

Avaliação do estado de conservação de nascentes na área rural do município de Patrocínio, MG

Evaluation of the conservation state of springs in the rural area of the municipality of Patrocínio, MG

Evaluación del estado de conservación de manantiales en la zona rural del municipio de Patrocínio, MG

Ricardo de Moura Araújo¹

Roberto Andreani Junior²

Luiz Sergio Vanzela³

Dora Inés Kozusny-Andreani⁴

¹ Mestrando em Ciências Ambientais pela Universidade Brasil. Especialista em Docência para a Educação Profissional, Científica e Tecnológica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul. Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Centro Universitário UNA. Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Docente no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), campus Três Lagoas, Mato Grosso do Sul. **E-mail:** ricardo.araujo@ifms.edu.br, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5187-0263>

² Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” (UNESP). Mestre em Agronomia pela UNESP. Graduação em Agronomia pela Universidade de Taubaté. Docente titular no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, nível mestrado, da Universidade Brasil, campus Fernandópolis, São Paulo. **E-mail:** robertoandreani@uol.com.br, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0290-3356>

³ Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” (UNESP). Mestre em Agronomia pela UNESP. Graduação em Agronomia pela UNESP. Docente titular no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, nível mestrado, da Universidade Brasil, campus Fernandópolis, São Paulo. **E-mail:** luiz.vanzela@ub.edu.br, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2192-9252>

⁴ Doutora em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” (UNESP). Mestre em Agronomia pela UNESP. Graduação em Agronomia pela Universidad Nacional de Misiones, na Argentina. Docente titular no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, nível mestrado, da Universidade Brasil, campus Fernandópolis, São Paulo. **E-mail:** doraines@terra.com.br, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1366-6525>

Resumo: O mapeamento geográfico e a avaliação do estado de conservação das nascentes existentes nas bacias hidrográficas são de fundamental importância para promover a adequada proteção desse bem tão precioso que é a água. A degradação das áreas que deveriam ser protegidas ainda é uma realidade, apesar da existência de leis que estabelecem os critérios mínimos de proteção. O presente trabalho realiza a avaliação macroscópica de nove nascentes na área rural do município de Patrocínio, MG, de modo a levantar a classe de proteção ambiental por meio da aplicação do Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN) e propor um método de recuperação vegetal para as áreas que apresentarem necessidade. Observou-se que nenhuma das nascentes apresenta a Área de Preservação Permanente conforme rege a legislação, sendo que a ausência da vegetação e a presença de animais domésticos são os fatores antrópicos mais comuns e que geram grande impacto.

Palavras-chave: nascente; avaliação ambiental; avaliação macroscópica; legislação ambiental; recuperação ambiental.

Abstract: Geographic mapping and assessment of the conservation status of springs in river basins are of fundamental importance to promote adequate protection of this precious asset, water. The degradation of areas that should be protected is still a reality, despite the existence of laws that establish minimum protection criteria. The present work carries out a macroscopic evaluation of nine springs in the rural area of the municipality of Patrocínio, in Minas Gerais, Brazil, in order to assess the environmental protection class through the application of the Environmental Impact Index in Springs (IIAN) and propose an environmental recovery method for areas that are necessary. It was observed that none of the springs have a Permanent Preservation Area as governed by legislation, with the absence of vegetation and the presence of domestic animals being the most common anthropic factors that generate great impact.

Keywords: source; environmental evaluation; macroscopic evaluation; environmental legislation; environmental recovery.

Resumen: La cartografía geográfica y la evaluación del estado de conservación de los manantiales de las cuencas fluviales son de fundamental importancia para promover una protección adecuada de este preciado bien, el agua. La degradación de áreas que deberían ser protegidas sigue siendo una realidad, a pesar de existir leyes que establecen criterios mínimos de protección. El presente trabajo realiza una evaluación macroscópica de nueve manantiales en el área rural del municipio de Patrocínio, Minas Gerais, Brasil, con el objetivo de evaluar la clase de protección ambiental mediante la aplicación del Índice de Impacto Ambiental en Manantiales (IIAN) y proponer un método de recuperación ambiental para áreas que sean necesarias. Se observó que ninguno de los manantiales cuenta con un Área de Preservación Permanente como lo marca la legislación, siendo la ausencia de vegetación y la presencia de animales domésticos los factores antrópicos más comunes que generan gran impacto.

