



Análise ambiental de nascentes na serra do Cabral no município de Francisco Dumont/MG

Thiago José Pimenta Alves¹, Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques², Eliana Alcantra³, Luciano dos Santos Rodrigues⁴

¹ Engenheiro agrônomo, mestre do programa de Pós Graduação Sustentabilidade em Recursos Hídricos, Universidade Vale do Rio Verde (UNINCOR), CEP: 37410-000, Três Corações (MG), Brasil, Tel.: (+55 38) 98831-0996 tjalves@hotmail.com, (autor correspondente). ² Docente do programa de Pós Graduação Sustentabilidade em Recursos Hídricos, Universidade Vale do Rio Verde (UNINCOR), CEP: 37410-000, Três Corações (MG), Brasil, Tel.: (+55 35) 99737-2254, roeflorestal@hotmail.com. ³ Doutora em Entomologia, CEP: 374264-000, Ribeirão Vermelho (MG), Brasil, Tel.: (+55 35) 99120-2451 lialcantra@yahoo.com.br ⁴ Docente do Departamento de Medicina Veterinária preventiva da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), CEP: 31270-901, Belo Horizonte (MG), Brasil Tel.: (+55 31) 7221-5626, lsantosrodrigues@gmail.com.

Artigo recebido em 11/04/2023 e aceito em 14/02/2024

RESUMO

A Serra do Cabral vem passando por um acelerado processo de degradação ambiental, o que está causando enorme prejuízo no que diz respeito a sua riqueza ambiental, notadamente a hídrica. Assim, objetivou-se avaliar a área do entorno de nascentes por meio da avaliação macroscópica que compõe o Índice de Impacto Ambiental de Nascentes – IIAN e identificação de impactos ambientais por meio de visitas in loco entre março e abril de 2021. As nascentes perenes foram identificadas e mapeadas. Assim, foi realizado o registro das coordenadas geográficas utilizando GPS Garmin 62sc. Foram avaliados também outros atributos: ponto de surgência da água, ambiente em que a nascente está inserida, condição que se encontra e, função e/ou seu principal uso, objetivando correlacionar as atividades antrópicas com o grau de preservação das nascentes. Posteriormente confeccionou-se um mapa de uso do solo por meio de classificação supervisionada pelo método de segmentação, aplicado às imagens de sensor Sentinel-2, com 10m de resolução espacial. Foi proposta implantação de práticas conservacionistas que melhor atendam a demanda do cenário identificado. Observou-se um total de 21 nascentes sendo que pela classificação do IIAN, 4 foram classificadas como “ótima”, 9 classificadas como “boa”, 5 como “razoável”, 2 como “ruim” e 1 como “péssima”. Constatou-se que a diminuição do fluxo d’água nestas nascentes é justificada pela ação antrópica exercida no ambiente, sendo propostas algumas medidas mitigatórias como: a manutenção da vegetação nativa, cultivo mínimo, plantio direto, curvas de nível, com o intuito de atenuar a exploração desordenada desses mananciais.

Palavras-chave: Mananciais, análise macroscópica, recursos hídricos, Serra do Cabral.

Environmental analysis of springs in Serra do Cabral in the municipality of Francisco Dumont/MG

ABSTRACT

Serra do Cabral has been going through an accelerated process of environmental degradation, which is causing enormous damage with regard to its environmental richness, notably water. Thus, the objective was to evaluate the area surrounding the springs through the macroscopic evaluation that makes up the Environmental Impact Index of Springs - IIAN and identification of environmental impacts through on-site visits between March and April 2021. The perennial springs were identified and mapped. Thus, the registration of the geographic coordinates was carried out using GPS Garmin 62sc. Other attributes were also evaluated: point of emergence of the water, environment in which the spring is inserted, condition and function and/or its main use, aiming to correlate anthropic activities with the degree of preservation of the springs. Subsequently, a map of land use was made through supervised classification by the segmentation method, applied to Sentinel-2 sensor images, with 10m of spatial resolution. It was proposed the implementation of conservationist practices that better meet the demand of the identified scenario. A total of 21 springs were observed, and according to the IIAN classification, 4 were classified as "excellent", 9 classified as "good", 5 as "fair", 2 as "poor" and 1 as "poor". It was found that the decrease in the water flow in these springs is justified by the anthropic action exerted in the environment, being proposed some mitigation measures such as: the maintenance of native vegetation, minimum cultivation, direct planting, contour lines, with the intention of attenuating the disorderly exploitation of these sources.

Keywords: Springs, macroscopic analysis, water resources, Serra do Cabral.

Introdução

De acordo com García (2018) o mal o uso da água vem causando grande preocupação na medida em que propicia uma diminuição na disponibilidade hídrica. Como consequência dessa situação, inúmeros impactos ambientais têm sido observados sobre o solo, a atmosfera e os corpos hídricos, notadamente as nascentes.

A contaminação da água por poluentes de diversas origens tem sido uma preocupação central. Almeida et al. (2022), destacam os efeitos da poluição por agroquímicos na qualidade da água, principalmente para a presença de pesticidas e fertilizantes que podem causar danos à saúde humana e aos ecossistemas aquáticos.

Pereira (2022), salientaram a relação entre a intensificação da ocupação desordenada das bacias hidrográficas e o acelerado aumento da demanda por água, o que tem levado à progressiva e consequente degradação da sua qualidade e redução da quantidade disponível. Assim, a ação antrópica afeta diretamente nos processos hidrológicos, principalmente devido ao desmatamento e em decorrência disso acarreta na diminuição de água infiltrada, erosão e menor recarga das nascentes.

Bernardo (2023) analisou os impactos da urbanização desordenada e sua relação com a qualidade e quantidade de água. Os resultados destacaram como a expansão urbana sem planejamento adequado resultou em aumento da poluição e redução da disponibilidade de água.

Neste sentido, o acelerado processo de degradação dos mananciais hídricos com consequente diminuição de recarga de lençóis subterrâneos, torna muitas das vezes o fluxo efêmero e até mesmo a inexistência de fluxo de água das nascentes, decorrentes do uso incorreto da terra (Antoneli et. al, 2021), tem evidenciado a necessária importância de se preservar e recuperar estes ambientes.

As nascentes são consideradas áreas naturais, muito complexas pelo seu dinamismo e heterogeneidade e pela diversidade de fatores que afetam o seu funcionamento, por isso a relevância de estudos direcionados para os fatores locais e do entorno que influenciam para a perda da qualidade e redução da quantidade das águas das nascentes que abastecem os corpos hídricos (Santiago Schiavinato & Zenen Dominguez Gonzalez (2023); Souza et al (2022)).

A partir desse contexto, a fim de reavivar um ambiente desgastado, torna-se imprescindível à realização de um reconhecimento dos impactos

ambientais aos quais as nascentes foram submetidas. Assim, a análise macroscópica é uma ferramenta utilizada como método para avaliar o grau de degradação de nascentes por meio de uma série de parâmetros avaliados, a fim de se obter o Índice de Impacto Ambiental de Nascentes - IIAN, com resultados satisfatórios (Reis et. al (2022); Jung et al (2023); Marchini et. al (2021)).

