ANÁLISE MACROSCÓPICA: METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL EM NASCENTE: ABORDAGEM PRÁTICA NO CÓRREGO CABECEIRA ALTA/MS

MACROSCOPIC ANALYSIS: METHODOLOGY FOR ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT IN A SPRING – CABECEIRA ALTA STREAM/MS

ANÁLISIS MACROSCÓPICO: METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN UN MANANTIAL – ARROYO CABECEIRA ALTA/MS

Angela Cristina Ferreira da Silva
Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS)
angelacf11@gmail.com

Vera Lúcia Freitas Marinho
Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS)
veramarinho@uems.br

Jolimar Antonio Schiavo
Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS)
schiavo@uems.br

Destaques

- A água é um recurso vital, indispensável para atender aos múltiplos usos e demandas da sociedade.
- As nascentes ou olhos d'água são fundamentais para a recarga hídrica, a manutenção do fluxo ecológico de córregos e rios e garantia dos serviços ambientais.
- O Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) e o Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN) são métodos para monitorar o estado de conservação das nascentes.

v. 16, n. 32, 2025 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

RESUMO

O artigo tem como objetivo geral apresentar os procedimentos metodológicos de análise macroscópica para a avaliação da conservação ambiental de nascentes, tomando como recorte de estudo uma área de nascente do córrego Cabeceira Alta, localizado em Sonora, estado de Mato Grosso do Sul. Especificamente, busca-se aplicar e avaliar a viabilidade do método do Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN), com o intuito de monitorar a conservação desses ambientes e possibilitar sua integração ao gerenciamento dos recursos hídricos.. A metodologia consistiu em revisão temática e na aplicação da ferramenta Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), correlacionada ao IIAN. Os resultados possibilitaram mensurar aspectos visuais da água e do entorno das nascentes do córrego Cabeceira Alta. Além disso, permitiram gerar um índice do estado de conservação da área de estudo que, embora protegida por lei, apresenta vulnerabilidade à contaminação, demandando medidas de monitoramento e conservação. Por fim, o estudo evidencia a viabilidade da aplicação do método IIAN, contribuindo para a produção de informações voltadas ao monitoramento das nascentes e relevantes para a tomada de decisão no gerenciamento das bacias hidrográficas.

Palavras-chave: Método. Ferramenta. Monitoramento. Gestão. Bacias Hidrográficas.

ABSTRACT

The paper aims to present the methodological procedures of macroscopic analysis for assessing the environmental conservation of springs, taking as a case study a spring area of the Cabeceira Alta Stream, located in Sonora, state of Mato Grosso do Sul. Specifically, it seeks to apply and evaluate the feasibility of the Spring Environmental Impact Index (IIAN) method, with the purpose of monitoring the conservation of these environments and enabling their integration into water resources management. The methodology consisted of a thematic review and the application of the Rapid Assessment Protocol (RAP) tool, correlated with the IIAN. The results made it possible to measure visual aspects of the water and the surroundings of the springs in the Cabeceira Alta stream. Furthermore, they allowed the generation of a conservation status index for the study area which, although legally protected, is vulnerable to contamination, requiring monitoring and conservation measures. Finally, the study highlights the feasibility of applying the IIAN method, contributing to the production of information aimed at monitoring springs and supporting decision-making in watershed management.

Keywords: Method. Tool. Monitoring. Management. Watersheds.

RESUMEN

El artículo tiene como objetivo general presentar los procedimientos metodológicos del análisis macroscópico para la evaluación de la conservación ambiental de manantiales, tomando como recorte de estudio un área de manantial del arroyo Cabeceira Alta, ubicado en Sonora, estado de Mato Grosso do Sul. Específicamente, se busca aplicar y evaluar la viabilidad del método del Índice de Impacto Ambiental en Manantiales (IIAN), con el propósito de monitorear la conservación de estos ambientes y posibilitar

su integración en la gestión de los recursos hídricos. La metodología consistió en una revisión temática y en la aplicación de la herramienta Protocolo de Evaluación Rápida (PAR), correlacionada con el IIAN. Los resultados permitieron medir aspectos visuales del agua y del entorno de los manantiales del arroyo Cabeceira Alta. Además, posibilitaron generar un índice del estado de conservación del área de estudio que, aunque protegida por ley, presenta vulnerabilidad a la contaminación, lo que demanda medidas de monitoreo y conservación. Finalmente, el estudio evidencia la viabilidad de la aplicación del método IIAN, contribuyendo a la producción de información orientada al monitoreo de los manantiales y relevante para la toma de decisiones en la gestión de las cuencas hidrográficas.

Palabras clave: Método. Herramienta. Monitoreo. Gestión. Cuencas Hidrográficas.

INTRODUÇÃO

A água é essencial à vida, configura-se como um recurso indispensável aos múltiplos usos e demandas da sociedade. No entanto, na atualidade, diversos fatores como a crescente demanda decorrente da urbanização e da expansão agrícola, associada a práticas de uso intensivo da água têm exercido pressões significativas sobre esse recurso, comprometendo sua disponibilidade.