Palabras clave: fuente; evaluación ambiental; evaluación macroscópica; legislación ambiental; recuperación ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para a manutenção da vida, sendo o elemento que mantém o equilíbrio do ecossistema, uma vez que ela é responsável pelos processos fisiológicos que garantem vida às plantas e aos animais.

Além da importância vital, a água também é essencial para a economia, tendo em conta que é utilizada para geração de energia, para transporte, na indústria, na irrigação, na dessedentação animal, na piscicultura e no lazer.

A água disponível nos rios e lagos é oriunda de diversas nascentes, cujos fluxos superficiais convergem para aqueles. Portanto, preservar as nascentes, que são os afloramentos da água subterrânea, é também preservar os rios e lagos, os quais são responsáveis pelo abastecimento e pelo uso em diversos segmentos.

Desse modo, quando se menciona preservação da água, é imprescindível que as nascentes tenham a devida atenção, pois elas são os pontos iniciais dos recursos hídricos que abastecem tanto o meio rural quanto os centros urbanos, sendo que estes, em muitos casos, estão distantes destas nascentes.

As ações antrópicas como queimadas, desmatamentos, atividades agropecuárias e ocupações residenciais, nas proximidades das nascentes, provocam a degradação do ambiente, comprometendo tanto a qualidade quanto a quantidade de água desses afloramentos.

A preservação das nascentes tem amparo jurídico por meio da Lei n. 12.651 (Brasil, 2012), a qual estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, as áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal, e constitui que as áreas em entorno das nascentes são consideradas como Áreas de Preservação Permanente (APPs).

O objetivo deste trabalho constitui em analisar o estado de preservação, por meio da análise macroscópica, de nove nascentes do Córrego Dantas, afluente do Rio Quebra-Anzol, localizado na zona rural do município de Patrocínio, na região do Alto Paranaíba, do estado de Minas Gerais, bem como verificar a necessidade de intervenção ou adequação, por meio da metodologia mais adequada, para a recuperação em torno de cada nascente.

2 TIPOS DE NASCENTES

Sabendo que uma nascente é o afloramento de água subterrânea, podendo ser temporário ou perene, tem-se a dependência dessa com o meio superficial, visto que a água subterrânea é proveniente da infiltração da água da chuva.

De acordo com a Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Departamento de Proteção da Biodiversidade (2009), o afloramento de água, que são as nascentes, ocorre na região onde a superfície do terreno intercepta a superfície do lençol freático, podendo existir em encostas e depressões do terreno ou, ainda, no nível de base representado pelo curso d'água local.

A caracterização de uma nascente depende de vários fatores, conforme é apresentado por Carmo, Felipe e Magalhaes (2014, p. 3):

Em razão da grande heterogeneidade das nascentes, quanto a fatores tipológicos, seu diagnóstico deve abarcar, entre outros parâmetros, a morfologia (feição do relevo na escala de campo na qual ocorre a surgência), o tipo de exfiltração (nascentes pontuais, difusas ou múltiplas) e, ainda, a mobilidade do local de exfiltração (nascentes fixas ou móveis) e a sazonalidade (nascentes perenes, intermitentes ou efêmeras).

3 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

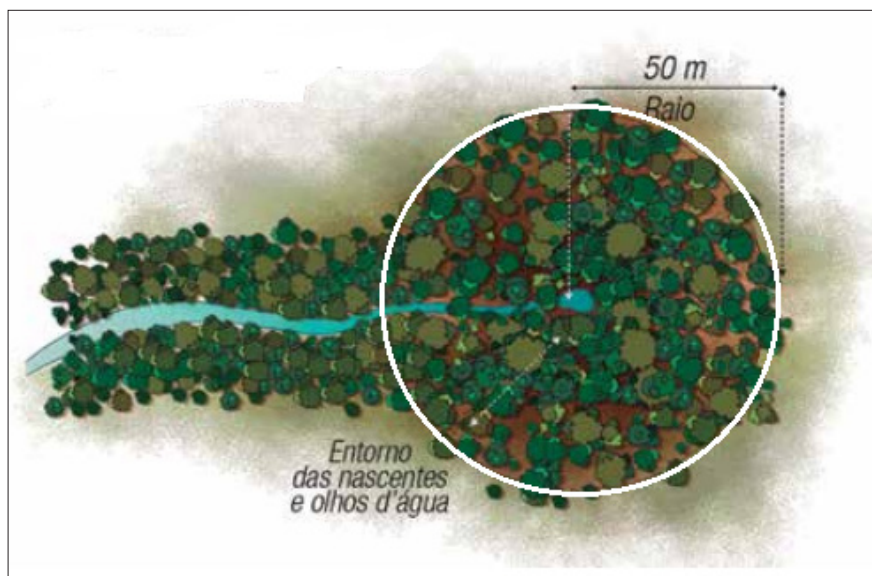
A Legislação Ambiental visa regulamentar as condições ambientais mínimas que devem ser atendidas, de modo que a preservação da biodiversidade seja garantida. Pode-se afirmar que a atual legislação ambiental brasileira é complexa, abrangendo diversas leis, decretos, resoluções, regulamentos e atos normativos de âmbito federal, estadual e municipal, que visam proteger o meio ambiente e promover o desenvolvimento sustentável. Cabe destacar que uma lei municipal não pode reduzir o efeito, do ponto de vista de preservação ambiental, da legislação estadual, assim como as leis na esfera estadual não podem reduzir o efeito das leis da esfera federal.