A análise macroscópica de nascentes é uma ferramenta essencial para compreender a saúde e a qualidade desses importantes recursos hídricos. Nos últimos anos, diversos estudos têm destacado a importância dessa abordagem para avaliar o estado das nascentes e sua relevância para a gestão sustentável dos recursos hídricos. Assim, esse método permite uma avaliação visual das características físicas, ambientais e hidrológicas das nascentes, fornecendo informações valiosas sobre sua condição e os possíveis impactos ambientais que podem afetá-las. Essa análise envolve a observação direta de aspectos como o fluxo de água, a presença de vegetação circundante, a qualidade da água e a existência de sinais de degradação ambiental (Gomes, 2005).

Santos et. al (2021) objetivando caracterizar o grau de preservação de uma das nascentes do rio Paraim e de sua mata ciliar, localizada no município de Corrente, realizaram a caracterização macroscópica da nascente por meio de 20 parâmetros, sendo quantificado o nível do impacto para cada um dos parâmetros avaliados e após a quantificação do Índice de Impacto Ambiental para a verificação do grau de preservação da nascente. Como resultados foram observados vários parâmetros com algum grau de degradação, sendo os de maiores destaques a desconformidade da mata ciliar, o acesso antrópico e de animais, a presença de resíduos sólidos e o carreamento de solo para o interior da nascente. A classificação do grau de preservação da nascente analisada por este estudo (moderadamente preservada) deixa evidente que as atividades antrópicas e agrícolas estão promovendo sua degradação.

Jung et al (2023) visando avaliar nascentes de diferentes estados de uso e conservação utilizaram o Índice de Impacto Ambiental de Nascentes - IIAN e uma descrição detalhada dos riscos de poluição, denominada de Caracterização do Entorno da Nascente no noroeste do estado do RS, Brasil. E observaram que o Índice de Impacto Ambiental de Nascentes apresentou estado de preservação das nascentes em área rural

comprometida, devido à ausência de vegetação, uso por humanos e animais e fácil acessibilidade.

Soares e De Barros Junior (2023) visando mapear as nascentes principais do território quilombola Boa Esperança para a avaliação macroscópica do estado de conservação das suas águas, utilizaram técnicas de geoprocessamento para localização, identificação e delimitação das sub-bacias da área de estudo. Realizaram visitas *in loco* para verificação dos parâmetros macroscópicos - cor, odor, lixo ao redor, materiais flutuantes, espumas, óleos, esgoto, vegetação, uso por animais, uso por humanos, proteção do local, proximidade com residências e estabelecimentos e tipo de área de inserção. Os autores constataram que as nascentes apresentavam um grau elevado de degradação por manejo inadequado, demandando ações voltadas para conservação e recuperação das mesmas, com a finalidade de garantir o uso comum das águas.

As colocações expostas vêm de encontro com o foco do presente estudo que foi o de reconhecimento e a avaliação macroscópica das nascentes situadas na Serra do Cabral em sua porção pertencente ao município de Francisco Dumont/MG.

A Serra do Cabral, localizada na região centro-norte do estado de Minas Gerais caracteriza-se como um divisor de águas das bacias hidrográficas dos Rios Jequitaí e Rio das Velhas e em função da ausência de dados oficiais e/ou científicos que atestam sobre o número exato, localização e as condições ambientais dessas nascentes, é que se priorizou o levantamento dessas informações que foram posteriormente avaliadas.

No caso específico dos mananciais hídricos da Serra do Cabral, o desmatamento nas áreas de nascentes é uma prática comumente empregada entre os proprietários rurais (mesmo com a grande dependência que eles têm da água para desenvolver as atividades nas propriedades). Assim, pelo motivo de não correlacionar a preservação com a manutenção dos corpos hídricos, eles têm provocado impactos ambientais que vêm ocasionando desaparecimento de nascentes e o assoreamento de canais fluviais.

A diminuição da oferta de água na Serra do Cabral, em sua porção pertencente ao Município de Francisco Dumont/MG, pode ser consequência do manejo inadequado das nascentes que abastecem os mananciais da localidade.

Diante disso, esse estudo teve o objetivo de avaliar o grau de preservação, análise macroscópica da qualidade ambiental das nascentes da Serra do Cabral, município de

Francisco Dumont – MG e os principais fatores que interferem nos impactos ambientais, procedendo à sua identificação, localização e catalogação dessas nascentes.

Material e métodos

Esta pesquisa caracteriza-se como estudo exploratório descritivo de abordagem quali-quantitativa. Para tanto, foi utilizado como método de coleta de dados a observação. Os dados foram coletados tendo como base parâmetros de avaliação macroscópica.

As nascentes, objeto deste estudo, localizam-se na Serra do Cabral, no município de Francisco Dumont/MG, microrregião de Bocaiúva/MG na região Centro-Norte do Estado de Minas Gerais, nas coordenadas 17°18'54"S e 44°14'02"O.

O Bioma é constituído por campos, caatinga, serras, as quais se destacam: a Serra da Água Fria e a Serra do Cabral, em cujo sopé a cidade encontra-se embutida. (BRASOL, 2010). A Serra do Cabral apresenta a peculiaridade de estar relativamente isolada das demais serras mineiras, tornando-se um local especial para a pesquisa científica.

A Serra do Cabral está localizada na porção centro-leste da Bacia do São Francisco, próxima ao contato com a faixa de dobramentos Araçuaí, situada na margem sudeste do Cráton do São Francisco. Esta Faixa corresponde ao domínio metamórfico externo do Orógeno Neoproterozóico Araçuaí – Congo Ocidental, onde estão expostos os sedimentos que compõem parte dos supergrupos Espinhaço e São Francisco (Proterozóicos), assim com o Grupo Areado (Fanerozóico) e, por fim, as coberturas detríticas com concreções ferruginosas e depósitos aluvionares também do fanerozóico (ALKMIM et al., 2007).

Com altitudes que variam entre 900 e 1300 m, a Serra é um divisor de águas entre a Bacia do Rio das Velhas e do Rio Jequitaí, ambos afluentes da margem direita do rio São Francisco. Sua vegetação é composta de veredas, matas e cerrado. Verifica-se a presença de espécies sempre-vivas e palmito doce (*Euterpe edulis*) (IEF, 2005).

O clima da Região é tropical semiúmido com sazonalidade marcante, apresentando períodos chuvosos ocorrendo entre os meses de outubro a março, com estiagem entre março e setembro. Na área central da Serra do Cabral há predominância dos climas temperados chuvosos e quentes, com intercalações do clima subtropical úmido (Cwa) de características de verões chuvosos com

temperaturas superiores a 22 °C; Clima subtropical de altitude (Cwb) com verão moderadamente quente; e, por fim, na extremidade da Serra, o clima Savânico (Aw) tropical chuvoso, conforme o qual o mês mais frio, possui temperatura média igual a 18 °C (BRASOL, 2010).

O local abriga muitas nascentes, entre elas a dos córregos Riachão e Embaiassaia, responsáveis pelo abastecimento das áreas urbanas dos municípios de Buenópolis/MG e Joaquim Felício/MG, respectivamente. Há também as nascentes do Rio Riachão, importante afluente do Rio Jequitaí que é responsável pelo abastecimento de grande parte da Zona Rural do município de Francisco Dumont/MG. A rede hidrográfica é abundante, que compõem, juntamente com os afloramentos rochosos, as veredas, matas e campos naturais, paisagens de grande beleza.

