências em volta d’água são ressignificados e se transformam em força para a resistência à mineração. As águas, aqui, transcendem o valor de uso e troca, sendo um elemento que conecta passado, presente e futuro.

No geral, os elementos escolhidos para serem debatidos nas rodas de conversa tinham relação intrínseca com a diversidade cultural do território, a agroecologia e a luta pela mineração. As sementes crioulas são passadas através das gerações, representando o caráter e a cultura agroecológica do território. Nesse sentido, a viola de taquara apareceu como um forte elemento cultural Puri, sendo símbolo do movimento de ressurgência.

Apesar de o esforço para uma transição agroecológica prevalecer nas comunidades ao redor da Serra dos Puri, em algumas predomina a monocultura do café, principalmente pela alta valorização do produto atualmente. Nesses locais, as conversas tinham outro teor, eram mais focadas nos malefícios da monocultura para o solo e ecossistema, e nos problemas sistêmicos do uso de agrotóxicos, principalmente para a própria saúde dos moradores, que acabam se intoxicando pelo contato direto com esses produtos.

Além disso, as conversas sobre a mineração também necessitavam de certa adaptação, devido ao avanço da exploração de outros minerais, como o ouro ou as terras raras. Assim, em algumas localidades, a questão deixa de ser a bauxita e passa a ser outro metal, e o modo de extração, a dimensão de lavra e, obviamente, as estratégias de resistência são outras.

Durante as caminhadas, a presença da resistência e o desejo em tornar a Serra dos Puri Território Livre de Mineração (Castro *et al.*, 2020) foi registrada pelas placas deixadas pelo caminho. Os dizeres “Serra do Brigadeiro: Território livre de mineração” (Figura 52) deixam uma mensagem bastante clara a todos que passam pela Serra.

Figura 52 - Placas que foram deixadas durante as caminhadas.



Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora.

Essas comunidades camponesas que vivem ao redor da Serra e desenvolvem a agricultura familiar têm como um dos pilares de sua resistência à mineração a água. Os signos da água para essas comunidades até passam por certo utilitarismo, uma vez que a agricultura, e principalmente o café, são um dos principais meios de sustento dessas famílias. Porém, movimentos como o de retomada de tradições ancestrais e a filosofia franciscana, fazem com que o simbolismo dado à água transcenda o utilitarismo e a dualidade sociedade-natureza (Bakker, 2012).

Durante as caminhadas guiadas nas propriedades, foram apreendidas impressões similares às obtidas nas Caminhadas Franciscanas. Os moradores relataram que a paisagem anterior era composta por pastagem, o que pode estar relacionado ao desmatamento ocorrido na década de 60 para a produção de carvão (Valvassori, 2018). Porém, de acordo com os relatos, a influência da filosofia franciscana, a conscientização sobre a importância das

nascentes, a preocupação com suas principais fontes de água e a busca pela transição ao modelo agroecológico de produção, motivaram a proteção dessas áreas.

Assim, a compreensão da água como “irmã” e a forte preocupação com os corpos hídricos, muito ligada às memórias e significações dadas à água, se reflete em uma preocupação com a qualidade ambiental das nascentes. Essa preocupação é palpável, de forma que, todas as nascentes visitadas nessas áreas estavam cercadas e vegetadas ao entorno com árvores conhecidas, popularmente, por auxiliarem na infiltração e na manutenção das águas (Figura 53).

Figura 53 - Registros feitos em nascentes de áreas de agricultura familiar ou agroecologia não mineradas. É possível perceber que prevalece uma vegetação arbórea e, quando isso não ocorre, há cercamento da nascente e preocupação com seu entorno próximo.



Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora.

Esses relatos são reafirmados pela observação da paisagem, como a grande quantidade de cercas para acessar as nascentes (Figura 53), as placas de eventos e os cursos sobre recuperação de nascentes (Figura 54A), os altares agradecendo a água presente nas propriedades, os eventos e as movimentações em prol da água (Figura 54B), e a instalação de estruturas para proteger as nascentes, como o caxambu (Figura 54C).

Figura 54- A) Placa do “Projeto Re-nascer”, encontrada na parede de uma residência da comunidade dos Mendes. B) Pôster da “Caminhada das Águas” em Belisário, um evento religioso anual, em prol das águas. C) Uma estrutura de barro, feita para a proteção das águas da nascente, chamada caxambu.



Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora e fornecidas pela Vila Franciscana Santa Maria dos Anjos.

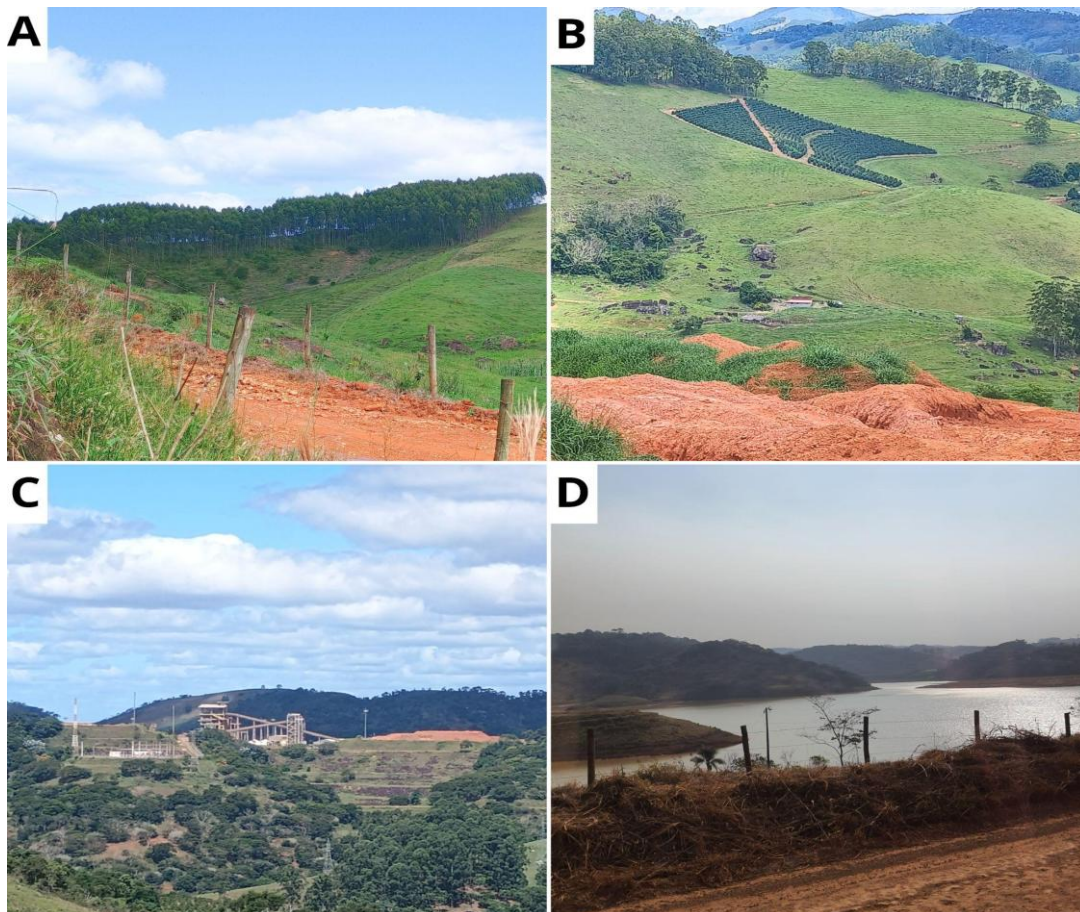
Além disso, uma das lideranças da Vila relatou a ameaça de morte sofrida, por conta de sua retórica contra a mineração durante as reuniões religiosas. Esse fato foi um marco e impulsionou a luta contra a mineração na Serra dos Puri, pois lançou o tema na mídia e deu maior visibilidade à luta.

Sua fala também chama a atenção para a importância da lei que torna Belisário patrimônio hídrico de Muriaé, de forma a conscientizar a população sobre a importância das suas águas. Também estiveram presente nas falas a Laudato Si e a filosofia franciscana, com ênfase ao cântico das criaturas e mencionando a dignidade da água, chamada aqui de “Irmã Água”.

Durante seu relato, uma das lideranças da Vila lembrou: “A mineração dá uma lavra só, minha plantação dá lavra todo ano”. Essa frase é enfática e tem a capacidade de resumir alguns fatos, como a minero-dependência (Coelho, 2017) e os danos que a mineração causa aos modos de vida daquela população rural.

Nos locais que já tiveram contato com a mineração, há uma predominância das pastagens nas vertentes e dos eucaliptos no topo dos morros (Figura 55A). Também é comum observar monoculturas de café e de milho (Figura 55B). A diversidade proveniente de culturas agroecológicas ou da mata nativa da região, permite que existam taxas de evapotranspiração, infiltração e percolação da água no solo muito maiores que em monoculturas (Almeida *et al.*, 2012).

Figura 55 - A) Registro feito no município de São Sebastião da Vargem Alegre, próximo às áreas já mineradas, onde é possível perceber indícios de erosão nas pastagens e a presença de eucaliptos no topo dos morros. B) Destaca-se um plantio e grande extensão de pastagens, com poucos fragmentos de mata nativa. C) Infraestruturas instaladas para o beneficiamento do minério. D) Visão superior da barragem de rejeitos de mineração localizada no município de Mirai



Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora.

Além disso, essa diminuição nas taxas de infiltração pode ser identificada através da paisagem. Nos locais onde prevalecem as pastagens é possível verificar também marcas

profundas de erosão, havendo (em casos mais extremos) a abertura de voçorocas, o que demonstra o aumento da taxa de escoamento superficial.

Nessas áreas também é muito comum a pavimentação de estradas que, apesar de serem positivas economicamente por facilitarem o escoamento de produtos, contribuem para a diminuição da infiltração e percolação da água no solo, porque a impermeabilização do solo acarreta o aumento da taxa de escoamento superficial (Tucci, 2000). Dessa maneira, a água que infiltraria no solo, contribuindo com a formação e recarga dos aquíferos, acaba colaborando para o aumento das taxas de erosão e assoreamento dos corpos d'água (Mota, 1997).

Durante as visitas nas áreas já mineradas, dois moradores relataram descontentamento com as atividades e medidas de reparação das empresas, com casos de processos judiciais de proprietários contra as empresas. Mesmo assim, poucos casos realmente são judicializados, pois há cenários nos quais os próprios moradores ou parentes próximos trabalham nesses empreendimentos.

Em uma das propriedades, foi relatado que antes sua nascente era usada para o abastecimento doméstico, porém houve a diminuição da vazão. Essa possibilidade foi avisada ao proprietário, e a empresa responsável pela atividade minerária realizou a instalação de um poço artesiano, que hoje é a fonte de água do local.

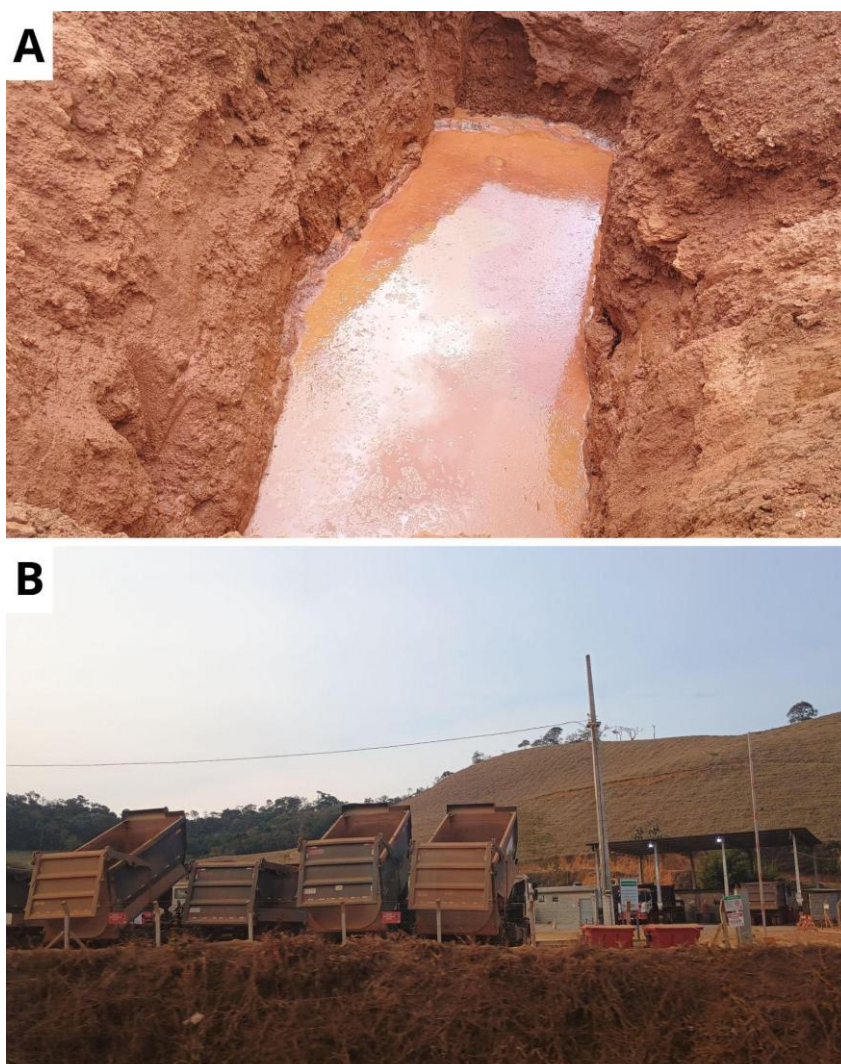
Três moradores de propriedades em que já houve mineração não relataram descontentamento com as ações da empresa. Porém, ao serem perguntados se nos últimos anos houve a diminuição da vazão de suas nascentes, apenas um alegou não ter ocorrido, mesmo em períodos de seca. Essa disparidade, tanto no aparente trato da empresa com os diferentes sujeitos da região, quanto dos danos às próprias nascentes, levanta questões sobre a eficácia das medidas de reparação empregadas, e também sobre as diferentes respostas das nascentes à mineração de bauxita.