No que tange à proteção das nascentes, tem-se que toda área onde ocorrem os afloramentos é tomada como sendo uma Área de Preservação

Permanente (APP), independentemente de localização geográfica e posição topográfica. Esta definição, bem como a delimitação da área, está especificada no inciso IV do artigo 4º (que traz as considerações de área de Preservação Permanente em zonas rurais ou urbanas), da seção I (que trata da Delimitação da Área de Preservação Permanente), do capítulo II (que versa sobre as Áreas de Preservação Permanente) da Lei n. 12.651 (Brasil, 2012) (que trata sobre a proteção da vegetação nativa). Nela, as APPs são definidas 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”.

A Figura 1 ilustra a delimitação da APP conforme rege a legislação.

Figura 1 – Ilustração da APP de uma nascente, conforme Lei n. 12.651 de 2012



Fonte: adaptado da Cartilha sobre nova lei florestal de Minas Gerais (2013).

Vale ressaltar que o inciso IV do artigo 4º menciona apenas nascentes perenes, o que pode levar à interpretação de que as nascentes e olhos d’água intermitentes não são contemplados nesta definição jurídica. No entanto, conforme apresentado por Souza *et al.* (2019), em 2018 o Supremo

Tribunal Federal (STF) fixou esta interpretação declarando que “os entornos das nascentes e dos olhos d’água intermitentes configuram área de preservação ambiental”.

Segundo o inciso II do artigo 3º da Lei n. 12.651, de 2012,

A Área de Preservação Permanente é uma 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 (Brasil, 2012).

A proteção da APP é de responsabilidade do proprietário ou ocupante da área onde se encontra a nascente. Esta determinação consta no artigo 7º da seção II (que trata do Regime de Proteção das Áreas de Preservação Permanente) da Lei n.12.651, de 2012. No parágrafo 1º deste mesmo artigo fica definido que, caso o proprietário ou ocupante tenha promovido a supressão da vegetação da APP, ele deverá se adequar à legislação ambiental, promovendo a recomposição da vegetação (Brasil, 2012).

Desse modo, fica entendido que todo proprietário de imóvel que contenha uma nascente é responsável por manter e, se for o caso, promover a recomposição da vegetação da APP da nascente, cuja área tenha um raio de 50 metros a partir do(s) ponto(s) de afloramento de água.

Ainda conforme consta na Lei n. 12.651, de 2012, a intervenção ou a supressão da vegetação da APP poderá ocorrer desde que seja para atendimento único e exclusivamente de utilidade pública, e desde que constatada a ausência de alternativa técnica e locacional.

4 FORMAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS VEGETAIS

O tipo de recomposição da vegetação da APP de uma nascente depende de fatores como a característica geográfica, a característica do solo, o tipo de nascente (pontual ou difusa), a característica da vegetação natural e, principalmente, o grau de degradação em que ela se encontra. Há diversas fontes que apresentam documentos, cartilhas, procedimentos, entre outros, emitidos por entidades governamentais e não governamentais, que visam auxiliar a recomposição dessas áreas, sendo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) uma dessas referências. Também cabe destacar

que órgãos como a Embrapa podem oferecer apoio técnico especializado para a recomposição dessas áreas degradadas.