Os usos diretos e indiretos pelos diversos setores produtivos repercutem no processo de degradação dos aspectos bióticos e abióticos da água. Desse modo, ressalta-se a importância do monitoramento e conservação das nascentes ou olhos d'água, as quais consistem em um afloramento do lençol freático ou de um aquífero, "[...] dando origem ou não a um sistema de drenagem superficial" (Machado, 2024, p. 217).

Para o autor supracitado, mesmo consideradas de grande importância ecológica as áreas de nascente são reiteradamente degradadas ao longo do tempo, tanto nas áreas urbanas quanto rurais, comprometendo a recarga hídrica e a manutenção do fluxo de córregos e rios.

Considerando tal importância, o Código Florestal Brasileiro – Lei nº 12.651 de 2012, no artigo 4º delimita as Áreas de Preservação Permanente – APPs de nascentes definidas como sendo 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).

No mesmo sentido, a referida Lei prevê no Art. 7º que a vegetação situada

em Área de Preservação Permanente “[...] deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado", desse modo, devem ser adotadas medidas de proteção, incluindo a delimitação com cercas, a conservação da vegetação nativa e o controle da erosão (Brasil, 2012).

Destaca-se que a manutenção e a recomposição da vegetação em áreas de APPs e em seus entornos são fundamentais para o fluxo hídrico, uma vez que estão diretamente relacionadas à paisagem e à biodiversidade. Nesse sentido, a perda dos remanescentes florestais nas proximidades das nascentes potencializa os processos de erosão e o carreamento de sedimentos em escoamento superficial, comprometendo a qualidade ambiental dessas áreas.

Sob essa perspectiva, este artigo propõe apresentar os procedimentos metodológicos de análise macroscópica para avaliação da conservação ambiental de nascentes, tomando como recorte de estudo uma área de nascente do córrego Cabeceira Alta, localizado no município de Sonora, estado de Mato Grosso do Sul (MS). Em específico, busca-se aplicar e avaliar a viabilidade do método de análise macroscópica, Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN), com o intuito de monitorar a conservação desses ambientes e possibilitar sua integração ao gerenciamento dos recursos hídricos.

METODOLOGIA

A primeira fase da pesquisa correspondeu ao levantamento bibliográfico temático, realizado com o propósito de subsidiar a fundamentação teórico-metodológica e a caracterização geral da área de estudo. Na etapa subsequente, aplicou-se a metodologia proposta, com a utilização dos Protocolos de Avaliação Rápida (PAR) e do Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN).

O PAR possibilita o monitoramento e/ou a caracterização dos corpos d’água, considerando seus aspectos qualitativos, os quais permitem indicar o estado de conservação do ambiente e, consequentemente, auxiliar no monitoramento ambiental das nascentes. Quando aplicado em conjunto com o IIAN, favorece quantificar parâmetros macroscópicos visuais, tais como: aspectos organolépticos, materiais

orgânicos e inorgânicos, bem como processos antrópicos (Gomes, Melo, Vale, 2005; Pontini, Coelho, 2019; Guimarães, Ferreira, 2016; Souza et al. 2022).

Dentre as vantagens desses métodos, destaca-se o fato de se tratar de ferramentas de aplicação prática, de fácil utilização e capazes de fornecer dados e informações macroscópicas acerca das condições ambientais das nascentes, considerando-se, para tanto, os seguintes parâmetros:

- coloração aparente da água com uso de recipiente transparente para verificação da cor e posterior verificação do odor;
- presença de lixo na região da nascente e caracterização dos mesmos se evidenciados;
- presença de materiais flutuantes: presença de objetos na superfície da água e caracterização dos mesmos;
- presença de espumas e óleo na superfície da água, assim como evidência de lançamento de esgoto;
- condições de conservação da APP da nascente, examinando o uso por animais domésticos ou uso antrópicos; evidência de utilização da área por humanos, trilhas ao redor da nascente, presença de bombas de sucção; existência de proteção (cerca), distância aproximada, em metros, das nascentes até as áreas construídas mais próximas e avaliação do tipo de área de inserção da nascente que visa à preservação local (pública ou privada).

Na aplicação, cada parâmetro recebe os valores de 1 a 3, cujo somatório final resulta no grau de conservação da nascente, classificado como: ótimo, bom, razoável, ruim ou péssimo, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros utilizados na avaliação macroscópica de nascentes.

Parâmetro macroscópico	Classificação		
	Ruim (1 ponto)	Médio (2 pontos)	Bom (3 pontos)
Cor da água	Escura	Clara	Transparente
Odor da água	Forte	Com odor	Sem odor
Lixo ao redor da nascente	Muito	Pouco	Ausente
Materiais flutuantes (lixo na água)	Muito	Pouco	Ausente
Espumas	Muito	Pouco	Ausente
Óleos	Muito	Pouco	Ausente
Esgoto	Presença	Evidência	Ausente
Vegetação na APP	Degradada ou ausente	Alterada	Presente
Uso por animais domésticos	Presença	Evidência	Ausente
Uso antrópico	Constante	Esporádico	Não há
Proteção (cerca)	Ausente	Presente, com fácil acesso	Presente, mas difícil acesso
Áreas construídas	Menos de 50 metros	Entre 50 e 100 metros	Acima de 100 metros
Tipo de área de Inserção	Ausente	Propriedade privada	Parques ou áreas protegidas

Fonte: Gomes, Melo, Vale (2005); adaptado pelos autores (2025).