Destaca-se o grande número de sítios arqueológicos pré-históricos existentes. Em diversos locais são registradas pinturas rupestres onde predominam desenhos zoomorfos (IEF, 2005).

Os procedimentos metodológicos consistiram, primeiramente, na realização de campanhas a campo, que foram realizadas entre os meses de março a abril do ano 2021 (período pós chuvoso), nas quais as nascentes em evidência

foram identificadas e mapeadas. Cabe mencionar que, as nascentes avaliadas foram as que, segundo os guias locais, apresentam características perenes, ou seja, que se mantém em funcionamento durante todo o ano. O referido mapeamento foi realizado através de visitas *in loco* com o apoio de guias turísticos, onde percorreu-se todas as nascentes cuja logística se apresentou favorável à verificação no próprio local. Para esse mapeamento foi realizado o registro das coordenadas geográficas dos pontos onde as nascentes estão localizadas utilizando GPS Garmin 62sc.

Nas mesmas incursões a campo também foi avaliado o Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN), proposto por Gomes, Melo e Vale (2005), com o objetivo de avaliar o grau de proteção das mesmas.

Para interpretação do Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN), as notas dos fatores determinantes para a avaliação da qualidade ambiental (Quadro 1) foram somadas e convertidas em classes de qualidade (Quadro 2). Assim, as nascentes foram categorizadas quanto ao grau de preservação em relação aos impactos presentes em: A - ótimo (IIAN entre 37 e 39 pontos); B - bom (IIAN entre 34 e 36); C - razoável (IIAN entre 31 e 33); D - ruim (IIAN entre 28 e 30) e E - péssimo (IIAN abaixo de 28).

Quadro 1- Quantificação da análise dos parâmetros macroscópicos

Parâmetro	Pontuação		
	1	2	3
Cor da água	Escura	Clara	Transparente
Odor	Cheiro Forte	Cheiro Fraco	Sem cheiro
Lixo ao redor	Muito	Pouco	Sem lixo
Materiais flutuantes	Muito	Pouco	Sem lixo
Espumas	Muito	Pouco	Sem espumas
Óleos	Muito	Pouco	Sem óleos
Esgoto	Esgoto doméstico	Fluxo Superficial	Sem esgoto
Vegetação	Alta degradação	Baixa degradação	Preservada
Uso por animais	Presença	Apenas marcas	Não detectado
Uso por humanos	Presença	Apenas marcas	Não detectado
Proteção do local	Sem proteção	Com proteção, com acesso	Com proteção, sem acesso
Proximidade com edificação	Menos de 50 metros	entre 50 e 100 metros	Mais de 100 metros
Tipo de área de inserção	Ausente	Propriedade privada	Parques ou áreas protegidas

Fonte: Gomes, Melo e Vale (2005).

Quadro 2 - Classificação da nascente quanto ao grau de preservação

Classe	Grau de preservação	Pontuação final
A	Ótima	Entre 37 e 39 pontos
B	Boa	Entre 34 e 36 pontos
C	Razoável	Entre 31 e 33 pontos
D	Ruim	Entre 28 e 30 pontos
E	Péssimo	Abaixo de 28 pontos

Fonte: Gomes, Melo e Vale (2005).

Acrescenta-se a esse estudo, a avaliação do entorno das nascentes, onde foram vistoriadas e avaliadas no que diz respeito a área de APP e as devidas prerrogativas para sua conservação, levando em consideração o uso antrópico consolidado, presença ou não de fluxo de água e local de inserção. O objetivo dessa ação foi de correlacionar as atividades antrópicas com o grau de preservação das nascentes avaliadas.

O mapeamento de uso do solo da região de interesse foi realizado a partir da Classificação supervisionada pelo método de Segmentação, aplicado às imagens de sensor Sentinel-2, com 10m de resolução espacial. Para o processo, utilizou-se a composição de falsa cor R8G4B3 e o índice de vegetação Normalized Difference Vegetation Index - NDVI para enfatizar as porções de vegetação densa e silvicultura. Todo processamento foi realizado em ambiente SIG, com a utilização do software ArcGIS 10.5.

Para concretização do documento (mapa) foi necessário a alocação dessas nascentes via georreferenciamento, as observações acerca das áreas de preservação permanente, e ainda o resultado da classificação quanto ao estado de

preservação apresentado via aplicação da metodologia IIAN.

De posse dos dados coletados e avaliados em campo, este estudo propõe, de acordo com a realidade observada, a implantação de práticas conservacionistas que melhor atendam a demanda do cenário identificado, ou que atendam, de maneira geral, os aspectos de conservação das nascentes avaliadas como um todo.

Resultados e discussão

Avaliação macroscópica das nascentes

Ao todo foram vistoriadas 22 (vinte e duas) nascentes, todas elas localizadas na Serra do Cabral, no município de Francisco Dumont/MG, entretanto, os dados de (01) uma das nascentes, sofreram avarias em campo, impossibilitando a sua avaliação para fins científicos, prevalecendo o conteúdo de 21 (vinte e uma) unidades avaliadas.

Além das avaliações macroscópicas listadas na Tabela 1, foi necessário, para avaliação IIAN, a verificação, também *in loco*, das características que compõe o índice (quadro 1), os quais foram utilizados para a classificação dessas nascentes quanto ao seu grau de preservação.

Tabela 1. Caracterização ambiental e localização das nascentes da Serra do Cabral, município de Francisco Dummont - MG.

Nascente	IIAN	Classe observada	Grau de preservação	Ocorrência de processos erosivos	Ponto de surgência	Ambiente E ou submissão	Condição	Forma de uso	Coordenadas	
									X	Y
NV1	35	B	Boa	À montante e à jusante	Difusa	Interferência humana	Natural antropizada	Social	577570	8081388
NV2	32	C	Razoável	À jusante	Difusa	Interferência humana	Natural antropizada	Ambiental	574193	8054341
NV3	33	C	Razoável	N.s.a	Único	Interferência humana	Natural antropizada	Ambiental	576207	8045996
NV4	35	B	Boa	N.s.a	Múltipla	Interferência humana	Natural antropizada	Ambiental	575725	8045575
NV5	33	C	Razoável	N.s.a	Múltipla	Interferência humana	Natural antropizada	Ambiental	572468	8042815
NV6	36	B	Boa	N.s.a	Difusa	Interferência humana	Natural antropizada	Ambiental	576267	8053470
NV7	36	B	Boa	N.s.a	Múltipla	Natural	Natural	Ambiental	58242456	8073822
NV8	37	A	Ótima	N.s.a	Múltipla	Interferência humana	Natural	Ambiental		
NV9	37	A	Ótima	N.s.a	Único	Natural	Natural	Ambiental	584424	8070921
NV10	32	C	Razoável	N.s.a	Múltipla	Interferência humana	Natural antropizada	Ambiental/social	580431	8079345
NV11	27	E	Péssimo	À montante	Difusa	Interferência humana	Intensamente antropizada	Degradante	580613	8056911
NV12	38	A	ótima	N.s.a	Difusa	Natural	Natural	Ambiental	580432	8056884
NV13	34	B	Boa	À jusante	Único	Interferência humana	Natural antropizada	Ambiental	581466	8085559
NV14	34	B	Boa	À montante	Múltipla	Interferência humana	Intensamente antropizada	Ambiental	576508	8060395
NV15	35	B	Boa	N.s.a	Múltipla	Interferência humana	Natural antropizada	Ambiental	576538	8061489
NV16	28	D	Ruim	À montante	Único	Interferência humana	Intensamente antropizada	Social	579600	8062214
NV17	34	B	Boa	N.s.a.	Único	Interferência humana	Natural antropizada	Ambiental	580359	8061482
NV18	38	A	Ótima	N.s.a.	Múltipla	Natural	Natural antropizada	Ambiental	580052	8067174
NV19	29	D	Ruim	À jusante	Único	Interferência humana	Intensamente antropizada	Ambiental	580411	8063107
NV20	34	B	Boa	À montante	Múltipla	Interferência humana	Natural antropizada	Ambiental	580410	8063064
NV21	33	C	Razoável	N.S.A.	Difusa	Interferência humana	Natural antropizada	Ambiental	581470	8008100