A recomposição vegetativa de uma área considerada degradada, independentemente do nível de degradação, visa obter a recuperação ou a restauração da vegetação nativa. A Lei n. 9.985 (Brasil, 2000) instituiu o Sistema Nacional de Unidade de Conservação e apresentou as definições sobre recuperação e restauração, transcritas abaixo:

Art. 2º Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por: XIII- recuperação: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original; XIV- restauração: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original [...].

A recomposição da vegetação pode ocorrer de forma natural ou por meio de plantio. A forma de recuperação a ser empregada está diretamente vinculada ao grau de degradação da APP, com os custos envolvidos para a recuperação e com a situação desejável definida por quem solicitou a recuperação, ou conforme determinado pela legislação vigente.

4.1 Regeneração natural

A regeneração natural ocorre com pouca intervenção humana, ou seja, não há plantio de mudas nem a introdução de sementes. A atuação humana está vinculada à construção de cerca e à manutenção do local, garantido o isolamento da área, aos desbastes ao redor dos indivíduos selecionados, para garantir que eles não tenham o desenvolvimento prejudicado por espécies (exóticas e/ou daninhas) indesejadas, ao aceiro como medida preventiva de combate ao fogo e à implantação de métodos que evitem a erosão (Rodrigues; Giuliatti; Pereira Júnior, 2020).

O sucesso da regeneração natural está vinculado ao grau de degradação da área, ao histórico de uso da área e à proximidade de áreas ou fragmentos de áreas bem conservados de vegetação nativa. Uma área altamente degradada ou explorada por muito tempo terá pouco sucesso de regeneração natural.

4.2 Regeneração com plantio de mudas florestais

A regeneração realizada por meio de plantio, também chamada por alguns autores como 'regeneração artificial', ocorre por meio da reintrodução de espécies nativas. Este tipo de regeneração é indicado nas situações em que o nível de degradação da área é muito elevado, sendo muito comum em áreas onde a terra foi explorada por longos períodos, eliminando todo tipo de vegetação nativa e, conseqüentemente, as possibilidades de rebrota, bem como do banco de sementes.

Toumey e Korstian (1967) *apud* Vilela (2006, p. 3) apresentam as principais vantagens da regeneração realizada por meio do plantio de mudas, sendo elas:

- a) facilita o desenvolvimento de planos mais simples para o manejo das florestas; b) não depende da produção de sementes no local a ser regenerado, uma vez que estas são inseridas artificialmente; c) a dominância não se expressa tão significativa quanto nos povoamentos iniciados por regeneração natural, pois há inserção de mudas e a necessidade de manutenção do local para a prosperidade das plantas.

Além das vantagens supracitadas, ainda é possível mencionar i) a diversidade de espécies que serão introduzidas, uma vez que há a seleção de espécies da flora local, e ii) o tempo de regeneração ser inferior ao tempo da regeneração natural.

Dependendo do objetivo almejado para a recomposição vegetal e do grau de degradação da área, o plantio de mudas pode ser utilizado com finalidades distintas, conforme segue:

a. Plantio de Mudas em Área Total

Conforme apresentado pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) (2021), por meio do Manual Técnico do Programa de Regularização Ambiental de Minas Gerais (PRA-MG), este método é indicado para as áreas com baixo potencial de regeneração natural. Neste caso, são inseridas mudas em toda a área a ser regenerada, atentando-se à implantação de uma diversidade de espécies, de modo a alcançar um ecossistema com autossustentação.

Usualmente, o plantio de mudas em área total utiliza 60% de espécies pioneiras, 30% de espécies secundárias e 10% de espécies clímax. Os

espaçamentos podem variar de 2,0 x 2,0 m a 3,0 x 3,0 m, dependendo dos recursos financeiros, do declive do terreno, dentre outros aspectos. A introdução de espécies distintas se faz necessária para garantir a sucessão natural do ecossistema.

As espécies pioneiras são dependentes de luz, apresentam crescimento rápido e, segundo Almeida (2016), são mais adaptadas para iniciarem a colonização da área, realizando modificações no microclima (temperatura e umidade) e no solo, que são as condições favoráveis para as espécies sucessionais. Já as espécies secundárias e clímax, também chamadas de não pioneiras, são menos tolerantes à insolação, mais exigentes quanto ao microclima e apresentam crescimento de moderado a lento.