Na interpretação, as notas atribuídas aos parâmetros da avaliação macroscópica das nascentes são somadas e, em seguida, convertidas em classes de conservação, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Classes de conservação aplicadas da avaliação macroscópica das nascentes.

Classes	Pontos
A – Ótimo	39 a 37 pontos
B – Bom	36 a 34 pontos
C – Razoável	33 a 31 pontos
D – Ruim	30 a 28 pontos
E – Péssimo	abaixo de 28 pontos

Fonte: Gomes, Melo, Vale (2005); organizado pelos autores (2025)..

A segunda fase da pesquisa consistiu na aplicação da metodologia proposta, desenvolvida em duas etapas de visitas a campo: a primeira, realizada em 29/07/2024

(Etapa 01), durante o período seco, e a segunda, em 30/01/2025 (Etapa 02), no período chuvoso. Para a definição dos períodos, foram considerados o volume e a distribuição pluviométrica (mm) entre os anos de 2023 e 2025, com base no acervo de dados de pluviosidade disponibilizado pela Indústria Sucroenergética – Usina Sonora (2025).

Nesse estudo, justifica-se a importância no uso de tais informações, por destacar que os fluxos das nascentes possuem variações sazonais diretamente relacionadas ao comportamento climático regional. Assim, é pertinente reconhecer a influência da variabilidade pluvial, a qual evidencia o papel das chuvas na dinâmica dos afloramentos de água, refletindo em mudanças e implicações tanto na disponibilidade quanto na qualidade dos recursos hídricos (Felippe, Magalhães Jr., 2013; Schneider, Silva, 2025).

Ainda nesse estágio da investigação de campo, as condições da área de nascente e do entorno foram monitoradas por meio de levantamento de dados remotos, utilizou-se a aeronave não tripulada (drone) modelo DJI Mavic 3 Multispectral, equipada com sensor multiespectral de alta resolução, o equipamento possibilitou a obtenção de imagens georreferenciadas, contribuindo para a caracterização das condições ambientais da área de nascente e o entorno.

A figura 1, apresenta o equipamento (drone), modelo DJI Mavic 3 Multispectral equipada com sensor multiespectral de alta resolução, utilizado na pesquisa de campo.

Figura 1. Equipamento (drone) modelo DJI Mavic 3 Multispectral, utilizado na pesquisa de campo.



Fonte: acervo próprio (2025), organizado pelos autores (2025).

Para a delimitação do recorte do estudo, foi utilizado imagens do Google Earth as quais possibilitaram identificar a área de afloramento de água investigadas nos períodos de seca e chuvoso, e o Ponto (P1) que seria o local inicial da nascente do córrego Cabeceira Alta, identificado no shape de georreferenciamento do PIN/MS – Portal de Informações e Geoposicionamento de Mato Grosso do Sul (Imasul, 2024).

Durante as etapas da pesquisa, foram realizadas observações diretas e registros fotográficos *in loco*, utilizando o equipamento (celular) modelo Samsung S20FE, com o objetivo de subsidiar a aplicação dos métodos PAR e IIAN, possibilitando a geração de informações técnicas sobre o estado de conservação da nascente do córrego Cabeceira Alta para posterior análise, conforme detalhado na seção de Resultados e Discussão.