Os moradores das comunidades rurais mais próximas da Unidade de Tratamento Mineral de Mirai relataram a diminuição da vazão e o assoreamento dos corpos d'água em geral, tanto das nascentes quanto dos rios. Além disso, também há maior utilização de poços artesianos nessas áreas, que aumentam o risco de contaminação do lençol freático e comprometem a existência das nascentes (Goss, Barry e Rudolph, 1998; Valente e Gomes, 2023; Vitó *et al.*, 2016; Valvassori, 2018).

Nesses ambientes, também é comum o trânsito de caminhões de minério, responsáveis por nuvens de poeira que se formam nas estradas de terra das comunidades rurais. Sua movimentação tem como foco as infraestruturas elaboradas para a mineração (Figura 55C).

Dentro desse contexto, são inúmeras as infraestruturas relacionadas à água, principalmente à água como recurso hídrico, no seu sentido mais utilitário. Destaca-se, por exemplo, uma grande barragem de água, destinada ao armazenamento dos resíduos resultantes do processamento mineral, que compõe a Unidade de Tratamento Mineral (UTM) em Mirai (Figura 55D). Além disso, é comum encontrar a construção de grandes cavidades para a contenção de água em lavras abertas, a fim de diminuir o escoamento superficial, que deixa profundas marcas de erosão nesses locais (Figura 56A), e também se destaca a utilização da água para a manutenção dos caminhões e estradas (Figura 56B), como no controle de poeira.

Figura 56 - A) Cavidades para contenção de água e sedimentos em uma lavra de mineração.
B) Caminhões utilizados para o transporte de solo removido para as UTM.



Fonte: fotos tiradas pela pesquisadora.

Nos locais onde estão sendo realizados os procedimentos de mineração, as águas perdem os signos e discursos encontrados nas áreas de resistência. Para as empresas mineradoras, elas são mais um recurso, utilizado para o beneficiamento do que foi explorado e para a manutenção das atividades minerárias.

Percebi que os moradores desses locais têm conhecimento dos possíveis danos relativos à atividade, pois essas pessoas observaram uma diminuição das águas dos rios em locais que já foram minerados, como em comunidades de São Sebastião da Vargem Alegre e Mirai.

Nessas conversas, ao serem questionadas do por que aceitaram a mineração em suas propriedades, dois entrevistados responderam que o arrendamento de suas terras é motivado pelo envelhecimento e pelo êxodo rural. Outro motivo relatado é o monetário, já que o arrendamento para a mineração garante o recebimento de um valor sem esforços, diferente do trabalho rural.

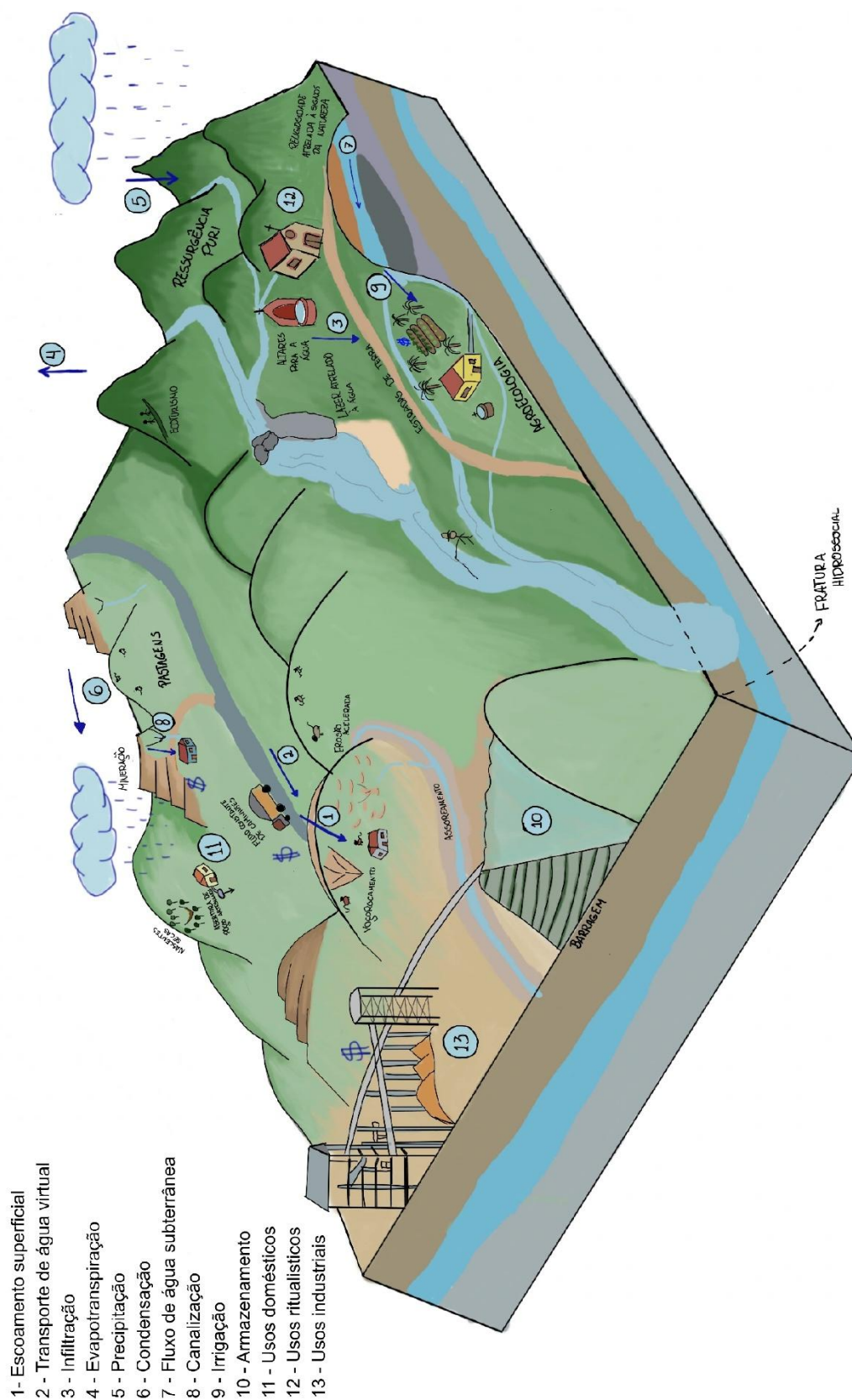
Em algumas nascentes dessas propriedades, os moradores relataram a diminuição da vazão, mas não citaram a mineração, relacionando esse fato com as mudanças climáticas e com a instalação de rodovias próximas. De acordo com eles, as lavras estão há pouco tempo nos locais, e essa diminuição vem sendo observada há anos.

Assim, os moradores que convivem com a mineração são distanciados de suas terras e de suas práticas cotidianas e culturais. Onde antes havia uma lavoura de café e hortas para alimentação da casa, por exemplo, agora há uma lavra de mineração inacessível para essas pessoas.

Ademais, as nascentes que para as empresas são vistas apenas como uma área de APP que não pode ser minerada, mas muitas vezes continuam sendo a principal fonte de água para as famílias que moram ao redor das áreas de lavra. Com a abertura da lavra, a acessibilidade a esses hidrossistemas é prejudicada e são comuns casos em que a vazão das nascentes diminui ao ponto de não serem mais suficientes para o abastecimento doméstico. Assim, ambientes tão importantes para as comunidades envolvidas na resistência, aqui, acabam distanciados das famílias, evidenciando um processo de ruptura de práticas culturais e políticas.

A partir desses elementos coletados por meio das caminhadas guiadas e entrevistas semiestruturadas, construí um diagrama que busca representar o ciclo hidrossocial na Serra dos Puri (Figura 57). A primeira coisa que me chamou muito a atenção na construção desse ciclo é a fratura que a mineração causa e já causou nos signos e discursos atribuídos à água pelas comunidades rurais ao entorno da Serra dos Puri.

Figura 57 - Diagrama do ciclo hidrossocial da Serra dos Puri.



Fonte: elaboração própria.

O ciclo hidrossocial conta com os fluxos do ciclo tradicional de Horton, porém considera as relações dos sujeitos com as águas, como o uso doméstico, o armazenamento e a construção de barragens tanto para o tratamento de minérios quanto para a criação de açudes nas fazendas, e para o transporte de água virtual. Com isso, destaca-se a natureza social desses fluxos (Linton; Budds, 2014).

A partir dessa esquematização do ciclo hidrossocial, é possível perceber uma ruptura ou fratura nesse ciclo. A partir desse olhar das geografias hidrossociais, a fratura hidrossocial pode ser entendida como uma fratura metabólica (Foster, 1999), que vai além de uma ruptura física com a água e incorpora também os símbolos, a memória, os vínculos culturais e os modos de vida das populações em contato com a água (Felippe, no prelo).

A mineração de bauxita na Serra dos Puri, além de secar as nascentes, também fratura a relação dos sujeitos com essas nascentes e com a água. A diferença encontrada entre os discursos e o manejo com as nascentes torna palpável essa fratura. O cuidado com os corpos hídricos, apesar de ter sim uma dimensão utilitária para os agricultores familiares, vai muito além dela, pois está interligado a muitas outras dimensões da vida desses sujeitos.

O conflito ambiental que está instaurado na Serra dos Puri tem como ponto central o antagonismo entre os dois principais projetos de desenvolvimento existentes para a região. As mineradoras buscam o domínio da Serra para a expansão e o controle da exploração de minérios, especialmente a bauxita, enquanto uma parte das comunidades rurais no entorno do PESB buscam o fortalecimento da produção familiar agrícola, a transição agroecológica, a proteção ambiental, o turismo comunitário e a valorização de culturas ancestrais (Fernandes; Fiúza; Rathman, 2007; Iorio; Magno, 2019). Com isso, discursos, práticas e infraestruturas que envolvem as águas também são completamente opostos e as águas, como vimos, são um pilar central da resistência, tornando a Serra dos Puri um território hidrossocial.

Para as empresas mineradoras, a água é vista como recurso hídrico, um elemento do capitalismo. No EIA, constantemente são descritos os métodos utilizados para a drenagem da água como forma de diminuir “a ação negativa” da água, a erosão e o assoreamento (CBA/Brandt, 2019). Enquanto que, para os agricultores, a perspectiva predominante (mas não a única) é não utilitária, que enxerga a água como uma irmã e que, por isso deve ser cuidada, como eu e você.

Assim, as tecnologias agroecológicas que são incentivadas e exercidas na região, são reflexos de uma cultura enraizada na ancestralidade da Serra, construída a partir de pequenas propriedades e de um histórico de resistências. A mineração, em contraposição a essas práticas, atua rompendo com a conexão que existe entre a água e esses sujeitos.

Para além da retirada da bauxita, a mineração atua na degradação do vínculo das pessoas com as nascentes, rompe-se todo o sistema socioambiental que garante a existência e a qualidade desses hidrossistemas. Os impactos da mineração causam disrupções permanentes, de forma que, mesmo após as ações de “recuperação” das empresas, as nascentes apresentam índices de qualidade ambiental insatisfatórios e baixa vazão. A modificação das paisagens é tão estruturante que continua a afetar as nascentes mesmo após o encerramento da lavra.

6 REFLEXÕES FINAIS

Durante o processo de pesquisa muitas questões foram levantadas e algumas reflexões e conclusões foram estabelecidas. Inicialmente, os resultados referentes ao monitoramento e ao Protocolo de Análise Ambiental das Nascentes (PAAN) demonstraram que a efetividade da proteção das nascentes passa pelos valores e significados das águas para as comunidades da Serra dos Puri. Isso porque, aqui, as nascentes são as fontes principais fontes de água para os pequenos agricultores e contêm nelas histórias, recordações e vínculos, e a partir delas todo o ciclo hidrossocial se desenrola.