O plantio em área total pode ser realizado utilizando um dos seguintes métodos:

- I. Plantio em linhas de pioneiras, intercaladas com linhas de não pioneiras;
 - II. Plantio de pioneiras e não pioneiras, intercaladas na mesma linha;
 - III. Adensamento de pioneiras, utilizando uma maior proporção de espécies pioneiras no plantio, visando ao rápido fechamento de copas e recobrimento da área. Neste caso, é comum a relação de 75% de pioneiras e 25% de não pioneiras. O plantio ocorre intercalando uma linha de pioneira com uma linha de pioneira e não pioneira.
- b. Plantio de Adensamento

O Plantio de adensamento visa introduzir uma maior concentração de espécies por área. Neste caso, o espaçamento comumente utilizado é de 1,0 X 1,0 m, o que proporciona um recobrimento mais rápido do solo. A grande desvantagem deste método é o custo elevado, haja vista que será necessária uma maior quantidade de mudas.

- c. Plantio de Enriquecimento

Conforme apresentado por Almeida (2016, p. 131), “[...] os modelos de enriquecimento são utilizados para aumentar a diversidade de fragmentos florestais, propiciando a retomada do processo de sucessão natural da área, que, na maioria das vezes, se encontra estagnada”. Tal processo pode se dar por meio do Plantio de Ilhas Vegetativas ou por meio do Plantio em Faixas.

- d. Semeadura direta de Espécies Nativas

De acordo com o PRA-MG do IEF (2021), este método é uma alternativa ao consagrado método de plantio de mudas, sendo muito utilizado em áreas de fácil mecanização. Este método requer um preparo adequado do solo e a preparação da muvuca, composta por sementes de diversas espécies de arbustos e árvores nativas.

4.3 Técnicas de Nucleação

As técnicas de nucleação são intervenções realizadas apenas em parte da área, com a instalação de núcleos de atração da biodiversidade, promovendo condições para a colonização por diferentes organismos animais e vegetais. Estes organismos contribuirão para ampliar o processo de regeneração natural.

É indicada quando a área degradada a ser recuperada é muito extensa ou dispõe de pouco recurso financeiro para sua recuperação. A proposta é que essas técnicas ocupem uma parte pequena da área a ser restaurada, não mais do que 5%.

De acordo com a literatura, como o PRA do IEF (2021), Almeida (2016) e Rodrigues, Giuliatti e Pereira Júnior (2020), as Técnicas de Nucleação mais comuns são:

i) Plantio de mudas em agrupamentos (ilhas vegetativas)

Também chamada de Núcleos de Anderson, trata-se do plantio de pequenos núcleos de mudas de árvores dos diferentes grupos funcionais (pioneiras, secundárias e clímax) em espaçamentos reduzidos.

ii) Instalação de poleiros naturais ou artificiais

Consiste em oferecer local de pouso ou abrigo para aves e morcegos. Com a presença desses animais, haverá a introdução de sementes por meio das fezes e regurgitação.

iii) Transposição de solos de áreas de vegetação nativa

É a retirada de pequenas camadas superficiais do solo (serapilheira mais os primeiros cinco centímetros de solo) de uma área com sucessão mais avançada. Com isso, há grandes probabilidades de recolonização da área, com microrganismos, sementes e propágulos de espécies vegetais pioneiras.

iv) Enleiramento de resíduos

Consiste no depósito de material oriundo da limpeza de terrenos que estão abandonados ou em pousio, bem como a introdução de galhos e troncos. Desse modo, além da possibilidade de rebrota, há ainda a presença de sementes e material orgânico. Não menos importante, o acúmulo desses materiais é atrativo para diversos animais, como roedores, cobras e avifauna, pois são locais para ninhos e alimentação.

5 MATERIAL E MÉTODOS

A área analisada encontra-se na zona rural do município de Patrocínio, cidade localizada na região do Alto Paranaíba, no estado de Minas Gerais, a uma altitude de 965 metros, com relevo que se classifica em 60% plano, 30% ondulado e 10% montanhoso (Patrocínio, 2017).