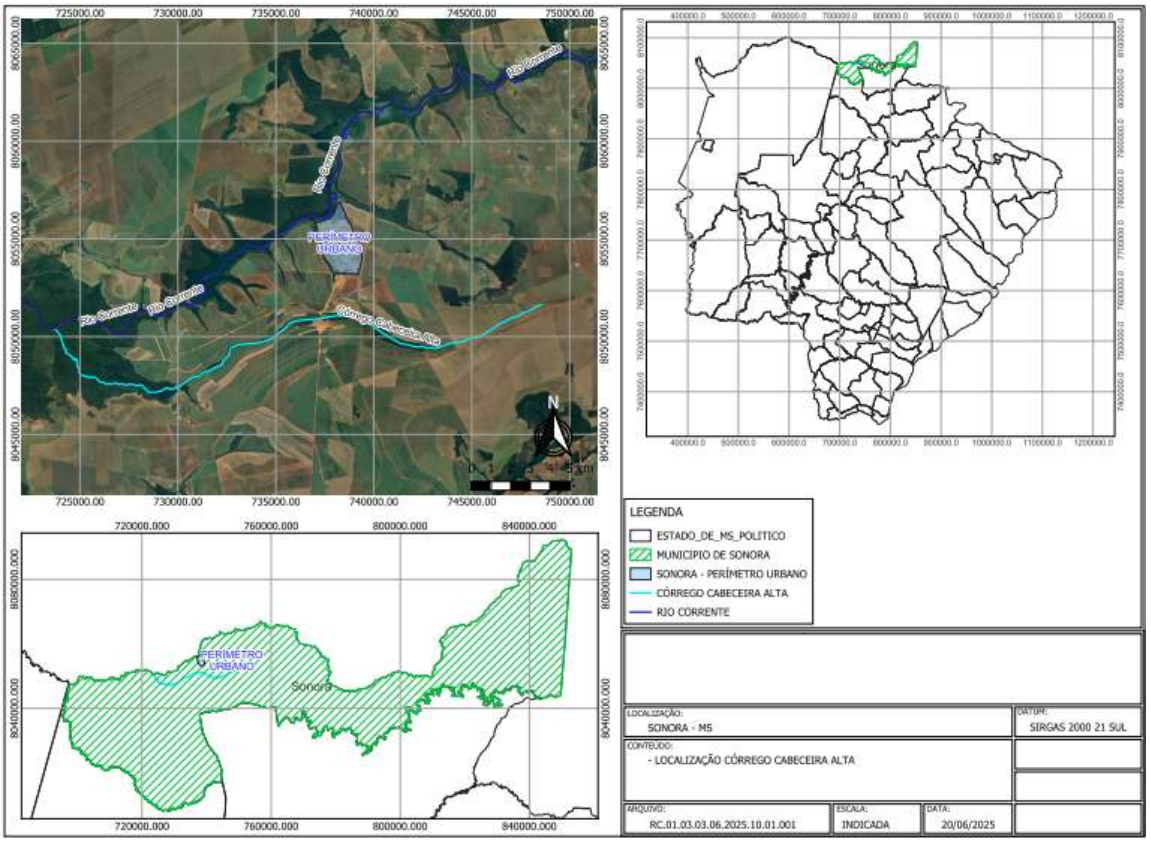
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização da área de estudo

O córrego Cabeceira Alta possui aproximadamente 28 km de extensão, tendo sua foz no rio Corrente, situado na porção norte do estado, na divisa entre Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, no município de Sonora. Do ponto de vista da base territorial de planejamento e gestão dos recursos hídricos, a localidade encontra-se inserida na Região Hidrográfica do Paraguai, denominado de Unidade de Planejamento e Gestão – UPGs Correntes (Mato Grosso do Sul, 2010).

A figura 2, apresenta a localização do córrego Cabeceira Alta, município de Sonora – MS.

Figura 2. Localização do córrego Cabeceira Alta/Sonora/MS.



Fonte: Portal de Informações e Geoposicionamento de Mato Grosso do Sul – PIN/MS (Imasul, 2024); Google Earth (2024), adaptado pelos autores (2015).

Em escala regional, o norte do estado de Mato Grosso do Sul é influenciado pelo sistema que atua na região amazônica, apresentando uma classificação do tipo clima tropical, com médias de pluviosidade anual (mm) entre 1.400 e 1.600 (Schneider, Silva, 2025).

Conforme o estudo realizado pelos autores supracitados, este setor do estado é caracterizado:

> [...] por um clima tropical seco (TS) e tropical semiúmido (TSU), a influência das massas de ar equatorial continental e tropical continental é preponderante. Aqui, os meses de verão (principalmente de outubro a março) são marcados por elevados índices de precipitação, enquanto uma queda abrupta ocorre em abril, sinalizando o início de um período seco. Em junho e julho, muitas localidades, como Árvore Grande e fazenda Boa Esperança, enfrentam secas

> severas, com precipitação frequentemente abaixo de 50 mm. Essa e extensão do período de estiagem indica mudanças significa as na variabilidade mensal das chuvas (Schneider, Silva, 2025, p. 243).

De acordo com o mesmo estudo, o setor "[...] Centro-Leste apresentou tendência linear de aumento das chuvas em 14 (quatorze) postos pluviométricos e tendência de redução em 10 (dez) postos pluviométricos" (Schneider; Silva, 2025, p. 245). Tais condições sinalizam a importância da compreensão das variabilidades pluviais, considerando que o " [...] clima é um fator preponderante para a dinâmica hidrológica das nascentes" (Felippe, Magalhães Jr., 2013, p. 02).

Ao considerar a escala local, os registros de pluviosidade na área de recorte do estudo, indicam que o ano de 2024 (1.432 mm) foi relativamente seco em comparação ao volume total de chuvas de 2023 (1.737 mm). Em geral, a distribuição das chuvas foi irregular, a partir de 2023 os volumes ficaram abaixo do esperado. Em 2024, os meses de abril a outubro ficaram abaixo da média, os meses junho a setembro (período seco) registraram valores de zero, apenas entre os meses de novembro de 2024 e janeiro de 2025, apresentam tendência de aumento das chuvas.

A tabela 2, apresenta a série de dados pluviosidade na área de estudo, considerando os períodos chuvoso e seco, entre os anos de 2023 e 2025.

Tabela 2. Série de pluviosidade na área de estudo – períodos: chuvoso e seco (mm).