NV - Nascente visitada. IIAN – Índice de Impacto Ambiental de Nascente. N.S.A - Não se aplica

Fonte: Autor (2022)

Quanto ao grau de preservação

De acordo com os resultados obtidos, 4 (quatro), das 21 (vinte e uma) nascentes avaliadas foram classificadas como ótima, enquanto 9 (nove) foram classificadas como boa, 5 (cinco) como razoável, 2 (duas) como ruins e apenas 1(uma) como péssima, como pode ser observado no gráfico 1:

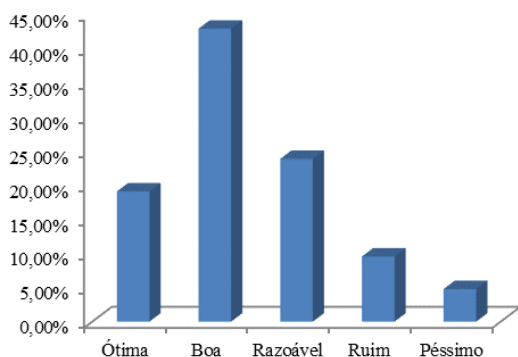


Gráfico 1. Avaliação das nascentes quanto ao seu grau de preservação - Metodologia IAN

Nenhuma das nascentes avaliadas apresentou pontuação máxima, de acordo com o IAN, que seria de 39 pontos. Todas elas apresentaram nota igual ou superior a 27 pontos, e a maioria, cerca de 43% se enquadraram como “Boa”, com pontuação entre 34 e 36 pontos.

Várias foram as circunstâncias observadas em campo que geraram esse resultado, como por exemplo, a presença de espécies vegetais exóticas, presença de animais (bovinos, verificado através de pegadas), e ausência de proteção na maioria das nascentes vistoriadas.

As figuras 01 a 04 apresentam as nascentes antropizadas.

Cunha et. al (2023) objetivando realizar um diagnóstico macroscópico de 18 nascentes perenes da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi - Mossoró, observaram que quanto ao estado de preservação 34% apresentaram grau de

preservação “razoável”, 33% das nascentes apresentam o grau de preservação “péssimo”, 22% “bom” e 11% “ruim”, atribuindo os diversos impactos ambientais, entre eles a presença de esgotos a céu aberto e o desmatamento para as classificações péssimo.

Vale mencionar também que a presença de garimpos (Figura 3), areeiras e cascalheiras (figura 1) foram comumente observadas na região e muitas vezes não obedecendo a legislação vigente, ocasionando em danos ao meio ambiente, notadamente aos recursos hídricos, tais como a ocorrência de queimadas, que na maioria das vezes ocorrem de forma antrópica, também foram responsáveis por afetar o ambiente de forma negativa.

Seben et al. (2021) avaliaram nascentes das regiões Norte e Planalto do estado do RS e encontraram resultados semelhantes com o presente estudo de classificação da análise ambiental macroscópica para suinocultura, obtendo uma propriedade que obteve classificação Classe A – Muito Bom e quatro Classe B - Bom. Quanto à condição de uso e ocupação do solo das culturas sazonais (soja), foram observadas por esses autores dois imóveis rurais classificados como Classe A – Muito Bom e um imóvel rural Classe – B (Bom).

Fonseca & Gontijo (2021) objetivando identificar e avaliar a qualidade ambiental e microbiológica de nascentes presentes na área urbana de Santo Antônio do Monte -Minas Gerais identificaram 14 nascentes, entretanto 4 delas encontravam-se secas, soterradas ou tomadas pelo despejo de esgoto. Das 10 nascentes que foram avaliadas, nenhuma atingiu classificação “Ótima” ou “Boa” e apenas uma foi classificada como “Razoável”, cinco como “Ruim” e quatro como “Péssima”. Assim os autores atribuíram que as classificações de razoável e ruim se deram em função das ações antrópicas nas nascentes, como o desmatamento, cor da água, despejos orgânicos e de resíduos sólidos.



Figura 1. NV 09 - Nascente Roda D'Água, evidência de cascalheira à montante.



Figura 2. NV 04 - Nascente do Rio Riachão - ausência de área de APP no entorno.



Figura 3. NV 13 - Nascente do Córrego Barreirinho, Leito do Rio revolvido pela ação de garimpeiros.



Figura 4. NV 06 - Nascente do Córrego Santo Antônio dos Porcos - Plantio de eucalipto respeitando a distância exigida por lei.

Quanto a ocorrência de processos erosivos

De acordo com o gráfico 2, percebe-se que, mesmo que a maioria das nascentes avaliadas não apresentem problemas relacionados a processos erosivos, essa é uma realidade e merece atenção.

A pressão antrópica, juntamente com a degradação da cobertura vegetal e a elevada taxa de uso e ocupação do solo, ocasiona em mudanças significativas em seus atributos, o que pode contribuir para o aumento da poluição, erosão,

carreamento de sedimentos e de qualidade da água em áreas de mananciais. Assim, ações que alteram a estrutura física, química e biológica desses ecossistemas naturais afetam o equilíbrio do ciclo hidrológico e consequentemente a quantidade e a qualidade da água fornecida pela nascente (Yang et al., 2021)

O termo “erosão” aqui tratado foi discriminado quanto a sua posição em relação à nascente, podendo estar à jusante (Figura 5)

quando se encontra abaixo da nascente ou à montante (Figura 6), quando se encontra acima da nascente.