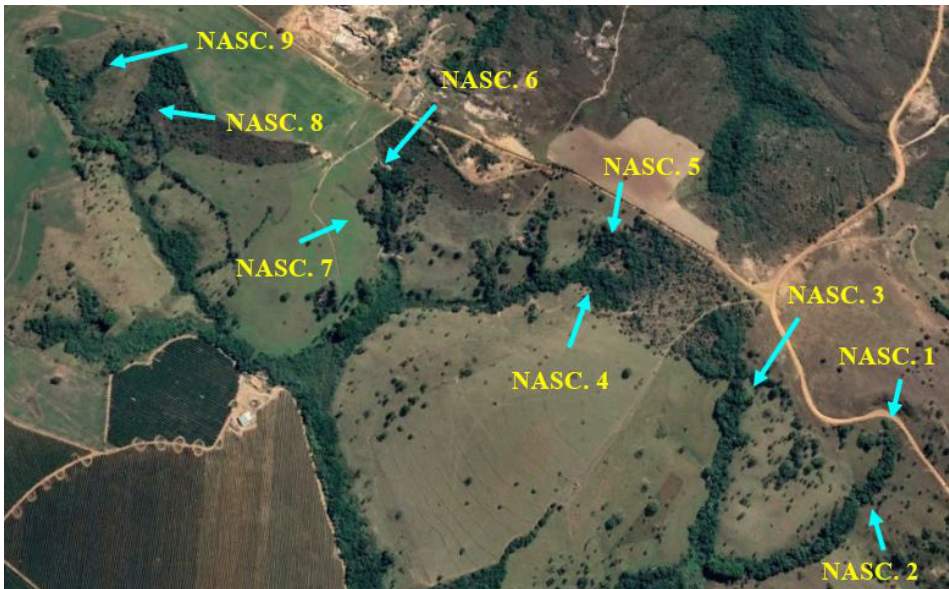
O local onde se encontram as nascentes é uma região caracterizada por um relevo suave e ondulado, podendo apresentar regiões pontuais com declive acentuado. Uma das nascentes (nascente 1) apresenta coordenadas 19°01'52" Sul e 47°17'26,4" Oeste.

Com relação ao solo da área em estudo, a Embrapa (2004) relata que os solos mais frequentes são Latossolos Amarelos, Vermelho-Amarelos e Vermelhos, de textura muito argilosa a argilosa, sob cerrado, floresta ou, excepcionalmente, cerradão.

O município de Patrocínio, segundo a classificação de Köppen, apresenta clima do tipo Aw, caracterizado por inverno seco e verão chuvoso, com temperatura anual média de 21,4° e média pluviométrica em torno de 1.400 mm/ano.

As nascentes analisadas compõem a cabeceira do córrego Dantas, que é afluente do rio Quebra Anzol, o qual compõe a bacia do rio Paranaíba. Ao todo, foram identificadas 11 nascentes, no entanto, por questões de dificuldades de acesso, foram analisadas apenas 9 delas. A Figura 2 apresenta a localização das nascentes analisadas.

Figura 2 – Imagem da área de estudo com a localização das nascentes



Fonte: Google Earth (adaptado pelo autor), 2023.

As nascentes analisadas neste trabalho, no que tange à sazonalidade, são nascentes do tipo perene. Esta afirmação é corroborada pelo próprio período em que foi realizado o levantamento de campo, ocorrido no mês de julho do ano de 2023, no período de estiagem na região de Minas Gerais.

Com relação ao tipo de exfiltração, das 9 nascentes ora estudadas, 4 têm uma característica pontual, enquanto as outras 5 nascentes são do tipo difusa. Das nascentes do tipo difusa, analisadas neste trabalho, somente uma tem formação de brejo (nascente 9), cuja área com acúmulo de água é pequena. As demais nascentes difusas apresentam terra encharcada, mas não há uma região alagadiça como normalmente são os brejos e as várzeas. Esta característica se deve à declividade do terreno, que acaba por provocar o escoamento contínuo dos pontos de afloramento de água, evitando o acúmulo em poços e, conseqüentemente, a manutenção de uma área alagadiça.

Para a avaliação macroscópica de proteção das nascentes, optou-se por adotar o Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN), proposto por Gomes, Melo e Vale (2005) e adaptado por Felipe (2009), que visa

estabelecer o estado de conservação de uma nascente. Esta metodologia sugere que sejam apresentados atributos macroscópicos a serem avaliados e que, a estes atributos, sejam atribuídos pesos conforme consta o estado de conservação da área averiguada.