	P. Chuvoso			Período Seco						P. Chuvoso			
ANO	**JAN**	**FEV**	**MAR**	**ABR**	**MAI**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OUT**	**NOV**	**DEZ**	**TOTAL**
2023	417	243	287	202	55	21	1	4	51	118	160	178	1.737
2024	134	182	399	102	2	0	0	0	0	128	246	239	1.432
2025	264	188											
MÉDIA (10 anos)	**260**	**257**	**252**	**125**	**61**	**25**	**0**	**17**	**40**	**146**	**207**	**209**	**1608**
Δ Média x 2024	-126	-75	147	-23	-59	-25	0	-17	-40	-18	39	29	
Δ Média x 2025	4	-69											

Fonte: acervo de dados de pluviosidade da Indústria Sucroenergética – Usina Sonora (2025); organizado pelos autores (2025).

Em relação ao uso e ocupação do solo, destaca-se que na área predominam cultivos de cana-de-açúcar e grãos. As classes de solos são: os Latossolos

Vermelho-Escuros, com textura variando de argilosa a média, e os Neossolos que apresentam baixa fertilidade natural, elevada acidez e acentuada suscetibilidade à erosão.

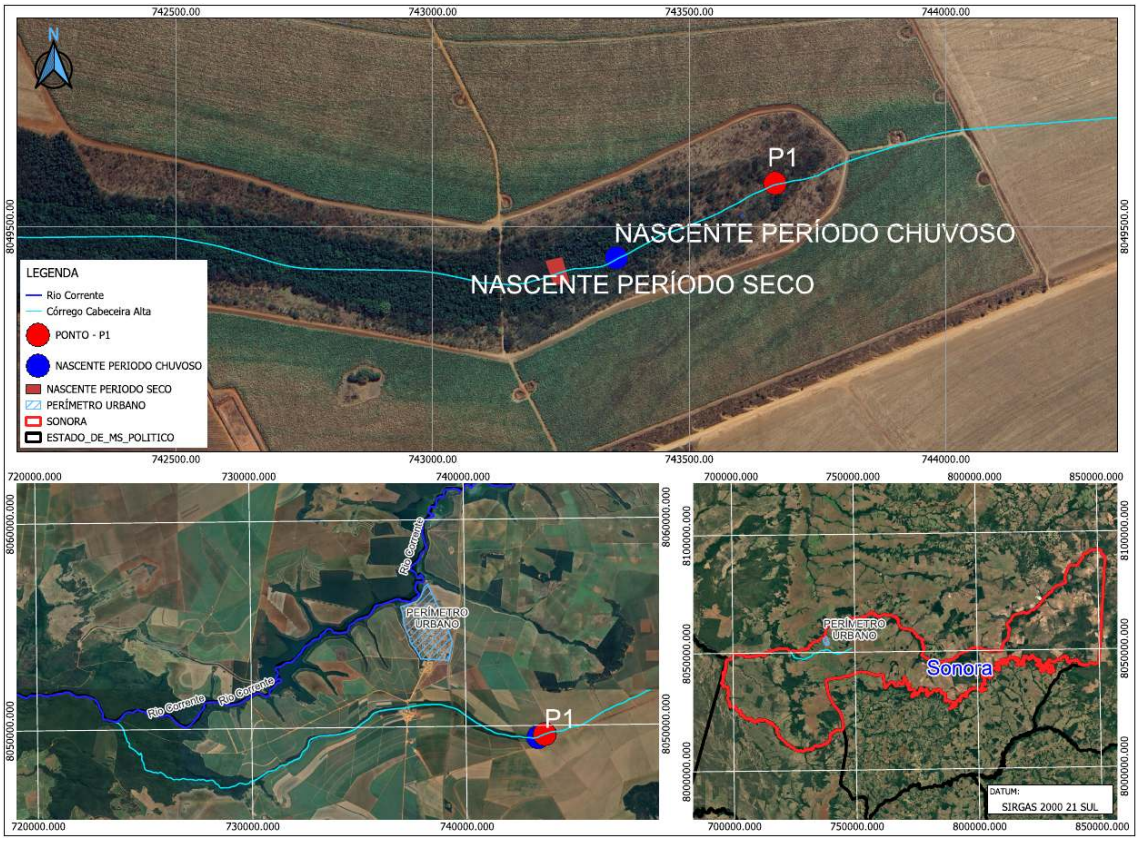
Nesse contexto, torna-se imprescindível o manejo com práticas de conservação, sobretudo nas Áreas de Preservação Permanente – APPs de nascentes, em que a vegetação constitui fator essencial. Destaca-se a exigência legal de mínimo de 50 metros com vegetação nativa a qual deve ser mantida "[...] com o objetivo de garantir a estabilidade geológica, a paisagem e a biodiversidade, bem como favorecer o fluxo gênico da fauna e da flora" (Souza, 2022, p. 204).