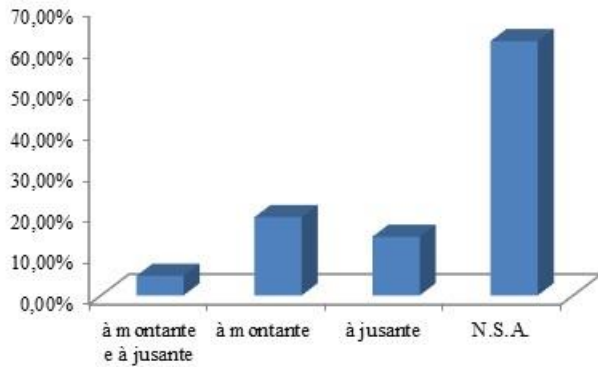


Gráfico 2. Avaliação de nascentes quanto a ocorrência de processos erosivos

Para Vaz *et al* (2021), examinar áreas com relação ao escoamento superficial e sua influência na ocorrência de processos erosivos auxilia no entendimento do aporte de sedimentos aos cursos de água, além de indicar medidas de conservação necessárias que influenciarão diretamente na disponibilidade e na qualidade das águas superficiais.

Quando se encontra acima da nascente, o carreamento de sedimentos pode ocasionar no comprometimento da nascente devido a possibilidade de aterramento da mesma. Já quando ocorre abaixo da nascente, o curso d'água pode ser prejudicado devido ao carreamento e ao acúmulo de sedimentos no leito do curso d'água..



Figura 5. Erosão à jusante da nascente do Córrego Angico.



Figura 6. NV 11 - Nascente do Rio do Padre - Ausência de vegetação e evidência de processo erosivo a Montante da nascente

Fonte: Autor (2021)

Quanto ao ambiente em que se encontra

Em relação ao ambiente em que se situam, as nascentes foram divididas entre aquelas que se encontram em seu ambiente natural e aquelas que se encontram em ambientes submetidos à interferência humana (gráfico 3).

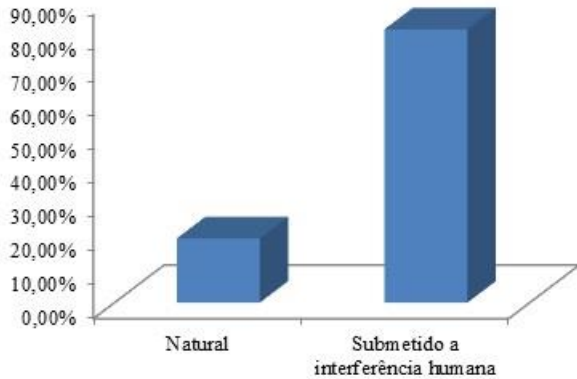


Gráfico 3: Classificação das nascentes quanto ao ambiente em que se encontram

A implantação de pastagens em áreas de nascentes está ocasionando a compactação do solo e a supressão da vegetação nativa ao redor das nascentes, impedindo a infiltração de água e ocasionando na diminuição da taxa de recarga dos lençóis freáticos responsáveis pelo abastecimento



Figura 7. NV 07 - evidência da cerca de proteção e desenvolvimento natural da vegetação na área de APP.

das vertentes, o que evidencia a necessidade de proteção das áreas do entorno das nascentes, como se pode observar na Figura 7. Tal fato pode ser constatado na Serra do Cabral, não somente com a expansão das áreas de pastagens, mas também e com maior intensidade, da expansão das áreas de reflorestamento que na maioria das vezes ocorre com o emprego do fogo (Figura 8). Entretanto, há também a ocorrência de áreas que já foram perturbadas, mas que com o maior engajamento da comunidade local, está havendo um processo de regeneração dessa área, como no caso da nascente do Córrego Furquilha (NV 07), que já passou por processo de revitalização, com o isolamento da área e repovoamento de espécies vegetais nativas. Observações similares foram feitas por Almeida et al (2016) que estudaram o efeito da cobertura vegetal sobre a erosão no estado de Mato Grosso do Sul e chegaram a conclusão de que as perdas de solo diminuiriam com o aumento da cobertura vegetal na área do entorno.

A ação exercida pelo homem em busca de locais favoráveis à prática agrícola tem suprimido as áreas de recargas de nascentes, principalmente nas pequenas propriedades rurais. Para Muritiba (2011), a degradação do solo por meio da desenfreada expansão agrícola, é uma das principais causas de degradação dos recursos hídricos no país, devido, principalmente, a qualidade edáfica do solo nas margens dos rios e nascentes.



Figura 8. NV 13 - Nascente da Vereda do Cumbucão - Evidência de incêndio provocado para aumento das fronteiras agrícolas

Fonte: Autor (2021)

Quanto a condição da nascente

Esta avaliação teve como propósito estabelecer a condição da nascente quanto ao entorno em ambiente natural ou em ambiente submetido à interferência humana, sobretudo nos casos de utilização da água ou de drenagem ou aterramento da fonte.

Diante do exposto, as nascentes foram classificadas, também, quanto a condição em que se encontram, em:

- Natural: para uma nascente em leito natural com pouca ou nenhuma intervenção humana em seu entorno (Figura 10);
- Natural antropizada: para a nascente que brota em leito natural, mas sofre impactos da interferência humana em seu entorno (Figura 09);
- Intensamente antropizada: para a nascente que esteja represada, drenada, confinada, aterrada ou enquadrada como outra categoria (Figura 11)



Figura 09. NV 02 Nascente Sucupira Quebrada, considerada como natural antropizada. Evidência de pegadas de animais próximas ao olho d'água.



Figura 10. NV 12 – Nascente João Mole, considerada natural. Local de difícil acesso devido a mata preservada.



Figura 11. NV 14 - Nascente Riacho do Meio. Área completamente desmatada ainda, com interferência negativa de recorrentes incêndios.

Fonte: Autor (2021)

Os resultados observados estão representados no gráfico 4.

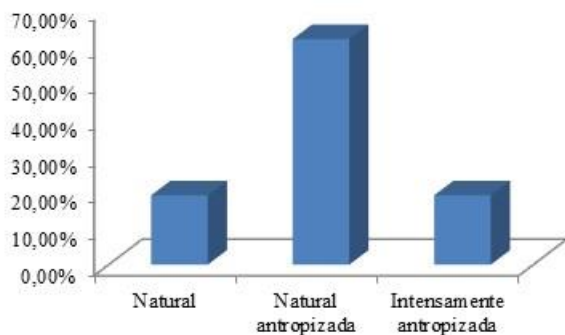


Gráfico 1: Classificação da nascente quanto a condição observada

Para Silva et al. (2016), a manutenção dessas nascentes com características genuínas se manifesta com grande importância no tocante ao equilíbrio ambiental especialmente nesse cenário de mudanças climáticas, pois têm ocasionado alterações nos índices pluviométricos e nas condições de infiltração e armazenamento da água no subsolo.

Quanto a forma de uso da nascente

A avaliação quanto a forma de uso das nascentes analisadas teve como princípio a distinção de cada nascente levando em consideração o principal uso a ela atribuído. O resultado dessa análise pode ser visualizado no gráfico 5.