Esses resultados também demonstraram que as estratégias utilizadas pelas mineradoras para a recuperação dos locais lavrados não se mostraram suficientes e eficientes para a reabilitação da qualidade ambiental das nascentes. Os impactos da mineração causam disrupções permanentes, de forma que essas nascentes sofrem mais pressões ambientais, possuem pior qualidade d'água e apresentam vazões menores do que as nascentes próximas às lavras ativas. Demonstrando que as modificações na paisagem são tão profundas que continuam afetando as nascentes mesmo após a execução dos planos de “recuperação” ambiental das empresas.

Dessa maneira, observo uma anacronia nas consequências da mineração para as nascentes, nas que estão próximas às lavras atuais os efeitos da atividade ainda não se mostraram tão perceptíveis. O que mais influenciou os resultados foi a falta de engajamento político e a preocupação ambiental dos proprietários nesses locais.

Dessa maneira, a paisagem da Serra dos Puri é moldada pela relação dos sujeitos com as águas. Preocupações, simbolismos, discursos e práticas relacionadas às águas são materializados na paisagem a partir de ações concretas, que se refletem nas nascentes. Por conta disso, nas áreas de agricultura familiar e resistência à mineração, esses hidrossistemas obtiveram os melhores resultados referentes à qualidade ambiental.

Os resultados apontaram para a importância da bauxita para a dinâmica das águas subterrâneas, para a estabilidade do nível freático e para a manutenção da vazão e da funcionalidade sistêmica das nascentes na Serra dos Puri. Entretanto, a pesquisa não consegue, nem se propõe a, isolar a bauxita e apontá-la como o único ou o principal responsável pela manutenção das nascentes. Isso porque, durante a lavra, não se retira apenas a bauxita, mas altera-se todo o ciclo hidrossocial e fratura-se os discursos, relações, simbolismos e laços entre

os sujeitos, as nascentes e as águas. Sendo assim, a mineração produz uma fratura em um território já composto por diversas formas de disputa.

Assim, a defesa da Serra dos Puri como um Território Livre de Mineração é urgente, uma vez que os modos de vida, a cultura e a economia das comunidades se mostraram incompatíveis com o modelo minerário. Além disso, as nascentes, principais fontes de água para as comunidades na Serra, são afetadas pela atividade. Dada a importância hídrica da região para as bacias dos rios Doce e Paraíba do Sul, a mineração na região coloca em risco a segurança hídrica de milhares de famílias.

O PAAN se mostrou uma ferramenta útil no estudo comparativo de grupos de nascentes, além de apresentar aspectos interessantes para interpretações realizadas a partir de uma perspectiva hidrossocial. Porém foram encontradas algumas limitações e dificuldades em sua aplicação, como a insuficiência associada à discussão da proteção das APP. O uso e cobertura da terra na APP é legalmente relevante, mas a discussão desse dado para bacia de contribuição e para a zona de recarga da nascente é capaz de fomentar uma discussão maior acerca da qualidade ambiental desse hidrossistema.

Outro entrave encontrado durante a aplicação da metodologia foi a incerteza sobre os parâmetros de resposta. Esse indicador possui dados qualitativos que poderiam ser melhor delimitados, também não fica claro quais seriam as melhores abordagens para a aquisição dessas informações. O que pode ser positivo, pois proporciona ao pesquisador uma maior liberdade metodológica, porém dificulta uma comparação entre pesquisas e na interpretação geral dos dados. Ressalta-se que essa metodologia é recente e oferece uma abordagem bastante inovadora, assim essas críticas podem ser utilizadas para a melhoria e refino em novas pesquisas.

Além disso, destaca-se a importância da adoção de metodologias qualitativas e participativas nas pesquisas relacionadas a processos geomorfológicos. Essas metodologias oferecem uma interpretação mais complexa de fenômenos sistêmicos e a oportunidade de fazer uma ciência crítica, comprometida com a transformação da realidade e que reafirma o papel político da universidade.

Por fim, é importante que haja a continuação do monitoramento dessas nascentes, para maior entendimento dos impactos da mineração a longo prazo. Também são sugeridas pesquisas que aprofundem e enfoquem a complexidade do conflito hidrossocial estabelecido

na área. Outro campo de pesquisa emergente para a região é a hidrogeologia das bauxitas, para uma compreensão mais específica e aprofundada de seu papel para a dinâmica hídrica subterrânea.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. L. Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: de Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul. *Geonomos*, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 17-22, dez. 1998.

AB'SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. Ateliê editorial, 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (ANM). SIGMINE – Portal da Geoinformação Mineral: ArcGIS Web Application. Brasília: ANM, [s.d.]. Disponível em: <https://geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a8f5ccc4b6a4c2bba79759aa952d908>. Acesso em: 9 jun. 2025.

ALMEIDA, E. B. **Geology of the bauxite deposits of the Poços de Caldas District, State of Minas Gerais, Brazil**. 1977. Tese (Doutorado em Geologia) – Stanford University, Stanford, 1977.

ALMEIDA, J. A. F. de; REIS, J. R. de M.; LÔPO, C. N. F.; OLIVEIRA, A. dos S.; FOURNEAU, H. L. **Agroecologia**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), 2012. Disponível em: <http://192.168.3.118:8080/handle/1/399>. Acesso em: 17 mar. 2026.

ALVES, C. G. de S. M. **Análise comparativa dos impactos ambientais e dos aspectos tecnológicos da produção de alumínio primário em Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

ALVES, I. C. S. **Uso e aproveitamento dos resíduos de bauxita no Brasil: uma revisão sobre perspectivas**. 2021. 168 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021. Disponível em: <https://rosario.ufma.br/jspui/handle/123456789/5172>. Acesso em: 10 fev. 2026.

AMORIM, E. B. de; SILVA, J. G. B. da. Por uma ecologia integral. In: SILVA, A. W. C.; GONÇALVES, E. A. C. (org.). **Educação Ambiental, Étnico-racial e em Direitos Humanos: por uma reconstrução social**. Americana: Adonis, 2021. p. 87-102. Disponível em: https://unisal.br/wp-content/uploads/2021/11/E-book-Unisal_2021.pdf#page=89. Acesso em: 10 jun. 2025.

AQUINO, T. F. de. **Beneficiamento químico da bauxita de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/90151>. Acesso em: 17 mar. 2026.

ASHMORE, P. Towards a sociogeomorphology of rivers. **Geomorphology**, v. 251, p. 149-156, 2015.

AZEVEDO, Ú. R.; MACHADO, M. M. M.; CASTRO, P. de T. A.; RENGGER, F. E.; TREVISOL, A.; BEATO, D. A. C. Geoparque Quadrilátero Ferrífero (MG): proposta. In: SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C. R. (ED.). **Geoparques do Brasil: propostas**. Rio de Janeiro: CPRM, 2012.

AZEVEDO, Ú. R.; CASTRO, P. de T. A.; SANTOS, D. J. dos; RODRIGUES, J. de S. B. Patrimônio em geossistemas ferruginosos: potencial de uso para o geoturismo. **RELACult – Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, v. 4, n. 2, 2018.

BAGGIO, A. A.; MEDRADO, M. J. S. Sistemas agroflorestais e biodiversidade. In: seminário sobre sistemas agroflorestais e desenvolvimento sustentável, 2003, Campo Grande. **Anais [...]**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2003.

BAKKER, Karen. Water: political, biopolitical, material. **Social Studies of Science**, v. 42, n. 4, p. 616–623, 2012. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/41721344>. Acesso em: 17 mar. 2026.

BARBOSA, C.; CUNHA, C. M. L. da; CARVALHO, P. F. de; MATHIAS, D. T. Técnica de avaliação das características hidrogeomorfológicas de vertentes para o planejamento urbano. **Revista de Geografia**, Recife, p. 236-250, set. 2010.

BARBOSA, O. **Notas preliminares sobre o planalto de Poços de Caldas e suas possibilidades econômicas**. Rio de Janeiro: Brasil, Serviço de Fomento de Produtos Minerais, n. 8, 1936, 33 p.

BARBOSA, W. A. **Cultura Puri e educação popular no município de Araponga-MG: duzentos anos de solidão em defesa da vida e do meio ambiente**. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

BARRETO, L. V.; BARROS, F. M.; BONOMO, P.; ROCHA, F. A.; AMORIM, J. da S. Eutrofização em rios brasileiros. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 2165–2179, 2013. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2013a/biologicas/EUTROFIZACAO.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2026.

BARROS, R. R. de; S. B. C. da; PALMA, G. de S.; GOMES, L. R.; FELIPPE, M. F. Cenário dos estudos geomorfológicos sobre nascentes no Brasil. In: SINAGEO – SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 14., 2023, Corumbá. **Anais [...]**. Corumbá: Ugb, 2023. p. 1-6.

BARROS, R. R. de. **Hidrogeomorfologia, geoecologia e proteção de áreas úmidas na zona periurbana de Juiz de Fora-MG**. Dissertação (Mestrado em Geografia) Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2025.

BERTOL, O. J.; AZEVEDO, M. L. de; BRAGAGNOLO, E. A.; BODNAR, A. **Manejo e conservação do solo e da água**. Paraná: Crea-Pr, 2016. 54 p.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global**. RAEGA, Editora UFPR, Curitiba, n. 8, p. 141- 152, 2004. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/3389>. Acesso em 2 jun. 2023.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 19 mar. 2026

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [...]. Brasília (DF), 2012.

BRASIL. Decreto nº 8.243, de 23 de maio de 2014. Regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 23 maio 2014. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Decreto/D8243.htm. Acesso em: 19 mar. 2026.

BRUNI, J. C. A água e a vida. **Tempo Social**, São Paulo, v. 5, n. 1-2, p. 53-65, dez. 1993. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ts/a/KjkwytLhvpf5BJsRyDTFDrb/?lang=pt>. Acesso em: 19 mar. 2026.

BOELEN, R.; HOOGESTEGER, J.; SWYNGEDOUW, E.; VOS, J.; WESTER, P.. Hydrosocial territories: a political ecology perspective. **Water International**, [S.L.], v. 41, n. 1, p. 1-14, 2 jan. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/292213790_Hydrosocial_territories_A_political_ecology_perspective. Acesso em: 17 mar. 2026.

BOELEN, R. **Water, power and identity: the cultural politics of water in the Andes**. London: Routledge, 2015.

BOMTEMPO, V. M. C. L. **A proposta de novo marco legal para a mineração no Brasil sob a luz da justiça ambiental**. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2019

BONFIM, V. R. **Conflitos, participação e lições aprendidas no processo de criação do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), MG**. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

BUDDS, J.; HINOJOSA, L. Restructuring and rescaling water governance in mining contexts: the co-production of waterscapes in Peru. **Water Alternatives**, v. 5, n. 1, p. 119 - 137, 2012.

CARBAJO-NÚÑEZ, M. O Cântico das Criaturas e a sustentabilidade: Ouvir o grito da Terra. **Revista Eclesiástica Brasileira**, [S. l.], v. 85, n. 331, p. 360–382, 2025. DOI:

10.29386/reb.v85i331.6221.

Disponível

em:

<https://revistaeclesasticabrasileira.itf.edu.br/reb/article/view/6221>. Acesso em: 18 mar. 2026.

CARDOSO, S. Olhar viajante (do etnologo). In: NOVAES, Adauto. **O olhar**. São Paulo: Companhia das Letras, 1988. p. 528.

CARMO, F. F. do. **Importância ambiental e estado de conservação dos ecossistemas de cangas no Quadrilátero Ferrífero e proposta de áreas-alvo para a investigação e proteção da biodiversidade em Minas Gerais**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

CARMO, L. G. do; FELIPPE, M. F. ; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Áreas de preservação permanente no entorno de nascentes: conflitos, lacunas e alternativas da legislação ambiental brasileira. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 34, n. 2, p. 275–293, 2014. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/31733>. Acesso em: 31 jan. 2026.

CARNEIRO, P. A. S. **Conquista e povoamento de uma fronteira: a formação regional da Zona da Mata no leste da capitania de Minas Gerais (1694-1835)**. Dissertação de Mestrado (Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.

CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. de S.; SOARES, A. L. L. Carbono orgânico, nitrogênio total, biomassa e atividade microbiana do solo em duas cronossequências de reabilitação após a mineração de bauxita. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 621–632, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000200017>. Acesso em: 17 mar. 2026.

CARVALHO, A. **Bauxitas no Brasil: síntese de um programa de pesquisa**. 1989. Tese (Livre Docência em Geoquímica) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

CASTRO, G. F. de; IORIO, G. S.; SILVA, J. C. M.; MAGNO, L.; SIQUEIRA, L. P. G. de. LUTA E RESISTÊNCIA EM BUSCA DE UM TERRITÓRIO LIVRE DE MINERAÇÃO: um relato sobre o enfrentamento à mineração de bauxita na serra do brigadeiro (mg). In: ALVES, M. da S.; CARNEIRO, K. G.; SOUZA, T. R. de; TROCATE, C.; ZONTA, M. **MINERAÇÃO: realidades e resistências**. São Paulo: Expressão Popular, 2020.. p. 321-350.