Aplicação da Análise Macroscópica da Área de Estudo

A primeira visita a campo (Etapa 01) foi realizada em 29/07/2024, durante o período de seca, e consistiu no acompanhamento do trajeto que corresponderia ao leito do córrego Cabeceira Alta, adentrando a área da Fazenda Harmonia II, identificada como Ponto (P1), localizada a 5,9 km da atual área da nascente do córrego Cabeceira Alta. Essa delimitação foi realizada com base nos dados do Portal de Informações e Geoposicionamento de Mato Grosso do Sul – PIN/MS (Imasul, 2024) e em imagens do Google Earth (2024).

A Figura 3 apresenta a área de recorte do estudo: a nascente do córrego Cabeceira Alta, nos períodos seco e chuvoso, bem como o Ponto (P1), identificado no shape de georreferenciamento do PIN/MS (Imasul, 2024), correspondente ao local inicial que seria a nascente do córrego Cabeceira Alta, situado em área da Fazenda Harmonia II.

Figura 3. Delimitação da área recorte de estudo: nascente do córrego Cabeceira Alta, período seco e chuvoso, Ponto (P1) local de início de verificação georreferenciada no PIN/MS.



Fonte: Portal de Informações e Geoposicionamento de Mato Grosso do Sul – PIN/MS (Imasul, 2024); Google Earth (2024), adaptado pelos autores (2015).

Ainda nessa primeira visita a campo, foram realizados registros fotográficos in loco, obtidos com o equipamento (celular) modelo Samsung S20FE, que evidenciam uma área de afloramento de água com vegetação no entorno, elevada concentração de matéria orgânica e indícios (pegadas) de fauna, possivelmente suínos. No entanto, não foi possível determinar se eram nativos ou exóticos.

É oportuno mencionar que, de acordo com Ubiali et al. (2013), a presença de animais no entorno de corpos hídricos contribui para a deterioração da qualidade da água. Portanto, destaca-se a necessidade de medidas de proteção, entre as quais o cercamento das nascentes, que impede o acesso dos animais, evitando a contaminação orgânica e preservando o fluxo de água, frequentemente prejudicado pelo pisoteio na área.

A figura 4, apresenta-se uma coletânea de registros fotográficos in loco (Etapa 01), no período seco/jul.2024.

Figura 4. Coletânea de registros fotográficos na área de nascente do córrego Cabeceira Alta, (Etapa 01), no período seco/jul.2024.



Foto (a): Área de afloramento de água com vegetação.



Foto (b): Área úmida e entorno com concentração de matéria orgânica.



Foto (c): Afloramento de água com matéria orgânica e sinais (pegadas) de fauna.



Foto (d): Área de afloramento de água com vegetação no entorno.

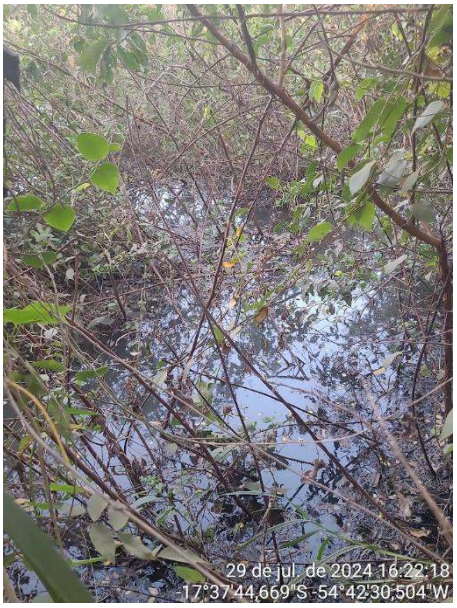


Foto (e): Afloramento de água.

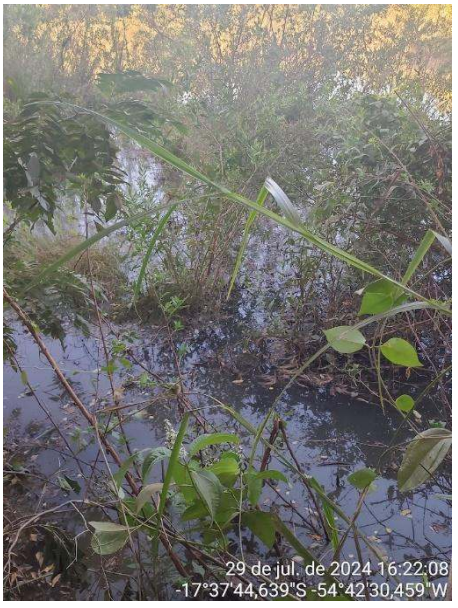


Foto (d): Afloramento de água.

Fonte: acervo próprio (2024); organizado pelos autores (2025).

Nesta etapa da investigação, a jusante da nascente do córrego Cabeceira Alta, também foi verificada a presença de uma área alagada em razão de uma travessia construída anteriormente pela proprietária do imóvel rural, destinada ao abastecimento por captação superficial para a indústria sucroenergética Usina Sonora, figura 5.

Figura 5. Área alagada a jusante da nascente do córrego Cabeceira Alta, período seco.



Fonte: acervo próprio (2024); organizado pelos autores (2025).