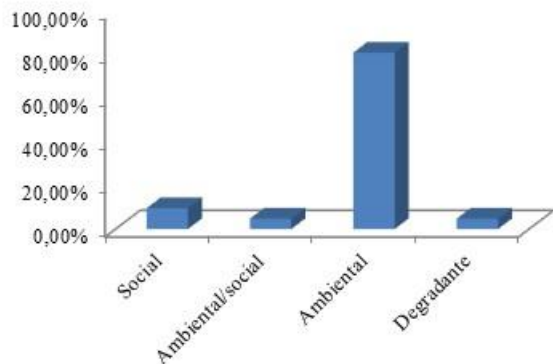


Gráfico 2: Classificação da Nascente quanto a forma de uso

Como pode-se observar no gráfico 5, as nascentes de uso única e exclusivamente ambiental, apresentam-se em maior quantidade. Tal fato pode ser justificado, não somente pela consciência ambiental da população local ou em obediência a legislação, mas também e com maior ênfase, porque estão situadas em locais de difícil acesso, necessitando muitas vezes de automóveis

4X4 e o apoio de guias turísticos para chegar até elas.

Foram definidas as nascentes de função social como aquela utilizada como fonte de água para consumo humano, uso doméstico, dessedentação humana e animal, harmonia paisagística, recreação e casos semelhantes. Já como função ambiental (Figura 13) aquelas que servem prioritariamente para a manutenção dos sistemas hídricos e de ecossistemas aquáticos, já as nascentes de uso degradante (Figura 14), aquelas consideradas poluídas que recebem esgoto, lixo ou possui outro uso, por exemplo, para lavagem de carros.

Como exemplo de nascente com função social, de acordo com a observação do local e em conformidade com moradores locais, destaca-se a NV 16, em que a nascente é responsável pelo abastecimento de algumas famílias situadas em seu entorno. Como consequência da presença constante de animais e humanos, há também o acúmulo de lixo, como pode ser evidenciado na Figura 12, abaixo.



Figura 12. NV 16, Nascente do Córrego do Brás, utilizada para abastecimento de algumas famílias do entorno.



Figura 13. NV 15 - Nascente do Buriti da Vaca. O local não apresenta vestígios ou marcas de utilização por humanos e animais.



Figura 14. NV 11, Nascente do Rio do Padre. Evidência de erosão laminar causada por ausência de vegetação provocada por queimadas

Fonte: Autor (2021)

Uso e ocupação do solo

Em relação ao uso e ocupação do solo identificados na Serra do Cabral, as diversas feições foram classificadas de acordo com a

vegetação da área (Figura 15). Tal escolha (vegetação) como parâmetro se justifica pelo fato de esta servir como elemento síntese dos diferentes tipos de classes, refletindo a interação entre os

demais elementos geográficos do meio e, além disso, deve-se ao fato de que, na maioria dos casos estes usos causam uma descaracterização significativa do meio natural, como é o caso das florestas plantadas, da agricultura intensiva, das propriedades rurais, das pastagens e das zonas urbanas, que apresentam-se fisionomicamente muito distintas das áreas de cerrado e campo rupestre da Serra do Cabral. Assim, verifica-se que a vegetação do entorno das nascentes é essencial para a manutenção do equilíbrio ecológico, e, conseqüentemente possibilita a infiltração de água no solo e a recarga nos lençóis freáticos (Oliveira da Silva et al, 2022).

Embora a agricultura e o comércio fossem as atividades preponderantes no entorno da Serra do Cabral, outras atividades complementares foram surgindo e, juntamente com a pecuária e a agricultura, foram levando à ocupação das porções elevadas do relevo da região. Um desses impactos é, sem dúvida, a supressão da vegetação nativa, seja por meio da ação do fogo, utilizado para “limpar” os pastos, ou do desmatamento, podendo ocorrer de forma legal e/ou clandestina. No caso do fogo, os danos à natureza são ainda mais graves, tendo em vista o fato de que frequentemente os incêndios saem do controle, alastrando-se por extensas áreas da Serra do Cabral, com sérias conseqüências sobre a fauna e a flora local. Para Da Silva et al (2019) a utilização do fogo é uma prática que provoca efeitos devastadores e, quando de maneira inconsequente, pode destruir plantações e florestas, ocasionando a morte de animais e até pessoas, incluindo as implicações das mudanças climáticas advindas do aquecimento global, ligadas ao aumento da poluição do ar. Também de acordo com Alisson (2019), é possível verificar sérias alterações nas relações ecológicas no solo, provocadas pela emissão de gases de efeito estufa, as condições de temperatura do solo e temperatura do ar permitem aferir os possíveis riscos na viabilidade da vida de microorganismos do solo sendo estes, por sua vez, importantes para a floresta e também para a agricultura.

Entretanto, de forma mais direta, as propriedades rurais e, especialmente a criação de gado, trazem outros prejuízos ao meio ambiente, como é o caso da colonização de espécies invasoras, a exemplo do capim braquiária

(*Brachiaria spp.*), utilizado na alimentação desses animais. O gado também tem contribuído no surgimento e intensificação de processos erosivos nos solos, que são rasos e arenosos, apresentando alto potencial erosivo. Da Silva et al (2019), ao pesquisarem sobre a influência do pisoteio do gado na alteração das propriedades físicas de horizontes superficiais do solo no sul do estado de Minas Gerais, na comparação entre os horizontes superficiais nos fragmentos florestais e nas trilhas de boi, a diferença é significativa com relação à densidade do solo e à porosidade total que, com um manejo mais adequado, seria possível diminuir esses impactos.

Juntamente com a erosão, o assoreamento de cursos d'água também pode ser apontado como uma conseqüência tanto da pecuária quanto da silvicultura que, implantada de maneira incorreta acaba por utilizar áreas com função ambiental como APP's e reservas legais. Nesse sentido, segundo Romeiro e Gontijo (2019), cabe reiterar que a atividade agropecuária decorre em grande parte de elementos culturais que condicionam o “modo de fazer” da agropecuária na Serra do Cabral. Tanto a agricultura e a silvicultura quanto a pecuária correspondem a atividades tradicionais dos povos da região, sendo uma prática comum e enraizada a soltura do gado sobre a serra, extrapolando, desta forma, os territórios das propriedades rurais em si. Esta prática ocorre predominantemente na estação seca, quando a oferta de água para os rebanhos torna-se bem restrita nas partes baixas do relevo, sendo necessário levar o gado para o alto. Assim eles acabam adentrando em áreas restritas que ainda não se encontram cercadas, ocasionando na formação de trilhas do gado com excessiva compactação, o que diminui a infiltração da água, causando erosão nos solos, assoreamento dos cursos d'água e nascentes culminando na diminuição do abastecimento dos lençóis freáticos, além da colonização de espécies invasoras.

Na Figura 15, também é possível identificar as nascentes utilizadas como alvo desse estudo, bem como a classificação de cada uma delas segundo a metodologia IAN, discriminadas segundo o resultado obtido a partir da sua avaliação macroscópica.