CBA/BRANDT. ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA): Estudo de Impacto Ambiental Zona da Mata -MG. Brandt Meio Ambiente LTDA, 1995.

CBA/BRANDT. ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA): projeto de produção sustentável de bauxita na zona da mata. Nova Lima: Brandt Meio Ambiente Ltda, 2019. 1966 p.

CHAVES, A. de O.; CAMPELLO, M. S.; SOARES, A. C. P. Idade U-Th-PbT de monazitas do sillimanita-cordierita-granada-biotita gnaiss de Itapeçerica (MG) e a atuação da Orogenia

Riaciano-Orosiriana no interior do Cráton São Francisco Meridional. **Geociências**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 324–334, 2015. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/10294/676>. Acesso em: 19 mar. 2026.

CNN BRASIL. **Chinalco e Rio Tinto fazem acordo para compra da CBA por R\$ 4,7 bi.** 2026. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/negocios/chinalco-e-rio-tinto-fazem-acordo-para-compra-da-cba-por-r-47-bi/>. Acesso em: 18 abr. 2026.

COELHO, T. P. Minério-dependência e alternativas em economias locais. **Versos – Textos para Discussão PoEMAS**, vol. 1, n. 3, 2017

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Introduzindo hidrologia**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. *Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, 2001. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=272. Acesso em: 17 mar. 2026.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Ministério do Meio Ambiente, 2002. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=274>. Acesso em: 25 abr. 2025.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente . Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. *Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água, diretrizes ambientais para o seu enquadramento e condições/padrões de lançamento de efluentes*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, , 2005. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450. Acesso em: 17 mar. 2026.

COSTA, M. A.; ALMEIDA, L. F. G. de; GUERRA, M. de F. L.; GARCIA, J. P. G.; SANTOS, R. M. dos. **UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE A MINERO-DEPENDÊNCIA EM BRUMADINHO-MG: as metáforas do processo de formação e da dinâmica econômica local**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2020. 115 p.

CUMPLIDO, Meiriele Alvarenga; INOCENTE, Mariane Cristina; MEDEIROS, Thaís Pereira de ; SAMPAIO, Gilvan; MARENGO, José Antônio. Secas e crises hídricas no Sudeste do Brasil: um histórico comparativo entre os eventos de 2001, 2014 e 2021 com enfoque na bacia do rio Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 32, n. 19, p. 129–153, 2023. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/16154>. Acesso em: 19 mar. 2026.

DELÉAGE, J. Uma ecologia-mundo. In: CASTRO, E.; PINTO, F. (Orgs.). **Faces do Trópico Úmido: conceitos e novas questões sobre desenvolvimento e meio ambiente**. Belém: Cejup; UFPA-NAEA, 1997.p. 23-52

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. E-book. ISBN 978-85-7035-817-2. Disponível em: <https://www.agroapi.cnptia.embrapa.br/portal/assets/docs/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2025.

EMPINOTTI, V. L.; TADEU, N. D.; FRAGKOU, M. C.; SINISGALLI, P. A. de A. Desafios de governança da água: conceito de territórios hidrossociais e arranjos institucionais. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 35, n. 102, p. 177-192, ago. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/PBZcjdwhpvPCLWCXRrVGzh/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 9 jun. 2025.

ELAW – ENVIRONMENTAL LAW ALLIANCE WORLDWIDE. **Guidebook for evaluating mining project EIAs**. Eugene, OR: Environmental Law Alliance Worldwide, 2010. Disponível em: https://elaw.org/wp-content/uploads/archive/attachments/publicresource/guidebook_for_evaluating_mining_project_eias_english.pdf. Acesso em: 19 mar. 2026.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JR., A. P. Consequências da ocupação urbana na dinâmica das nascentes em Belo Horizonte-MG. In: VI ENCONTRO NACIONAL SOBRE MIGRAÇÕES, 2009, Belo Horizonte. **Anais do VI Encontro Nacional sobre Migrações**. Belo Horizonte: ABEP, 2009. p. 1-19.

FELIPPE, M. F. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais**. Dissertação (mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

FELIPPE, M. F. **Gênese e dinâmica de nascentes: contribuições a partir da investigação hidrogeomorfológica em região tropical**. Tese (Doutorado em Geografia: Análise Ambiental). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JR., A. P. Relação entre precipitação e vazão de nascentes no município de Lagoa Santa-MG. In: XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS (SBRH), 2013, Bento Gonçalves. **Anais [...]**. Bento Gonçalves: ABRHidro, 2013. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=1894>. Acesso em: 19 mar. 2026.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES Jr., A. P. Desenvolvimento de uma tipologia hidrogeomorfológica de Nascentes Baseada em Estatística Nebulosa Multivariada. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 393-40, 2014.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES Jr., A. P. O Estudo Hidrogeomorfológico de Nascentes. In: A. P. Magalhães Jr.; L. F. P. Barros (Orgs.). **Hidrogeomorfologia: Formas, processos e registros sedimentares fluviais**. 1 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020, v. 1.

FELIPPE, M. F. Brazil. In: STEVENS, L. E. (org.). **Springs of the World: distribution, ecology, and conservation status**. Springs Stewardship Institute Arizona, USA: Flagstaff, 2023. p. 198.

FELIPPE, M. F. A geograficidade dos desastres ambientais da mineração em Minas Gerais: relação entre natureza, política e território. *[Periódico]*, [S.l.], no prelo.

FERNANDES, M. L. D.; FIUZA, A. L. C.; ROTHMAM, F. D. Territorios y procesos de construcción social en la Sierra de Brigadeiro, Minas Gerais. In: BENGHOAI, J. (org.). **Territorios rurales: movimientos sociales y desarrollo territorial rural en América Latina**. Santiago do Chile: Catalonia, 2007. p. 561-595.

FERNANDES FILHO, E. I.; SCHAEFER, C. E. G. R.; ABRAHÃO, W. A. P.; SCUDELLER, A. A.; RESCK, B. de C.; VASCONCELOS, B. N.; BARBOSA, D. S. de A.; SOUZA, D. V. de; SOUZA, E. de; VIEIRA, E. M.; SIMAS, F. N. B.; FIALHO, G.; GIACOMIN, G.; MAROTTA, G. S.; OLIVEIRA, G. de C.; CORRÊA, G. R.; FARIA, M. M.; FRANÇA, M. M.; PORTES, R. de C.; OLIVEIRA, S. A.; MARQUES, A. F. S. e M.; FERNANDES, M. M.; MOURA, L. do C.; MARQUES, J. J. G. de S. e M.; CURI, N.; OLIVEIRA, G. C. de; ARAÚJO, A. R. de; RIBEIRO, J. C. J.; TORQUETTI, Z. S. C.; MACHADO, R. M. G.; BARBOSA, I. A.; SANTOS, C. G. dos; CRUZ, L. O. M.; MORAES, M. L. B. de; FERNANDES, P. R. M.; MICHEL, R. F. M.; ALEXANDRINO, R. C. S.. **Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais (1:650.000)**. 2010. Disponível em: <https://dps.ufv.br/software/>. Acesso em: 20 ago. 2024.

FERNANDES, F. R. C.; ALAMINO, R. de C. J.; ARAUJO, E. R. **Recursos minerais e comunidade: impactos humanos, socioambientais e econômicos**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2014. 379 p. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1729>. Acesso em: 19 mar. 2026.

FERRARI, L. T.; CARNEIRO, J. J.; CARDOSO, I. M.; PONTES, L. M.; MENDONÇA, E. de S.; SILVA, A. L. M. S. da. O caso da água que sobe: monitoramento participativo das águas em sistemas agroecológico. **Agriculturas Experiências em Agroecologia: Água nos agroecossistemas: aproveitando todas as gotas**, [s. l.], v. 26, n. 3, p. 30-34, out. 2010.

FERRAZ, J. M. G. **Agroecologia**. 2021. EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agricultura-e-meio-ambiente/politicas/agroecologia>. Acesso em: 19 mar. 2026.

FERREIRA, J. H. D.; NERY, J. T. Análise de componentes principais da precipitação do estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002. **Anais [...]**, 2002.

FIALHO, E. S. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte: caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira**. 2009. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde22022010154045/publico/EDSON_SOARES_FIALHO.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2025.

FLAMINIO, S.; ROUILLE-KIELO, G.; VISAGE, S. L. Waterscapes and hydrosocial territories: thinking space in political ecologies of water. **Progress In Environmental Geography**, [S.L.], v. 1, n. 1-4, p. 33-57, 3 jul. 2022. SAGE Publications. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/27539687221106796>.

FONSECA, A. C. L. Alumínio. In: PEDROSA-SOARES, A. C; VOLL, E.; CUNHA, E. C. (coord.). **Recursos Mineirais de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (CODEMGE), 2018.

FOSTER, J. B. Marx's Theory of Metabolic Rift: classical foundations for environmental sociology. **American Journal Of Sociology**, [S.L.], v. 105, n. 2, p. 366-405, set. 1999. University of Chicago Press. DOI: <http://dx.doi.org/10.1086/210315>.

FRANÇA JÚNIOR; P.; PELOGGIA, A. U. G. Os conceitos de Antropoceno e Tecnógeno e o estudo da humanidade como agente geomorfológico. In: FRANÇA JÚNIOR, P. (org.). **Geomorfologia do Tecnógeno e do Antropoceno**. Ituiutaba, 2020. Editora Barlavento.

FRANCISCO, P. Carta Encíclica Laudato Si (Louvado Seja), sobre o cuidado da Casa Comum. Brasília: Edições CNBB, 2015, n. 215.

FREIRE, C. C.; OMENA, S. P. F. de. **Princípios de hidrologia ambiental**. Curso de Aproveitamento em Gestão de Recursos Hídricos: modalidade à distância. [S. l.], 2013. Disponível em: https://capacitacao.proj.ufsm.br/pluginfile.php/60542/mod_resource/content/1/Princ%C3%A9pios%20de%20hidrologia%20ambiental.pdf . Acesso em: 17 mar. 2026

GATTO, L. C. S.; RAMOS, V. L. S.; NUNES, B. T. A.; MAMEDE, L.; GÓES, M. H. B.; MAURO, C. A.; ALVARENGA, S. M.; FRANCO, E. M. S.; QUIRICO, A. F.; NEVES, L. B. Geomorfologia. In: **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SF-23/24. Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro: IBGE, 1983

GIOVANINI, R. R. **Regiões em Movimento: Um olhar sobre a Geografia Histórica do Sul de Minas e da Zona da Mata Mineira (1808-1897)**. Tese de Mestrado – UFMG. Belo Horizonte, 2006.

GONÇALVES, A. D. M. de A.; LIBARDI, P. L. Análise da determinação da condutividade hidráulica do solo pelo método do perfil instantâneo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 1174-1184, 2013.

GOSS, M.; BARRY, D.; RUDOLPH, D. Contamination in Ontario farmstead domestic wells and its association with agriculture: results from drinking water wells. **Journal of Contaminant Hydrology**, v. 32, p. 267-293, 1998.

GOUDIE, A. S. Human influence in geomorphology. In: **Geomorphology: the Research Frontier and Beyond**. Elsevier, 1993. p. 37-59.

GOUDIE, A. S.; VILES, H. A. Introduction to the Anthropocene and Anthropogeomorphology'. **Geomorphology in the Anthropocene**, p. 1-14, 2016.

GOUDIE, A. S. **Human impact on the natural environment**. John Wiley & Sons, 2018.

GRADIM, D. T.; NOCE, C. M.; NOVO, T. A.; QUEIROGA, G. N.; SOARES, A. C. Pedrosa; OLIVEIRA, M. A. S. de., **Carta geológica-geofísica: folha SF.23-X-B-V: estado de Minas Gerais. Geologia e Recursos Minerais da Folha Viçosa**. Belo Horizonte: CPRM, 2014. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/server/api/core/bitstreams/db2f4428-6a5f-43c3-bac7-08b915e804d1/content> . Acesso em: 19 mar, 2026.

GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. **Para entender a Terra**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 738 p. ISBN 978-85-65683-77-4.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário Geológico-geomorfológico**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. 648 p.

GUIMARÃES, J. C. C.; CHAGAS, J. M.; CAMPOS, C. C. F.; ALECRIM, E. da F.; MACHADO, F. S. Avaliação dos aspectos e impactos ambientais decorrentes da mineração de bauxita no sul de Minas Gerais. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 15, 2012. Disponível em: <https://www.academia.edu/2281424>. Acesso em: 17 mar. 2026.

GUIMARÃES, M. Educação ambiental crítica. In: LAYRARGUES, P. P. (org.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 25–34.

G1 – **Projeto de conservação de minas deve preservar cerca de 22 nascentes em Muriaé**. *G1* (Zona da Mata), 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/zona-da-mata/noticia/projeto-de-conservacao-de-minas-deve-preservar-cerca-de-22-nascentes-em-muriae.ghtml>. Acesso em: 19 mar. 2026.