Em relação a essa intervenção no curso fluvial, pontua-se que ela pode refletir no transporte de sedimentos, com retenção no reservatório, acelerando o processo de erosão a montante e alterando o carreamento de sedimentos. Esses efeitos podem interferir na dinâmica do leito, provocando variações nas margens e no nível da água.

A segunda visita a campo (Etapa 02), foi realizada em 30 de janeiro de 2025, no período chuvoso, onde se constatou in loco a presença de vegetação mais densa e o afloramento de água, identificado pelas coordenadas 17°36'30.94"S e 54°39'24.14"O.

A figura 6, apresenta uma coletânea de registros fotográficos, obtidos com o equipamento (celular) modelo Samsung S20FE, que evidenciam a vegetação no entorno e o afloramento de água, no período chuvoso.

Figura 6. Coletânea de registros fotográficos na área de nascente do córrego Cabeceira Alta, período chuvoso/jan.2025.



Foto (a): Área com vegetação no entorno da nascente.



Foto (b): Área de afloramento de água e vegetação do entorno.



Foto (b): Afloramento de água, local de nascente.

Fonte: acervo próprio (2025); organizado pelos autores (2025).

No caso deste estudo, ao comparar as imagens, os índices de pluviosidade e registros fotográficos *in loco*, visita realizada em julho de 2024 – período seco, com os da segunda visita, realizada em janeiro de 2025 – período chuvoso, constatou-se que, além das mudanças no volume de água, também ocorreu um deslocamento da área de afloramento. Verificou-se que, entre a primeira e a segunda vistoria, a área de afloramento deslocou-se aproximadamente 100 metros para leste da nascente.

Esse movimento pode ser atribuído à dinâmica das nascentes, relacionada às variações sazonais (Felippe; Magalhães Jr., 2013). Nesse contexto, a irregularidade na distribuição das chuvas durante os períodos seco e chuvoso, pode ter influenciado na recarga da água subterrânea, resultando em oscilações na vazão ao longo do ano hidrológico. Salienta-se que, além dos elementos climáticos, devem ser considerados outros fatores, dentre os quais o uso e a ocupação do solo e a conservação da vegetação na área de APP de nascente. No caso analisado, tais condições podem influenciar o deslocamento do afloramento de água, uma vez que o uso e a ocupação do solo na área e em seu entorno é predominantemente agrícola.

A aplicação do PAR e do IIAN, foi realizada durante as visitas a campo, etapas 01 e 02, em que foram observados os parâmetros de avaliação macroscópica. A sistematização dos dados obtidos, apontaram que a área de nascentes do córrego Cabeceira Alta apresenta um estado de conservação classificado como: B - bom, tanto no período seco (36 pontos) quanto no período chuvoso (35 pontos), conforme apresentado na tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros de avaliação macroscópica e notas atribuídas.

Parâmetros	Nota atribuída	
	Etapa 01	**Etapa 02**
Cor da água	3	2
Odor	3	3
Lixo ao redor da nascente	3	3
Materiais Flutuantes	3	3
Espumas	3	3
Óleos	3	3
Esgoto	3	3
Vegetação da APP	3	3
Uso por animais	3	3
Uso antrópico	3	3
Proteção (cerca)	1	1
Áreas construídas	3	3
Tipo de área de inserção	2	2
TOTAL	**36**	**35**
Classificação	**Bom**	**Bom**

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os resultados indicaram a viabilidade da aplicação da análise macroscópica. No entanto, por se tratar de uma metodologia empírica, para evitar distorções nos resultados, as avaliações devem ser realizadas pelo mesmo pesquisador ou, alternativamente, por equipes treinadas, a fim de padronizar notas e julgamentos. No presente trabalho, essa condição foi atendida, garantindo a uniformidade dos dados apresentados.

Ainda, neste estudo, mesmo considerando que a área de nascentes do córrego Cabeceira Alta apresenta um bom estado de conservação, devem ser levadas em conta as alterações no fluxo de afloramento e o uso e ocupação do solo, especialmente

por influenciarem diretamente os aspectos quantitativos e qualitativos dos corpos hídricos, fundamentais para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As nascentes de cursos d´água estão dentre os mais importantes elementos do sistema hidrológico, são formadas quando as águas do lençol freático ou de um aquífero afloram à superfície do solo, proporcionando um microambiente único de interface terrestre e aquático, sendo essencial para assegurar a manutenção do equilíbrio hidrológico e ambiental das bacias hidrográficas.

Os fluxos das nascentes possuem variações sazonais diretamente relacionadas ao comportamento climático regional. No caso desse estudo, a metodologia permitiu coletar e comparar imagens, registros fotográficos e dados de pluviosidade, entre a primeira vistoria de campo, realizada no período seco, e a segunda vistoria realizada no chuvoso, em que se constatou mudanças no volume da água e deslocamento da área de nascente do córrego Cabeceira Alta.