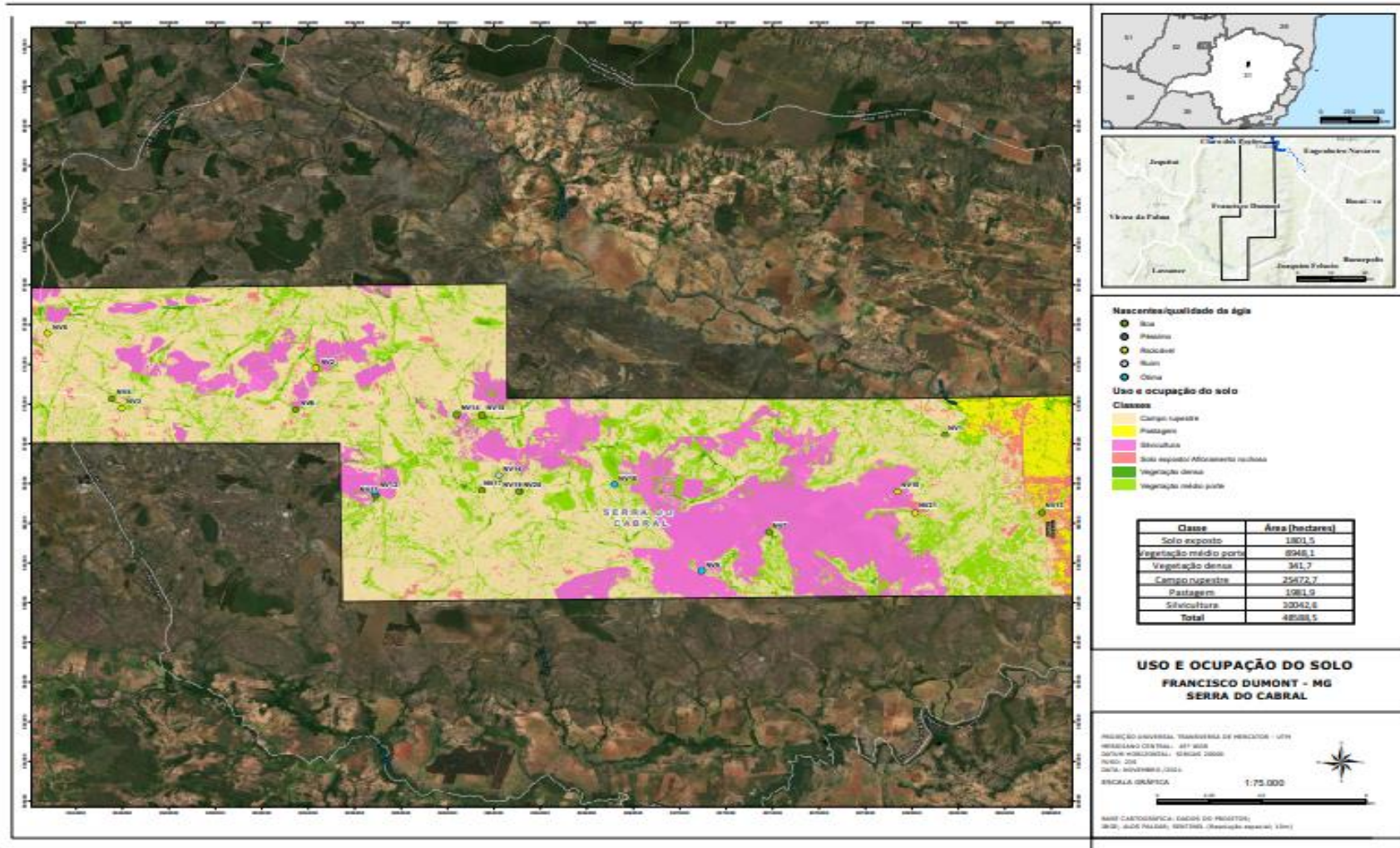


Figura 15.

Mapa de uso e ocupação do solo - identificação das nascentes avaliadas

Medidas mitigatórias

De posse das informações coletadas na Serra do Cabral, observou-se a extrema importância do uso adequado da terra e de práticas de conservação dos solos nestas áreas, para que possa permitir a interceptação da água da chuva, reduzir a quantidade e a velocidade do escoamento superficial e aumentar a sua infiltração, possibilitando assim a recarga do lençol freático que é responsável pela alimentação das nascentes e consequentemente por sua vazão.

Ao considerar a prática da manutenção da cobertura vegetal como a mais importante e necessária para a realidade observada, levou-se em consideração a possibilidade de relacioná-la diretamente com as atividades antrópicas realizadas na área pela comunidade, como exemplo, a prática da agricultura de ciclo longo e curto de forma simultânea, ou mesmo a produção agrícola em conjunto a manutenção da vegetação nativa.

Aliado a cobertura vegetal, verificou-se também outras medidas que deveriam ser adotadas nas áreas cultivadas da Serra do Cabral, como: cultivo mínimo e plantio direto, sem o revolvimento excessivo e constante do solo. Adubação verde, com a diminuição de insumos químicos que poderiam ocasionar poluição dos mananciais. Utilização de plantios em nível ou em gradiente. Implantação sequencial de barragens de contenção de água da chuva, com o intuito de diminuir a velocidade de escoamento da água, evitando processos erosivos. Isolamento (cercamento) das áreas das nascentes, a fim de se evitar o livre acesso de animais que poderiam compactar o solo da área do entorno diminuindo a infiltração da água e a consequente recarga do lençol freático, prejudicando o pleno funcionamento do manancial. Execução de paliçadas nas erosões já existentes afim de evitar que estas aumentem ainda mais o seu tamanho.

Conclusão

Conclui-se que um dos motivos da diminuição da oferta na quantidade de água na Serra do Cabral está relacionada ao manejo inadequado das nascentes que abastecem os mananciais da localidade.

Verificou-se que as nascentes avaliadas ainda apresentam um bom quadro em se tratando de conservação, visto que 4 (19,05%) foram classificadas como ótima, 9 (42,86%) classificadas

como boa, 5 (23,81%) classificadas como razoável, 2 (9,52%) como ruim e 1 (4,76%) como péssima ou seja, 13 (61,9%) das 21 (vinte e uma) nascentes avaliadas se enquadram como ótima ou boa, ante as 8 (38,1%) restantes classificadas como razoável, ruim e péssima. Entretanto, é também visível o processo de degradação que, a cada ano, vem acarretando na diminuição da qualidade e também da quantidade de água disponível.

É notória a riqueza do patrimônio hídrico da Serra do Cabral, e que a sua diminuição está relacionada a atividades antrópicas exercidas no entorno, acredita-se que a adoção de medidas mitigatórias como a adoção do cultivo mínimo, plantio em nível, cultivo de espécies arbóreas e herbáceas na mesma área, dentre outras que visam a manutenção do ambiente como ações de preservação/ conservação sejam imprescindíveis, sendo necessário, entretanto, o levantamento desses dados e quantificação dessas problemáticas para efetivação de ações no sentido de solucionar ou mesmo minimizar os impactos ambientais ali presentes. Neste aspecto, a catalogação das nascentes existentes na área, bem como a verificação da atual situação das respectivas áreas do entorno são ferramentas que podem auxiliar nas tomadas de decisões a respeito da conservação ambiental da região.