HARAWAY, D. J. Manifesto ciborgue: ciência, tecnologia e feminismo socialista nos anos 1980. In: HARAWAY, D. J. **Simians, Cyborgs, and Women: The Reinvention of Nature**. Nova Iorque: Routledge, 1991. p. 149-181.

HEILBRON, M.; ALMEIDA, J. C. H.; SILVA, L. G. do E.; PALERMO, N.; TUPINAMBÁ, M.; DUARTE, B. P.; VALLADARES, C. S.; RAMOS, R.; SANSON, M.; GUEDES, E.; GONTIJO, A.; NOGUEIRA, J. R.; VALERIANO, C. de M.; RIBEIRO, A.; RAGATKY, C. D.; MIRANDA, A.; SANCHES, L.; MELO, C. L. de; ROIG, H. L.; DIOS, F. B. de. **Geologia da folha Barra do Piraí SF.23-Z-A-III**. Brasília ; Rio de Janeiro: CPRM; UERJ, 2007. Escala

1:100.000. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/10741>. Acesso em: 9 de jun. 2024

HOLANDA, D. M. C.; SALES, M. C. L. Nascentes na legislação brasileira: implicações e consequências para o gerenciamento hídrico ambiental. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, [S. l.], v. 23, n. 3, p. 470–482, 2022. Disponível em: rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/809. Acesso em: 23 maio. 2025.

HOMMES, L.; BOELEN, R.; HARRIS, L. M.; VELDWISCH, G. J. Rural–urban water struggles: urbanizing hydrosocial territories and evolving connections, discourses and identities. **Water International**, v. 44, n. 2, p. 81-94, 2019. DOI: 10.1080/02508060.2019.1583311.

HOOGESTEGGER, J.; BOELEN, R.; BAUD, M. Territorial pluralism: water users’ multi-scalar struggles against state ordering in ecuador’s highlands. **Water International**, [S.L.], v. 41, n. 1, p. 91-106, 2 jan. 2016. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/02508060.2016.1130910>.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 19 mar. 2026.

IDE/SISEMA - Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Geovisualizador**. Disponível em: <https://visualizador.idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: 18 maio 2024.

IMBELLONI, A. C. P. (Re) **Conhecendo o Ciclo Hidrossocial: os movimentos da água na comunidade quilombola da tapera (RJ)**. 2019. Dissertação (Mestrado em Geografia) Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

IMBELLONI, A. C. P. ; FELIPPE, M.F. Compreendendo o ciclo hidrossocial em comunidades quilombolas: possibilidades metodológicas para o estudo. *In*: VIII simpósio internacional de geografia agrária e IX simpósio nacional de geografia agrária, 2017. Curitiba. **Anais [...]**. GT 10 - Agrohidronegócio e Conflitos pelo Uso da Água, 2017. p. 1-10.

IMBELLONI, A. C. P. ; FELIPPE, M.F. . Ciclo Hidrossocial e o Reabastecimento Social das Águas: uma experiência na Comunidade Quilombola da Tapera (RJ). **GEOGRAPHIA (UFF)**, v. 22, p. 260-271, 2020.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Mapa de Estações**. Disponível em: <https://mapas.inmet.gov.br/>. Acesso em: 10 dez. 2024.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Catálogo de Imagens – DGI/INPE**. Divisão de Geração de Imagens. Disponível em: <https://www.dgi.inpe.br/catalogo/explore>. Acesso em: 19 mar. 2026.

IEF - INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro**. Diagnóstico do Parque, 2007. Documento em PDF.

IORIO, G. S.; MAGNO, L. O território corporativo da mineração na serra do brigadeiro, minas gerais. **Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 34-59, 2019.

IORIO, G. S.; MAGNO, L.; PASINI, I. L. P. Parque estadual da serra do brigadeiro: preservacionismo, participação popular e conflitos. *In*: CAMPOS, R. B. F.; CAPILÉ, B.; GENOVEZ, P. F. (org.). **Território & Conservação: 80 anos do parque estadual do rio doce**. Governador Valadares: Univale Editora, 2025. p. 200-215.

JAMES, L. A.; MARCUS, W. A. The human role in changing fluvial systems: retrospect, inventory and prospect. **Geomorphology**, v. 79, p. 152-171, 2006.

KARPOUZOGLOU, T.; VIJ, S. Waterscape: a perspective for understanding the contested geography of water. **Wires Water**, [S.l.] v. 4, n. 3, p. 1-5, 16 mar. 2017. <http://dx.doi.org/10.1002/wat2.1210>.

LADEIA, L. C. de E.; MOREIRA, J. L. B.; SILVA, P. E. M. da; SILVA, H. Z. da. Aspectos meteorológicos brasileiros: Minas Gerais e caracteres urbanos de drenagem. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 1988, Brasília. **Anais [...]**. Brasília: Sociedade Brasileira de Meteorologia – SBMET, 1988.

LATOUR, B. **Jamais Fomos Modernos**. Rio de Janeiro. Editora 34, 1994.

LEFF, E. **Racionalidade Ambiental: a reapropriação social da natureza**. Trad. Luís Carlos Cabral. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LEPSCH, I. F. **19 Lições de Pedologia**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021. 310 p.

LEMONS, Marcos Antonio de Queiroz; PIMENTEL, Márcia Aparecida da Silva. Mineração e desastres ambientais com rejeitos de bauxita e caulim no município de Barcarena-Pará-Brasil-Amazônia. **Territorium – Revista Internacional de Riscos**, Coimbra, n. 28, v. 1, p. 137–156, 2021. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/10102377.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2026.

LIAO, Y.; SCHMIDT, J. J. Hydrosocial geographies: cycles, spaces and spheres of concern. **Progress In Environmental Geography**, [S.l.], v. 2, n. 4, p. 240-265, 20 set. 2023. SAGE Publications. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/27539687231201667>.

LIMA, E. L. de. O Mito do “Fator Antrópico” no Discurso Ambiental Geográfico. **Mercator Revista de Geografia da UFC**, [S.l.], v. 14, n. 3, p. 109-122, 15 dez. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mercator/a/KHYshqDqsxHNy3g7PRG9tbh/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 17 mar. 2026.

LINTON, J. **What Is Water?** the history of a modern abstraction. Canada: Ubc Press The University Of British Columbia, 2010. 440 p.

LINTON, J.; BUDDS, J. The hydrosocial cycle: defining and mobilizing a relational-dialectical approach to water. **Geoforum**, [S.l.], v. 57, p. 170-180, nov. 2014. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.10.008>.

LOPES, L. M. **A evolução mineralógica, micromorfológica e química da bauxita e materiais correlatos da região a nordeste de Mirai, Minas Gerais**. 1987. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

LOPES, L. M.; CARVALHO, A. Gênese da Bauxita de Mirai MG. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 462-469, dez. 1990.

LOUREIRO, C. F. B. **Trajetória e fundamentos da educação ambiental**. São Paulo: Cortez, 2004.

MAGNO, L.; SIQUEIRA, L. P. G. de; DELESPOSTE, A. G. “MINERAÇÃO? AQUI NÃO!”: a construção da resistência à mineração de bauxita na Serra do Brigadeiro, Minas Gerais. In: VIII Simpósio Internacional de Geografia Agrária e IX Simpósio Nacional de Geografia Agrária, 2017, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba, 2017. Disponível em: https://singa2017.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/12/gt11__1504196268_arquivo_trabalhocompleosingafinal.pdf. Acesso em: 9 jun. 2025.

MANÉ, I.; CARVALHO, M. de F. N.; PALHETA, J. M.; SILVA, C. N. da. Impactos socioambientais relacionados à exploração da bauxita no município de Barcarena, região Norte do Brasil. **Revista GeoAmazônia**, Belém, v. 10, n. 20, p. 1–19, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/geoamazonia/article/view/13647>. Acesso em: 17 mar. 2026.

MARCOS, V. de. Trabalho de Campo em Geografia: Reflexões sobre uma Experiência de Pesquisa Participante. **Boletim Paulista de Geografia**, [S. l.], n. 84, p. 105–136, 2017. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/731>. Acesso em: 18 mar. 2026.

MATOS, A. C. S. de; TEIXEIRA, R. R. C.; TAVARES, F. B.; LIMA, I. da S.; ANDRADE, A. L. C.; AZEVEDO, L. E. C. de; FARRINELLI, G. F. B. Processo produtivo da bauxita e da alumina: impactos socioambientais, formas de mitigação e o caso de barcarena, Pará, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 6, n. 5, p. 29644–29654, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n5-425. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/10399>. Acesso em: 25 apr. 2026

MARTÍNEZ-ALIER, J. Introducción a la economía ecológica. **Cuadernos de Medio Ambiente**. Rubens: Barcelona, 1999.

MARENGO, José A. Mudanças climáticas e impactos no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 23, n. 2, p. 215-224, 2008.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo . **Estudos Avançados**, São Paulo, Brasil, v. 24, n. 68, p. 209–220, 2010. Disponível em: <https://revistas.usp.br/eav/article/view/10475>.. Acesso em: 9 jun. 2025.

METCALF, L.; EDDY, H. P. **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

MENON JÚNIOR, W. **Evolução temporal das áreas de risco à ocorrência de escorregamentos na bacia hidrográfica do córrego do Yung – Juiz de Fora/MG entre 1968 e 2010**. 2016. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Ich – Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

MILANEZ, B. MINERAÇÃO E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS: as dores de um país mega-minerador. In: WEISS, J S. (org.). **MOVIMENTOS SOCIOAMBIENTAIS**: lutas - avanços - conquistas - retrocessos - esperanças. Formosa: Xapuri Socioambiental, 2019. p. 442.

MILANEZ, B.; FELIPPE, M. F. Quando soa o rio: água, recursos hídricos e extrativismo mineral no contexto brasileiro. In: SANT'ANA JÚNIOR, H. A. de; RIGOTTO, R. M. (org.). **Ninguém bebe minério**: águas e povos versus mineração. Rio de Janeiro: 7Letras, 2020. p. 567.

MILANEZ, B.; WANDERLEY, L. J. **Nota Técnica - Não existe mineração Sustentável**: o erro de incluir a mineração na taxonomia sustentável brasileira. Juiz de Fora: INESC/PoEMAS. 2025. 15 p.

MINAS GERAIS. Assembleia Legislativa. Projeto de Lei nº 1.133, de 24 de julho de 2023. Dá denominação ao Parque Estadual da Serra do Brigadeiro para Parque Estadual da Serra dos Puri. Belo Horizonte: ALMG, 2023. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/atividade-parlamentar/projetos-de-lei/texto/?tipo=PL&num=1133&ano=2023>. Acesso em: 9 jun. 2025.

MIRANDA NETO, A. A.; MARTINS, S. V.; SILVA, K. de A.; LOPES, A. T.; DEMOLINARI, R. de A. Banco de sementes em mina de bauxita restaurada no Sudeste do Brasil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 24, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.125414>. Acesso em: 17 mar. 2026.

MOTA, Suetônio. Introdução à engenharia ambiental. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

MOURA, M. N. de. **Qualidade ambiental de nascentes: proposta metodológica**. 2020. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2020.

MOURA, M. N. de; MAGALHÃES JR, A. P.; FELIPPE, M. F. As nascentes antropogênicas como expressões da materialidade do Antropoceno e do Tecnógeno. **Cadernos do Leste**, v. 21, n. 21, 2021. DOI: <https://doi.org/10.29327/248949.21.21-7>.

MOURA, M. N. de; FELIPPE, M. F. Avaliação de nascentes para a gestão ambiental integrada: Insuficiências e proposições apontadas por um painel de especialistas. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 16, n. 3, p. 215–241, 2022. DOI: 10.5216/ag.v16i3.72240. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/ateliê/article/view/72240>. Acesso em: 31 jan. 2026.

MOURA, M. N. de; FELIPPE, M. F. Desenvolvimento e Aplicação de um Protocolo de Avaliação Ambiental de Nascentes. **Espaço Aberto**, Rio de Janeiro, Brasil, v. 14, n. 1, p. 131–156, 2024. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/EspacoAberto/article/view/62211>. Acesso em: 31 jan. 2026.

MOVIMENTO INDÍGENA DE RETOMADA PURI DA ZONA DA MATA MINEIRA – UXO TXORI; GRUPO ENTRE FOLHAS PLANTAS MEDICINAIS (GEFPM). *Protocolo comunitário biocultural do povo Puri grupo Uxo Txori da Zona da Mata Mineira: do jeito que minha avó contava: expressões da oralidade, memórias, identidade e a defesa dos direitos consuetudinários de um povo que resiste*. Viçosa: Edição dos autores, 2024.

MUDD, G. M. Sustainability reporting and water resources: a preliminary assessment of embodied water and sustainable mining. **Mine Water and the Environment**, v. 27, n. 3, p. 136–144, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10230-008-0037-5>.

MUNIZ, L. M. Ecologia Política: o campo de estudo dos conflitos sócio-ambientais. **Revista Pós Ciências Sociais**, v. 6, n.12. 2009.