Os resultados obtidos com a aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) e o Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN), correlacionados aos procedimentos de análise macroscópica, apontaram que área de nascente do córrego Cabeceira Alta, apresenta um bom estado de conservação, tanto no período seco quanto no chuvoso. Contudo, por ser uma área de APPs de nascentes, mesmo protegida por Lei, ainda assim, apresenta pressões devido ao uso e ocupação do solo do seu entorno, demandando medidas conservação da vegetação e o monitoramento da qualidade da água do curso fluvial.

Por fim, concluiu-se que os procedimentos adotados no PAR e no IIAN são viáveis de aplicação. Entre os aspectos positivos, destacam-se a praticidade na coleta e avaliação de dados macroscópicos sobre nascentes, podendo ser utilizados para subsidiar estudos técnicos voltados ao planejamento e ao gerenciamento de bacias hidrográficas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 25 jun. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 16 jun. 2025.

EMBRAPA. **Zoneamento Agroecológico do Município de Sonora/MS.** 2011. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/918948/1/BPD-177-Zon-Sonora.pdf. Acesso em: 20 jun. 2025.

FELIPPE, M. F., MAGALHÃES JR. A.P. Relação entre precipitação e vazão de nascentes no município de Lagoa Santa – MG. *In*: XX SBRH – SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2013, Bento Gonçalves, **Anais**, Bento Gonçalves: ABRH– Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013. Disponível: https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=1894. Acessado: 25 de out. 2024.

GOMES, P. M; MELO, C.; VALE, V., S. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia – MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**, v. 17, n. 32, p. 103-120, 2005. DOI: 10.14393/SN-v17-2005-9169.

GUIMARÃES, A.; FERREIRA, I. M. Protocolo de avaliação rápida para nascentes de cursos d'água: a relação urbano-rural no contexto ambiente e sociedade. *In*: NEVES A. F., *et al.* **Estudos interdisciplinares em ciências ambientais, território e movimentos sociais**. São Paulo: Blucher Open Access, 2016. p.147-160.

IMASUL – Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **Portal de Informações e Geoposicionamento de Mato Grosso do Sul (PIN MS)**. 2024. Disponível em: https://www.pinms.ms.gov.br/portal/home/index.html/. Acesso em: 10 set. 2025.

MACHADO, G. Determinação do grau de preservação das nascentes da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindoia – Municípios de Cambé, Londrina e Ibiporã – Paraná. *In*: BORINELLI, B.; DA COSTA, R. S.; MACHADO, G. (Org.). **Água:** gestão, conflitos e desigualdades. Criciúma, SC: Ediunesc, 2024. p.2015 -236.

MATO GROSSO DO SUL (Estado). Secretaria de Estado e Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia – SEMAC. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul –IMASUL. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso Do Sul (PERH-MS)**. Campo Grande: Ed. UEMS, 2010. 194p. Disponível em: https://www.imasul.ms.gov.br/plano-estadual-de-recursos-hidricos-perh-ms/. Acesso em: 15 set.2025.

OLIVEIRA, A. S.; SILVA, A. M.; MELLO, C. R. Dinâmica da água em áreas de recarga de nascentes em dois ambientes na região Alto Rio Grande, Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, n. 1, p.59-67, jan./fev. 2020.

PENKAITIS, G.; IMBERNON, R. A. L.; VASCONCELOS, C. M. S. Pagamento por serviços ambientais (PSA): o papel do conhecimento geocientífico no protagonismo social. **Terra e Didática**, Campinas, SP, v. 16, 2020. DOI: 10.20396/td.v16i0.8659281.

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**. São Carlos: UFSCAR, 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

PONTINI, V. V.; COELHO, A. L. N. Emprego de protocolo de avaliação rápida no diagnóstico ambiental de sistemas fluviais: estudo de caso em áreas urbanas de Iconha e Piúma (ES). **GeoTextos**, v. 15, n. 2, 2019. DOI: 10.9771/geo.v15i2.32409.

SCHNEIDER, H.; SILVA, C. A. da. A variabilidade da precipitação no Mato Grosso do Sul, uma abordagem espaço-temporal e a proposição de uma síntese regional. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, MS, v. 37, jul./dez. 2025. DOI: 10.55761/abclima.v37i21.19921.

SOUZA, N. *et al.* Análise hidroambiental de nascentes utilizadas para abastecimento humano na zona rural do município de Baianópolis (Bahia). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 10, n. 3, 2022.

UBIALI, B. G. *et al.* **Mapa e análise ambiental de nascentes e cursos d'água da sub-bacia hidrográfica do Tuá, Cruz das Almas, Bahia**. Brasília, DF: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. (Documentos, n.229). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1109721. Acesso em: 20 jun. 2025.

USINA SONORA. Indústria Sucroenergética. **Acervo de dados pluviosidade**. Período: 2023 – 2025.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), através do Convênio CAPES/UNESP Nº. 951420/2023.

Ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

Ao Programa Institucional de Bolsas aos Alunos de Pós-Graduação (PIBAP) - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) pela concessão de bolsa até o momento.

Recebido em março de 2025.

Revisão realizada em agosto de 2025.

Aceito para publicação em setembro de 2025.