Referências

- Alisson, E. (2019). Mudança climática pode alterar relações simbióticas entre microorganismos e árvores. *Jornal da Unicamp*.
- Almeida, W. S., et al. (2016). Erosão hídrica em diferentes sistemas de cultivo e níveis de cobertura do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51, 1110-1119. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900010>
- Almeida, T. de P., Macena, D. Ângelo., Simões, J. S. T., Mareco, E. A., Calciolari Rossi, R., & Favareto, A. P. A. (2022). Análise de parâmetros de qualidade da água e testes de genotoxicidade em peixes da bacia hidrográfica do rio Pirapozinho - SP, Brasil. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 11 (3), e46711319309. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i3.19309>
- Alkmim, F. F. D.; Soares, A. C. P.; Noce, C. M.; Cruz, S. C. P. (2007) Sobre a evolução tectônica do orógeno Araçuaí-Congo ocidental. *Geonomos*, v. 15, p. 25-43. <https://doi.org/10.18285/geonomos.v15i1.105>
- Antoneli, V., Pulido-Fernández, M., Bednarz, J.A., Brandes, L., Vrahnakis, M., Kazoglou, Y.,

- Lozano-Parra, J., & García-Marín, R. (2021). Changes in Water Quality of the River das Antas as It Passes through Rural and Urban Areas. *Urban Sci*, 5, 22. <https://doi.org/10.3390/urbansci5010022>
- Bernardo, B. E. (2023). Análise de potenciais correlações entre uso e ocupação do solo e a qualidade de águas em nascentes urbanas: estudo de caso em nascentes do município de São José dos Campos.
- BRASOL. (2010). Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Jequitaiá, Pacuí e Trechos do São Francisco – UPGRH SF6. Belo Horizonte,
- Cunha, V. T. da, Ferreira, L. L. N., Lemos Filho, L. C. de A., & Bezerra, J. M. (2023). Percepção socioambiental e estado de preservação das nascentes do rio Apodi-Mossoró. *Revista Geotemas*, 13(1), e02323. DOI: 10.33237/2236-255X.2023.4963. Disponível em: https://periodicos.apps.uern.br/index.php/GEO_Temas/article/view/4963.
- Da Silva, A.S; (2019). Influência do pisoteio do gado na alteração das propriedades físicas de horizontes superficiais em santo antônio de pádua. *Geo UERJ*, n. 35. <https://doi.org/10.12957/geouerj.2019.46650>
- Da Silva, J. L. C. T.; Garcia, E. (2019). Vantagens da substituição da utilização do fogo por práticas agrícolas sustentáveis. *Anais Sintagro*, v. 11, n. 1.
- Fonseca, A. R., & Nogueira Gontijo, R. A. (2021). Impactos ambientais macroscópicos e qualidade microbiológica das águas em nascentes da área urbana de Santo Antônio do Monte – MG. *Revista Meio Ambiente E Sustentabilidade*, 10(20), 87–101. <https://doi.org/10.22292/mas.v10i20.966>
- García, V. H. (2018). A derivação de usos da água espacialmente explícitos a partir da modelagem da mudança do uso da terra. *Ciência do Meio Ambiente Total*, 628, 1079-1097.
- Gomes, P. M., Melo, C., & Vale, V.S. (2005). Avaliação de impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica. *Revista Sociedade & Natureza*, 32(17), 103-120. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321327186009>
- IEF – Instituto Estadual de Florestas (2024). Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/component/content/article/210-parque-estadual-da-serra-do-cabral>
- Jung, M. S., da Silva, J. A. G., Fachinetto, J. M., Colet, C. de F., Carvalho, I. R., Cardozo, L. E., da Rosa, J. A., Peter, C. L., & Alessi, O. (2023). Analysis of the environmental integrity of water springs in rural areas. *Revista De Gestão E Secretariado*, 14(11), 19554–19569. <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i11.2950>
- Marchini, D. M., Carneiro, V. A., & Souza, J. C. (2021). Análise ambiental macroscópica do Córrego dos Macacos em Terezópolis de Goiás (GO). *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros Seção Três Lagoas*, 1(33). Disponível em: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:KGySNE4IQWYJ:https://periodico.s.ufms.br/index.php/RevAGB/article/view/12776/9248&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>.
- Muritiba, L. (2011) Utilização de sistemas agroflorestais na restauração de mata ciliar em pequenas propriedades rurais em Santo Antônio de Jesus, Bahia - Projeto Brotar Nascentes, *Cadernos de Agroecologia*, Viçosa, v.6, n.2, p. 1-4,.
- Oliveira da Silva, T., Moreno Pereira Lacerda, S., Tavares de Oliveira, J., Cavalcante de Jesus França, L., Ribeiro de Sena, S., Sérgio Vila Nova Souza, P., dos Santos Lisboa, G., & de Amorim Silva, V. (2022). Caracterização das nascentes na sub-bacia hidrográfica do rio dos Monos, Sudoeste da Bahia, Brasil. *CIS - Conjecturas Inter Studies*, 22(2), 1413–1429. <https://doi.org/10.53660/CONJ-844-G13>
- Pereira, J.O. de L. (2022) Geomorfologia fluvial e ação antrópica no município de Prata-PB: Estudo do trecho do Riacho Acauã. *Campina Grande –PB: UFCG*. p. 20. Graduação. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/25070/JEFERSON%20OLD%20AIR%20DE%20LIMA%20PEREIRA%20%20TCC%20ARTIGO%20LICENCIATURA%20EM%20GEOGRAFIA%20CH%202022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 10 jun. 2023
- Reis, A. L. M., da Costa, T. T., Pinto, M. G. F., de Faria, A. L. L., da Costa, L. M., & Bernardes, R. C. (2021). Parâmetros macroscópicos para avaliação do estado de conservação de nascentes em Área de Proteção Ambiental. *Humboldt-Revista de Geografia Física e Meio Ambiente*, 1(3). Recuperado de <https://www.e-publicacoes.uerj.br/humboldt/article/view/55667>
- Santiago Schiavinato, V. M., & Zenen Dominguez Gonzalez, A. (2023). Situação ambiental das nascentes que abastecem a cidade de São José

- dos Quatro Marcos-MT. *Revista Geoaraguaia*, 13(Especial), 206–224.
- Santos, R. B.; Aguiar Junior, A. L.; Passos, C. J. Avaliação macroscópica da nascente do brejo da prata, afluente do Rio Paraim no cerrado piauiense (2021). *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 10(4), 298-319. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v10e42021298-319>
- Soares, T., & Barros Júnior, W. (2023). Avaliação do estado de conservação de nascentes: estudo de caso em um território quilombola estabelecido na bacia do rio Fagundes, Areal – RJ. *Novos Cadernos NAEA*, 26(1). doi:<http://dx.doi.org/10.18542/ncn.v26i1.11038>
- Souza, N. N., Amaral, L. G., Chiarelto, M., Fuentes, T. G., & Santos, M. A. (2022). Análise hidroambiental de nascentes utilizadas para abastecimento humano na zona rural do município de Baianópolis (Bahia). *Revista brasileira de meio ambiente*, 10(3), 202–224. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7519091>
- Vaz, A. M. e S., Ramos, S. M., & Froehner, S. J. (2021). Bacia hidrográfica do rio balsas: diagnóstico físico e avaliação qualitativa de áreas suscetíveis à erosão. *Engenharia Sanitária Ambiental*, 26(1), 77-87. <https://doi.org/10.1590/S1413-415220190257>
- Yang, D., Yang, Y., & Xia, J. (2021). Hydrological cycle and water resources in a changing world: A review. *Geography and Sustainability*, 2(2), 115-122. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2021.05>