MURAD, A. Laudato Si e a Ecologia Integral. Um novo capítulo da Doutrina Social da Igreja. **Medellín. Biblia, Teología y Pastoral para América Latina y El Caribe**, [S. l.], v. 43, n. 168, p. 469–494, 2017. Disponível em: <https://revistas.celam.org/index.php/medellin/article/view/183>. Acesso em: 27 maio. 2025.

MURIAÉ (Mun.). Lei Municipal nº 5.763, de 28 de novembro de 2018. Institui área como Patrimônio Hídrico do Município de Muriaé. Diário Oficial dos Municípios, Muriaé, public. 28 nov. 2018. Ementa: institui como Patrimônio Hídrico a área de 10.215,07 ha no Distrito de Belisário. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/mg/m/muriae/lei-ordinaria/2018/576/5763/lei-ordinaria-n-5763-2018-institui-area-como-patrimonio-hidrico-do-municipio-de-muriae>. Acesso em: 9 jun. 2025.

NUVOLARI A. **Dicionário de Saneamento Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

OSSA-MORENO, J.; MCINTYRE, N.; ALI, S.; SMART, J. C. R.; RIVERA, D.; LALL, U.; KEIR, G. The hydro-economics of mining. **Ecological Economics**, v. 145, p. 368-379, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.08.012>.

PEREZ FILHO, A.; QUARESMA, C. C. Ação antrópica sobre as escalas temporais dos fenômenos geomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 12, 2012. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/261>. Acesso em: 23 mar. 2026.

PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, E. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Forestalis**. n. 65. p. 197-206, jun. 2004.

PINTO, L. V. A.; ROMA, T. N. de; BALIEIRO, K. R. de C. Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 3, p. 495–505, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-7760201200030001>. Acesso em: 17 mar. 2026.

PINTO, M. J. R. **Avaliação de condições ambientais de nascentes de cursos de água: ferramenta de subsídio à gestão de recursos hídricos e ao planejamento de bacias hidrográficas**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019

POLO AGROECOLÓGICO E DE PRODUÇÃO ORGÂNICA DA ZONA DA MATA-MG; *et al.* **Cancioneiro Caminhada Franciscana 2024: Mudanças climáticas- Responsabilidade de quem?** 2024.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **A Globalização da Natureza e a Natureza da Globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2023.

PORTO-GONÇALVES, C. W.; LEFF, E. A Ecologia Política na América Latina: a reapropriação da natureza, a reinvenção dos territórios e a construção da racionalidade ambiental. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 35, 2015. DOI: 10.5380/dma.v35i0.43543. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/43543>. Acesso em: 10 jun. 2025.

POVO INDÍGENA PURY – UCHÔ BETLHÁRO PURÍ. **Protocolo indígena de consulta e consentimento livre e informado**. Aimorés, MG: A.R.I.P.A; Uchô Betlháro Purí; Movimento de Ressurgência Puri (MRP); Aedas, 2024. 1. ed. Disponível em: <https://observatorio.direitosocioambiental.org/wp-content/uploads/2024/04/PROTOCOLO-INDIGENA-DE-CONSULTA-E-CONSENTIMENTO-LIVRE-E-INFORMADO-Povo-Indigena-Pury.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2026.

PURI, T. X.; PURI, T.; PURI, X. Kwaytikindo: retomada linguística puri. **Revista Brasileira de Línguas Indígenas**, [S.l.], v. 3, n. 2, p. 77, 20 jan. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.18468/rbli.2020v3n2.p77-101>.

REIS, A. E. S.; SCHWEICKARDT, J. C.; GUEDES, T. R. O. das N.; MARTINELLI DOS SANTOS, I. C. P. A.; MURTA, S. G. Navegando pelo “rio da vida”: a produção do cuidado em serviços de saúde. **Interface: Comunicação, Saúde, Educação**, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/icse/a/k5YSSWZBPw9Z6PYjwgzqdkF/>. Acesso em: 23 mar. 2026.

RIBEIRO, S. C. Etnogeomorfologia sertaneja: estudo dos conhecimentos dos produtores rurais do sítio canabrinha, distrito de palestina do cariri, mauriti-ce, acerca dos processos morfodinâmicos. **Geosaberes: Revista de Estudos Geoeducacionais**, Fortaleza, v. 6, n. 2, p. 103-112, nov. 2015.

RIBEIRO, S. C. Etnogeomorfologia na perspectiva da gestão ambiental e aprendizagem na educação básica. **Espaço Aberto**, v. 6, n. 1, p. 175-190, 2016. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5793394>. Acesso em: 23 mar. 2026.

RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. de A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Edgar Blücher, 2005.

RODRIGUES, A. D. Macro-Jê. In: DIXON, R. M. W.; AIKHENVALD, Alexandra Y. (Eds.). **The Amazonian Languages**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 1999. p. 165-206

ROMANO, A. W.; CASTAÑEDA, C. A Tectônica distensiva pós-mesozóica no condicionamento dos depósitos de bauxita da zona da mata mineira. **Geonomos**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 1-5, 2006.

ROMANO, R. C. O.; FUJII, A. L.; SOUZA, R. B.; TAKEASHI, M. S.; PILEGGI, R. G.; CINCOTTO, M. A. Acompanhamento da hidratação de cimento Portland simples com resíduo de bauxita. **Cerâmica**, São Paulo, v. 62, n. 363, p. 215-223, jul.-set. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0366-69132016623632039>. Acesso em: 17 mar. 2026.

ROSSATO, M. S.; SUERTEGARAY, D. M. A. Repensando o Tempo da Natureza em Transformação. **Ágora (UNISC)**, Santa Cruz, v. 6, n. 2, p. 93-98, 2000

RUBIO, R. F. A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E A MINERAÇÃO: visão internacional. In: DOMINGUES, A. F.; BOSON, P. H. G.; ALÍPAZ, S. (org.). **GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E A MINERAÇÃO**. Brasília: Agência Nacional das Águas (Ana), 2006. p. 334.

SALAS, H. J.; MARTINO, P. **Metodologias simplificadas para la evaluación de eutrofication en lagos cálidos tropicales**. Lima: Organización Panamericana de La Salud, 2001. 60 p.

SAMPAIO, J. A.; ANDRADE, M. C. de; DUTRA, A. J. B. Bauxita. In: CETEM/MCTI. **Rochas e Minerais Industriais: usos e especificações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Cetem, 2008. p. 311-337. Disponível em: <https://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1103>. Acesso em: 02 jan. 2026.

SANTIAGO, A. K. O.; HORA, K. E. R. Paisagens hídricas dos gerais e os fechos de pasto: o ciclo hidrossocial da Bacia do Rio Corrente em conflito com a fronteira agrícola na região do Oeste da Bahia. **Raízes: Revista de Ciências Sociais e Econômicas**, [S. l.], v. 44, n. 2, p. 289-307, 2024. DOI: 10.37370/raizes.2024.v44.857. Disponível em: <https://raizes.revistas.ufcg.edu.br/index.php/raizes/article/view/857>. Acesso em: 10 jun. 2025.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. Á. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2018. E-book. ISBN 978-85-7035-817-2. Disponível em: <https://www.agroapi.cnptia.embrapa.br/portal/assets/docs/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2025.

SANTOS, R. S. P. dos; MILANEZ, B. NEOEXTRATIVISMO NO BRASIL? uma análise da proposta do novo marco legal da mineração. **Revista Pós Ciências Sociais**, v. 10, n. 19, 10 Dez 2013. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/rpcsoc/article/view/1940>. Acesso em: 31 jan 2026.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (MG). **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais**. Vetorial – SIRGAS 2000 (EPSG:4674). Belo Horizonte: IDE-Sisema/Semad-MG; UFV; UFLA; CETEC, 2010-2018. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a8f5cc4b6a4c2bba79759aa952d908>. Acesso em: 9 jun. 2025.

SERPA, Â. O Trabalho de Campo em Geografia: Uma Abordagem Teórico-Metodológica. **Boletim Paulista de Geografia**, [S. l.], n. 84, p. 7–24, 2006. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/725>. Acesso em: 18 mar. 2026.

SILVA, A. S. da; COSTA, G. C. P. da; TÁVORA, G. S. G.; SELIGER, R. Influência do pisoteio do gado na alteração das propriedades físicas de horizontes superficiais em santo antônio de pádua. **Geo Uerj**, Rio de Janeiro, n. 35, p. 1-19, 2019. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/geouerj/article/download/46650/32216/161936>. Acesso em: 24 mar. 2026.

SILVA, E. de M. **Arqueologia e coletivos indígenas: os purizados do entorno da serra do brigadeiro/minas gerais**. 2011. Dissertação (Mestrado em Antropologia) Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

SILVA, F. S. da. **Distribuição e contexto geológico-geomorfológico das ocorrências de bauxita na região de Espera Feliz, Minas Gerais/Espírito Santo**. 2015. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

SILVA, F. S. da; OLIVEIRA, F. S. da; SOUZA FILHO, C. R. Distribuição e contexto geológico-geomorfológico da bauxita na região de espera feliz, sul da serra do caparaó, mg/es. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 20, n. 3, 2019. DOI: 10.20502/rbg.v20i3.1513. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1513>. Acesso em: 31 jan. 2026.

SILVA, V. O. **EVENTOS DE SECA NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL: OCORRÊNCIAS TEMPORAIS E COMPORTAMENTO FUTURO**. 2018. 148 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Sistemas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

SKORUPA, L. A. **Áreas de preservação permanente e desenvolvimento sustentável**. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna-SP, 2004. 4p

SOARES, C. C. V. **Gênese e evolução mineralógica, micromorfológica e geoquímica da bauxita de Espera Feliz, MG**. 2013. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

SOUZA, M. L. de. **Ambientes e Territórios: uma introdução à ecologia política**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2019a. 350 p.

SOUZA, M. L. de. O que é Geografia Ambiental?. **Ambientes: Revista de Geografia e Ecologia Política**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 14-37, 2019b.

SOUZA, M. L. de. Ambiente. **GEOgraphia: Conceitos Fundamentais da Geografia**. Niterói, v. 24, n. 53, p. 1-6, 2022.

SOUZA, Y. G. de. **Serviços ecossistêmicos e modelagem preditiva em nascentes de uma bacia hidrográfica tropical**. 2025. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Ciência Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2025.

SPRINGER, A. E.; STEVENS, L. E. Spheres of discharge of springs. **Hydrogeology Journal**, v. 17, p. 83-93, 2009. Disponível em: https://docs.springstewardship.org/PDF/springer_stevens_spheres_origin.pdf. Acesso em: 06. jun. 2025

STEVENS, L. E.; SCHENK, E. R.; SPRINGER, A. E. Springs ecosystem classification. **Ecological Applications**, [s. l], p. 1-28, 2020.

SWYNGEDOUW, E. Modernity and hybridity: nature, regeneracionism, and the production of the Spanish waterscape, 1890–1930. **Annals of the Association of American Geographers**, p. 443-465. 1999.

SWYNGEDOUW, E. **Social power and the urbanization of water**. Oxford: Oxford University Press, 2004.

SWYNGEDOUW, E. The political economy and political ecology of the hydrosocial cycle. Universities Council on Water Resources, **Journal of Contemporary Water Research and Education**, p. 56–60, 2009.

SWYNGEDOUW, E. Circulations and Metabolisms: (Hybrid) Natures and (Cyborg) Cities. **Science as Culture**, v. 15, p. 105-121. 2006.

SWYNGEDOUW, E. Urbanization and environmental futures: Politicizing urban political ecologies. In: PERREAULT, Tom; BRIDGE, Gavin; MCCARTHY, James (org.). **Handbook of Political Ecology**. New York, Ny: Routledge, 2015. p. 668. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283132606_Urbanization_and_environmental_futures_Politicizing_urban_political_ecologies. Acesso em: 23 mar. 2026.

TADEU, N. D.; SINIGALLI, P. A. de A. Acesso à Água em Ilhabela (Brasil): a (re)produção de um conflito. **Estudos Socioambientais**, [S.l.], p. 195-212, 2022. Editora Blucher. DOI: <http://dx.doi.org/10.5151/9786555502671-10>.

THORNE, C. R.; TOVEY, N. K. Stability of composite river banks. **Earth Surface Processes And Landforms**, Norwich, v. 6, n. , p. 469-484, jan. 1981.

TROIAN, L. C.; CORBELLINI, L. M.; PRINTES, R. C.; STOFFEL, A. S. **Cartilha da Juçara**: informações sobre boas práticas e manejo. Ação Nascente Maquiné (Anama), 2014. 35 p.

TSUTSUI, H. K.; EMPINOTTI, V. L. Água como híbrido: uma estrutura de análise a partir do enfoque hidrossocial. **Desenvolvimento e meio ambiente (UFPR)**. v.61, p.496 – 512, 2023.

TUCCI, C. E. M. Coeficiente de escoamento e vazão máxima das bacias urbanas. Porto Alegre: **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.5, n.1, p.61-68, jan/mar, 2000. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/232438>. Acesso em: 23 mar. 2026.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY (USGS) *Bauxite and alumina*. In: **Mineral Commodity Summaries 2025**. Reston, VA: U.S. Geological Survey (USGS), 2025. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2025/mcs2025-bauxite-alumina.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2026.

UNIVERSITY OF BRISTOL. **FABDEM V1-2**. Disponível em: <https://data.bris.ac.uk/data/dataset/s5hqmjcdj8yo2ibzi9b4ew3sn>. Acesso em: 19 ago. 2025.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. de M.; SILVA, A. M. M. da. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP. **Eclética Química**, [S. l.], n. 22, p. 49-66, ago. 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eq/a/8QYrd8YdJNYZ6SmTFyyJtRx/?lang=pt>. Acesso em: 24 mar. 2026.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de Nascentes**: produção de água em pequenas bacias hidrográficas. Viçosa: Aprenda Fácil, 2023.

VALVASORI, G. P. de C. G. **Análise do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do rio fumaça e seus impactos sobre os recursos hídricos no distrito de belisário (MG)**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Biociências e

Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2018.

VIANELLO, R. L.; MAIA, L. F. P. G. Estudo preliminar da climatologia dinâmica de Minas Gerais. In: congresso brasileiro de meteorologia, 4., 1986, Brasília. **Anais [...]** Brasília: [s.n.], 1986.

VIEIRA, C. T. G.; FELIPPE, M. F.; IORIO, G. S. “MINHA IRMÃ ÁGUA”: a caminhada franciscana e o conceito de água híbrida na serra dos puri. In: Geografias Disruptivas em Tempos de Rupturas Metabólicas - 11., 2024, Juiz de Fora. **Anais do XI seminário da pós graduação em geografia/UFJF**. Juiz de Fora: UFJF, 2024. p. 94-98.

VITÓ, C. V. G.; SILVA, L. J. B. F. da; OLIVEIRA, K. de M. L.; GOMES, A. T.; NUNES, C. R. de O. Avaliação da qualidade da água: determinação dos possíveis contaminantes da água de poços artesianos na região Noroeste Fluminense. **ACTA Biomedica Brasiliensia**, v.7, n. 2, p.59-75, 2016.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 1996. 243 p.

WESSELINK, A.; KOOY, M.; WARNER, J. Socio-hydrology and hydrosocial analysis: toward dialogues across disciplines. **Water**, v. 4, n. 2, e1196, 2017.

ZALASIEWICZ J.; WILLIAMS M.; STEFFEN W.; CRUTZEN P. The New World of the Anthropocene. **Environ. Sci. Technol.** 44(7): p. 2228- 2231, 2010.

ZALASIEWICZ, J.; WILLIAMS, M.; SMITH, A.; BARRY, T. L.; BOWN, P. R.; RAWSON, P.; BRENCHLEY, P.; CANTRILL, D.; COE, A. E.; GALE, A.; GIBBARD, P. L.; GREGORY, F. J.; HOUNSLOW, M.; KERR, A.; PEARSON, P.; KNOX, R.; POWELL, P.; WATERS, C.; MARSHALL, J.; OATES, M.; RAWSON, P.; STONE, P. Are we now living in the Anthropocene? **GSA Today**, 18 (2), p. 4-8, 2008.

ZANELLI, F. V.; LEÃO, P. C. da R. Dinâmicas territoriais na Zona da Mata mineira: Reflexões sobre mineração, campesinato e agroecologia: Territorial dynamics in the Zona da Mata of Minas Gerais (Brazil): Reflections on mining, peasantry and agroecology. **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, [S. l.], v. 6, n. 1, 2024. DOI: 10.48075/amb.v6i1.33142. Disponível em: <https://saber.unioeste.br/index.php/ambientes/article/view/33142>. Acesso em: 9 jun. 2025.

APÊNDICE A – Sistematização de mobilizações de resistência à mineração desde 2003.

Ano	Município	Ação	Objetivos
2003	Muriaé	Participação e intervenção na audiência pública a respeito da mineração na Serra	Questionar o processo e invalidar a audiência pública sem participação popular.
	Muriaé, Miradouro, Rosário da Limeira, Fervedouro, Divino e Araponga	Reação de lideranças sociais e da igreja diante da pretensão da CBA na região e intensa mobilização de resistência	Buscar informações sobre o projeto da CBA; questionar o projeto de morte da CBA; informar as comunidades sobre o projeto e fazer o debate político para mobilizar os agricultores.
2004	Muriaé	Criação da Comissão Regional dos Atingidos por Mineração da Zona da Mata	Articular e fortalecer a luta e resistência contra a mineração.
	Itamarati de Minas	Ocupação no canteiro de obras da CBA	Conhecer as áreas mineradas e perceber os seus impactos socioambientais.
	Rosário da Limeira	Audiência pública com a Superintendência Regional de Meio Ambiente de Minas Gerais (Supram)	Questionar o processo de licenciamento ambiental; buscar informação e esclarecimentos sobre mineração na Zona da Mata.
2005	Rosário da Limeira	Audiência pública da ALMG com as Comissões de participação popular e de Direitos Humanos	Debater as consequências da mineração na Zona da Mata.
	Muriaé	Mobilização popular na BR 356	Cobrar providências do poder público e da empresa sobre os Impactos da lama no rio Muriaé e nas ruas dos bairros atingidos dos com

2008			o rompimento da barragem em Mirai em 2007.
	Belo Horizonte	Audiência pública com o Conselho de Política Ambiental de Minas Gerais (Copam)	Debater os impactos da atividade de mineração na agricultura familiar.
2010	Muriaé, Miradouro, Rosário da Limeira	Gravação e edição do vídeo “projeto de Vida e projeto de Morte”	Garantir o protagonismo das comunidades e lideranças atingidas; alertar sobre a ameaça para a região, em especial para a agricultura familiar e as gerações futuras.
2011	Muriaé, Miradouro, Rosário da Limeira	Construção do Fórum permanente em Defesa da Vida e do Meio Ambiente	Construir ações políticas para impedir novas investidas da CBA no território da Serra do Brigadeiro.
2012	Miradouro	I Encontro das Redes de Resistências Regional contra a mineração	Elaborar a linha do tempo; fazer memória das lutas; pensar estratégias coletivas futuras integrando a luta contra a mineração na Serra do Brigadeiro e a luta contra o mineroduto na região de Viçosa-MG.
2015	Muriaé (Belisário)	Realização da I Caminhada Ecológica e em Defesa das Águas	Mobilização para fortalecer a luta e a resistência.
	Muriaé, Miradouro e Rosário da Limeira	Chegada do Movimento pela Soberania popular na Mineração (MAM)	Somar na construção das lutas de enfrentamento e resistência à mineração na região

2016	Muriaé (Belisário)	Realização da II Caminhada em Defesa das águas	Mobilizar para fortalecer a luta e resistência.
	Miradouro	Participação no Fórum Regional de Educação Ambiental (FOREA)	Manifestar repúdio à mineração na Serra do Brigadeiro.
	Muriaé (Belisário)	Ato “Mineração Aqui Não!”	Manifestar publicamente repúdio à mineração no entorno da Serra do Brigadeiro.
2017	Muriaé (Belisário)	Ações em resposta à ameaça de morte sofrida pelo Frei Gilberto Teixeira, integrante da Comissão	Dar visibilidade à ameaça; garantir a segurança pessoal do Frei e dos demais integrantes da luta; acionar os meios legais.
	Muriaé (Belisário)	III Caminhada em Defesa das águas	Mobilizar para fortalecer a luta e a resistência.
	Muriaé (Belisário)	Audiência com o Secretário Estadual de Direitos Humanos, prefeito e vereadores de Muriaé	Averiguar situações de violações de direitos humanos pela mineradora Articular; promover troca de experiências e fortalecimento da luta regional.
	Muriaé, Miradouro e Rosário da Limeira	Acolhida do Intercâmbio de militantes do Curso de Formação Mineral do MAM Assembleias populares Celebração Diocesana da Missa da unidade e dos Santos Óleos em Belisário	Articular para o fortalecimento da luta; esclarecer sobre os reais impactos da mineração; demonstrar o apoio do Bispo e Diocese de Leopoldina em solidariedade ao Frei Gilberto que foi ameaçado de morte; dar visibilidade à luta, mobilizar as comunidades e solidarizar com o Frei Gilberto.

Muriaé (Belisário)	Comissão de Direitos Humanos da Assembleia Legislativa de Minas Gerais realiza audiência pública	Dar visibilidade à luta, mobilizar as comunidades e solidarizar com o Frei Gilberto; apresentar demandas de segurança aos defensores dos direitos humanos na região; debater a necessidade de impedir o avanço da mineração na Serra do Brigadeiro.
Miradouro	Formação de jovens para a atuação na resistência promovida pela Comissão Regional de Enfrentamento à Mineração	Firmar parceria entre a Comissão de Enfrentamento à Mineração, o MAM, o Núcleo de Estudos em Agroecologia puri (NEAp) e a paróquia de Miradouro, para formar um grupo de jovens para atuar nas lutas regionais
Rosário da Limeira	Intervenção artística da Comissão Regional de Enfrentamento à Mineração no evento da CBA “Vivência Oásis”	Mostrar repúdio às novas ações da CBA (táticas culturais) na região e dizer “Mineração Aqui Não!”.
Muriaé	Audiência pública na Câmara Municipal	Debater os impactos da mineração e demandar providências em relação ao avanço da atividade no município
Miradouro	Audiência pública na Câmara Municipal	Debater os impactos da mineração e demandar providências em relação ao avanço da atividade no município
Rosário da Limeira	Ato político-cultural	Dar visibilidade à luta no município através de apresentações culturais de artistas populares

2018	Geral	Definição do Território de Atuação da Comissão	Definir a abrangência de atuação da Comissão em nove municípios do território
	Muriaé (Belisário)	IV Caminhada em Defesa das águas	Mobilizar para fortalecer a luta e a resistência
	Muriaé	I Encontro de “Jovens Que Ousam Lutar”	Mobilizar e organizar a juventude da região
	Muriaé (Belisário)	Curso de plantadores/as de águas	Disseminar um conjunto de práticas de conservação de solo e de água denominadas “plantio de água” na região
	Rosário da Limeira	Mobilização popular para Audiência pública na Câmara	Pressionar os vereadores para fazer moção de repúdio aos avanços da mineração no município
	Muriaé, Miradouro, Fervedouro, Araponga, Ervália e Rosário da Limeira	I Caminhada Franciscana no entorno da Serra do Brigadeiro (Sul)	Fomentar o debate em defesa da vida e do meio ambiente, conhecer, valorizar e defender o território
	Miradouro	II Encontro de “Jovens Que Ousam Lutar”	Mobilizar e organizar a juventude da região
	Muriaé	Aprovação da lei que torna o distrito de Belisário Patrimônio Hídrico Municipal de Muriaé	Tornar o distrito de Belisário patrimônio hídrico de Muriaé garantindo sua preservação
	Muriaé	III Encontro de “Jovens Que Ousam Lutar”	Mobilizar e organizar a juventude da região

	Muriaé, Rosário da Limeira	Realização da Cartografia Social nas comunidades	Construir coletivamente um mapa social de anúncios e denúncias do território.
	Geral	Lei Estadual 23207/2018 criação do Polo Agroecológico e de Produção Orgânica da Zona da Mata	Fortalecer a agroecologia.
2019	Muriaé	Ajuizamento de Ação Civil pública contra licenciamento ambiental irregular da CBA	Garantir o cumprimento da Lei Municipal de Rosário da Limeira que não permite mineração em ApA
	Muriaé (Belisário)	I Semana em Defesa das águas Fórum das águas e V Caminhada em Defesa das águas	Debater a defesa das águas, um tema que é de grande interesse e agrega forças; mobilizar em torno da ecologia integral, e da religiosidade.
	Rosário da Limeira	Ato “Dia Internacional da Mãe Terra”	Preservar a memória e fortalecer a luta
	Miradouro, São Sebastião da Vargem Alegre	Intercâmbio da Juventude em área Minerada	Fomentar a visão crítica da juventude em relação à mineração
	Muriaé, Rosário da Limeira	Realização da Cartografia Social nas comunidades	Construir coletivamente um mapa social de anúncios e denúncias do território.
	Fervedouro, Divino, Pedra Bonita, Sericita e Araponga.	II Caminhada Franciscana no entorno do Parque (Norte)	Fomentar o debate em defesa da vida e do meio ambiente, conhecer, valorizar e defender nosso território

	Geral	Mudança da identidade visual da Comissão para incluir mais dois picos da Serra	Tornar a logomarca mais representativa da Serra e possibilitar identificação do povo dos novos municípios que se juntam à comissão.
	Muriaé	Acolhimento do Seminário Nacional: “Diversas Formas de Dizer Não”	Fortalecer a luta regional, promover a troca de experiências a partir das vivências nas comunidades em nível nacional e debater sobre a luta por Territórios Livres de Mineração
	Rosário da Limeira e Miradouro	Assembleias populares da Mineração	Fortalecer a luta regional e promover a troca de experiências a partir das vivências nas comunidades
	Muriaé (Belisário)	Audiência pública	Mobilizar a comunidade e debater impactos da mineração de granito verde no distrito; rechaçar qualquer mineração.
	Belo Horizonte	Audiência pública da Comissão de Direitos Humanos da ALMG	Debater a violência da mineração no território da Serra do Brigadeiro e a importância de mecanismo que torne a região um Território Livre de Mineração
	Muriaé	Articulação e mobilização junto à Câmara Municipal para debater o plano Diretor de Muriaé	Fortalecer a resistência contra a mineração e estabelecer áreas livres de mineração no município
2021	Divino	Lei Municipal (2058/2021) proíbe atividades minerárias em duas APAs municipais	Proteção das APAs municipais

	Geral	Reunião das Comunidades do Entorno da Serra do Brigadeiro	Apresentar a resistência à mineração para a equipe de gestão do PESB, com a elaboração da "Carta da Serra do Brigadeiro"
	Geral	Missão Franciscana	Fomentar o debate em defesa da vida e do meio ambiente, conhecer, valorizar e defender o território
2022	Divino	Lei Municipal (2094/2022) institui o Patrimônio Hídrico Municipal de Divino	Definição da região como patrimônio hídrico garantindo sua preservação
	Muriaé	I Curso de Formação Mineral em Muriaé, promovido pelo MAM	Atrair novas pessoas para a mobilização e repassar os conhecimentos adquiridos na militância
	Muriaé, Miradouro, Fervedouro, Araponga, Ervália e Rosário da Limeira	III Caminhada Franciscana (Sul)	Fomentar o debate em defesa da vida e do meio ambiente; conhecer, valorizar e defender o território
	Geral	II Reunião das Comunidades do Entorno da Serra do Brigadeiro	Apresentar a resistência à mineração para a equipe de gestão do PESB e entregar um relatório intitulado "Um Projeto de Desenvolvimento do Povo e para o Povo da Serra do Brigadeiro".
2023	Fervedouro, Divino, Pedra Bonita, Sericita e Araponga.	IV Caminhada Franciscana (Norte)	Fomentar o debate em defesa da vida e do meio ambiente; conhecer, valorizar e defender o território
2024	Muriaé, Miradouro, Fervedouro, Araponga, Ervália e Rosário da Limeira	V Caminhada Franciscana (Sul)	Fomentar o debate em defesa da vida e do meio ambiente; conhecer, valorizar e defender o território

2025		Caminhada das águas	Mobilizar para fortalecer a luta e a resistência
	Fervedouro, Divino, Pedra Bonita, Sericita e Araponga.	VI Caminhada Franciscana (Norte)	Fomentar o debate em defesa da vida e do meio ambiente; conhecer, valorizar e defender o território.
	Muriaé (Belisário)	Encontro de 20 anos da Comissão de Enfrentamento à Mineração na Serra do Brigadeiro	Celebrar a existência e as ações realizadas pela Comissão durante seus 20 anos, e discutir os próximos passos.
	Geral	Participação de líderes para denúncias sobre a mineração de bauxita na Serra dos Puri na COP30 e transmissão do filme "Bauxita"	Denunciar e promover discussões sobre esse conflito em escala nacional e internacional, além da apreensão e do compartilhamento de conhecimentos
	Fervedouro	Mobilização para o reflorestamento de uma nascente em Samambaia, inspirada pela Caminhada Franciscana	Fomentar o debate em defesa da vida e do meio ambiente; conhecer, valorizar e defender o território.

Fonte: Atualizado de Castro *et al.*, (2020).

APÊNDICE B – NASCENTES LEVANTADAS EM CAMPO

N	Local	Contexto	Tipologia Stevens	Tipologia Felipe	Morfologia	Exfiltração	Afloramento rochoso	Litologia observada	Tipo de material	Assoreamento	Veg	APP	Dossel	Hidromorfismo	Litotipo	Domínio	Unidade hidrogeológica	Pedologia
N1	São Sebastião da Vargem Alegre	Minerado	Helocreno	Dinâmica-flutuante	Afloramento rochosos	Difusa	Há	Metamórfica c/ contato lítico	Rocha matriz, colúvio e elúvio	Sim	Herbáceo-graminosa	Não	Aberto	Não	Ortogramulito, Enderbrito	Cristalino	Juiz de Fora, enderbítica	LVA _d 79
N2	São Sebastião	Minerado	-		-	-	-	-	-	-	Lenhosa	Sim	Fechado	-	Granada-biotita gnaisse, Quartzito, Gondito, Gnaiss	Cristalino	Juiz de Fora, enderbítica	LVA _d 79
N3	São Sebastião	Minerado	Reocreno	Freática-flutuante	Concavidade	Múltipla	A jusante	Pedregulhos	Colúvio e elúvio	Sim	Herbáceo-graminosa	Não	Aberto	Não	Granada-biotita gnaisse, Quartzito, Gondito, Gnaiss	Cristalino	Juiz de Fora, enderbítica	LVA _d 79
N4	Muriaé	Lavra	Helocreno	Dinâmica	Afloramento rochoso	Difusa	À montante e à jusante	Metamórfica c/ contato lítico	Matriz e elúvio	Sim	Herbáceo-graminosa	Não	Aberto	Não	Granitoide	Cristalino	Juiz de Fora, enderbítica	LVA _d 65
N5	Muriaé	Lavra	Encosta	Dinâmica-sazonal de enconsta	Duto horizontal	Pontual	À montante	Sem contato litológico	Colúvio e elúvio	Sim	Herbáceo-graminosa	Não	Fechado	Não	Granitoide	Cristalino	Juiz de Fora, enderbítica	LVA _d 65
N6	Rosário da Limeira	Lavra	Helocreno	Flutuante	Concavidade	Difusa	Não há	Sem contato litológico	Colúvio e elúvio	Não	Lenhosa e sub-lenhosa	Sim?	Semi-aberto	Não	Granitoide	Cristalino	Juiz de Fora, enderbítica	LVA _d 65
N7	Rosário da Limeira	Lavra	Helocreno		Concavidade	Difusa	Não há	Sem contato litológico	-	-	Herbáceo-graminosa	Não	Aberto	-	Granitoide	Cristalino	Juiz de Fora, enderbítica	LVA _d 65
N8	Rosário da Limeira	Lavra	Helocreno		Concavidade	Difusa	Não há	Sem contato litológico	-	-	Herbáceo-graminosa	Não	Aberto	-	Granitoide	Cristalino	Juiz de Fora, enderbítica	LVA _d 65
N9	Rosário da Limeira	Lavra	Helocreno	Freática	Concavidade	Difusa	Não há	Sem contato litológico	Colúvio e elúvio	Sim	Sub-lenhosa	Sim	Semi-aberto	Não	Granitoide	Cristalino	Juiz de Fora, enderbítica	LVA _d 65
N10	São Sebastião	Minerado	Jardim suspenso	Dinâmica	Afloramento rochoso	Difusa	à montante e à jusante	Metamórfica c/ contato lítico	Rocha matriz, colúvio e elúvio	Não	Lenhosa	Sim	Fechado	Não	Granada-biotita gnaisse, Quartzito, Gondito, Gnaiss	Cristalino	Juiz de Fora, enderbítica	LVA _d 79
N11	São Sebastião	Lavra	Helocreno		Concavidade	Difusa	Não há	Sem contato litológico	-	-	Herbáceo-graminosa	Não	Aberto	Não	Granada-biotita gnaisse, Quartzito,	Cristalino	Juiz de Fora, enderbítica	LVA _d 79

															Gondito, Gnaiss			
N1 2	São Sebastião	Lavra	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Granada-biotita gnaiss, Quartzito, Gondito, Gnaiss	Cristalino	Juiz de Fora, enderbítica	LVA65
N1 3	São Sebastião	Minerado	Reocreno		Afloramento rochoso	Difusa	Há	Metamórfica c/ contato lítico	Rocha matriz, colúvio e elúvio	Não	Lenhosa	Sim	Fechado	Sim	Granada-biotita gnaiss, Quartzito, Gondito, Gnaiss	Cristalino	Juiz de Fora, enderbítica	LVA65
N1 4	São Sebastião	Minerado	Helocreno	Dinâmica-flutuante	Concavidade	Difusa	Não há	Sem contato litológico	Colúvio e elúvio	Sim	Herbáceo-graminosa	Não	Aberto	Sim	Granada-biotita gnaiss, Quartzito, Gondito, Gnaiss	Cristalino	Juiz de Fora, enderbítica	LVA65
N1 5	Muriaé	Agricultura	Reocreno	Freática	Concavidade	Difusa	Não há	Sem contato litológico	Colúvio e elúvio	Não	Lenhosa	Sim	Fechado	Sim	Granada-biotita gnaiss, Quartzito, Gondito, Gnaiss	Metassedimentos-Metavulcânicas	Paraíba do Sul	LVA65
N1 6	Muriaé	Agricultura	Helocreno		Cavidade	Difusa	Não há	Sem contato litológico	Colúvio e elúvio	Não	Lenhosa	Sim	Fechado	Sim	Granada-biotita gnaiss, Quartzito, Gondito, Gnaiss	Metassedimentos-Metavulcânicas	Paraíba do Sul	LVA65
N1 7	Muriaé	Agricultura	Helocreno	Flutuante	Cavidade ou concavidade	Difusa	à montante	Sem contato litológico	Colúvio e elúvio	Não	Lenhosa	Sim	Fechado	Sim	Granada-biotita gnaiss, Quartzito, Gondito, Gnaiss	Metassedimentos-Metavulcânicas	Paraíba do Sul	LVA65
N1 8	Muriaé	Agricultura	Helocreno		Cavidade	Difusa	Não há	Sem contato litológico	Colúvio e elúvio	Não	Lenhosa	Sim	Semi-aberto	Sim	Granada-biotita gnaiss, Quartzito, Gondito, Gnaiss	Cristalino	Juiz de Fora, enderbítica	LVA65
N1 9	Muriaé	Agricultura	Encosta		Afloramento rochoso/concavidade	Difusa	Há, à montante e à jusante	Metamórfica	Colúvio e elúvio	Não	Sub-lenhosa e herbáceo-graminosa	Sim	Aberto	Não	Granada-biotita gnaiss, Quartzito,	Cristalino	Juiz de Fora, enderbítica	LVA65

															Gondito, Gnaisse Granada- biotita gnaisse, Quartzito, Gondito, Gnaisse				
N2 0	Muriaé	Agricultur a	Helocreno		Afloramento rochoso	Difusa	Com alforamento, e à montante e à jusante	Metamórica c/ contato litológico	Matriz, colúvio e elúvio	Não	Lenhosa	Sim	Semi- aberto	Sim		Cristalino	Juiz de Fora, enderbítica	LVAd65	
N2 1	Muriaé	Agricultur a	Helocren o	Freática- flutuante	Cavidade	Difusa	Não há	Sem contato litológico	Colúvio e elúvio	Não	Lenhosa	Sim	Fechado	Sim		Cristalino	Juiz de Fora, enderbítica	LVAd65	
N2 2	Muriaé	Agricultur a	Helocren o		Afloramento rochoso/con cavidade	Difusa	à montante	Metamórfica	Rocha matriz, colúvio e elúvio	Não	Herbáceo- graminosa	Não	Aberto	Não		Granada- biotita gnaisse, Quartzito, Gondito, Gnaisse	Metassedi- mentos- Metavulcâ nicas	Paraíba do Sul	LVAd65
N2 3	Muriaé	Agricultur a	Reocreno	Flutuante	Concavidad e	Difusa	Afloramento rochoso	Metamófica c/ contato litológico	Rocha matriz, colúvio e elúvio	Não	Lenhosa	Sim	Fechado	Sim		Granada- biotita gnaisse, Quartzito, Gondito, Gnaisse	Metassedi- mentos- Metavulcâ nicas	Paraíba do Sul	LVAd65

APÊNDICE C – MODELO DO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa **“Tá tudo em cima de bauxita - As Nascentes da Serra dos Puri sob uma Perspectiva Hidrossocial”**. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é **o alto interesse social da pauta para as comunidades rurais ao redor da Serra**. Nesta pesquisa pretendemos interpretar **a relação entre as diferentes formas de usos e apropriações da água e a dinâmica funcional do sistema nascente na Serra do Brigadeiro / Puri**. Todo o conteúdo será coletado a partir de anotações em caderneta de campo.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades com você **uma caminhada por sua propriedade e serão feitas algumas perguntas sobre a água, à medida que conversamos**. Esta pesquisa apresenta risco mínimo, que são: **potenciais desconfortos temporários ou constrangimento durante a interação, o provável constrangimento durante a interação, o impacto emocional, o risco de vazamento de dados e o tempo necessário durante a atividade proposta**.

. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, **não será divulgado o nome de ninguém que participou da pesquisa, será mantido o sigilo devido de todos os participantes; também é garantido o direito à recusa de participação**. A pesquisa pode ajudar **a compreender a dinâmica das nascentes da Serra do Brigadeiro/Puri sob uma perspectiva que integra o físico e o social**.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causadas atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.