A Tabela 1 apresenta os parâmetros macroscópicos que foram avaliados com as respectivas classificações do grau de impacto (ruim, médio ou bom) e o peso de cada classificação (notas 1, 2 ou 3, respectivamente). Já a Tabela 2 apresenta a classificação das nascentes conforme pontuação obtida. O valor máximo possível do índice é 33, representando a resposta “bom” para todos os parâmetros avaliados. Por outro lado, o mínimo possível, obtido para a resposta “ruim” em todos os parâmetros, é 11.

Tabela 1 – Parâmetros macroscópicos avaliados

Parâmetro macroscópico	Ruim (1)	Médio (2)	Bom (3)
Cor da água	Escura	Clara	Transparente
Odor da água	Forte	Com odor	Não há
Lixo ao redor da nascente	Muito	Pouco	Não há
Óleos	Muito	Pouco	Não há
Vegetação	Degradada ou ausente	Alterada	Bom estado
Uso por animais	Constante	Esporádico	Não há
Assoreamento	Muito	Pouco	Natural
Proteção do local	Ausente	Ineficiente	Eficiente
Proximidade de vias	A menos de 50m	Entre 50 e 100m	A mais de 100m

Fonte: adaptado de Gomes (2005).

Tabela 2 – Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos

Classe	Grau de proteção	Pontuação
A	Ótimo	25 – 27
B	Bom	22 – 24
C	Razoável	19 – 21

Classe	Grau de proteção	Pontuação
D	Ruim	16 – 18
E	Péssimo	Abaixo de 15

Fonte: adaptado de Gomes (2005).

Durante o trabalho de campo para realização da análise macroscópica, também foram levantadas as espécies da fauna e flora local, tendo em vista que conhecer as espécies animais e vegetais é de grande relevância para promover a devida recuperação das áreas.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Avaliação das nascentes

Das 9 nascentes analisadas neste trabalho, 4 são do tipo pontual perene, variando apenas a vazão nos períodos de chuva e de estiagem. As outras 5 nascentes são do tipo difusa, variando tanto a vazão dos afloramentos quanto os pontos de afloramentos no período de chuva e de estiagem. Todas as nascentes analisadas encontram-se em locais cuja exploração econômica é a criação de bovinos.

A Tabela 3 apresenta os pesos atribuídos a cada parâmetro da avaliação macroscópica de cada nascente, indicando a pontuação total e a respectiva Classe de Conservação.

Tabela 3 – Índice de Impacto Ambiental das Nascentes e suas respectivas classes

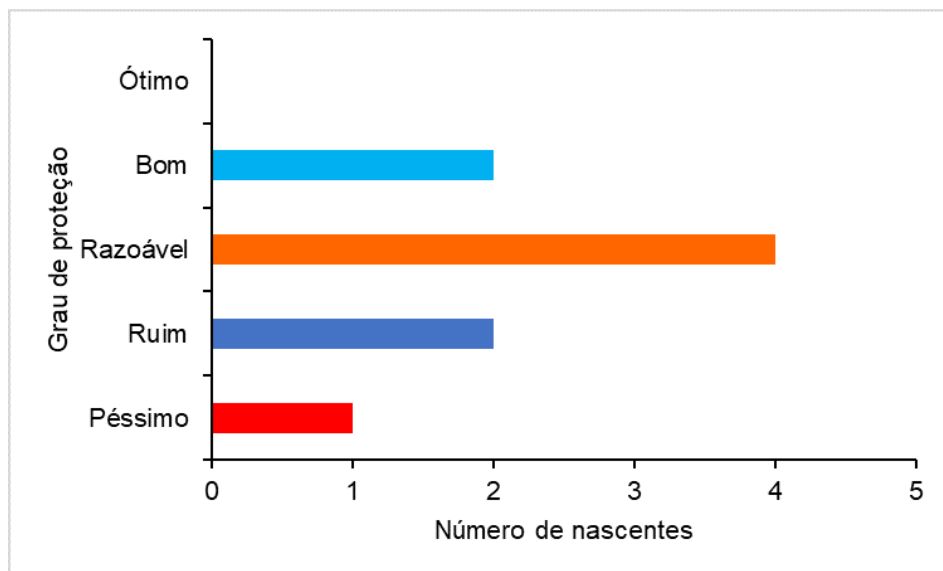
Nascente	Cor da água	Odor da água	Lixo ao redor	Óleos	Vegetação	Uso por animais	Assoreamento	Proteção do local	Proximidade de vias	Pontuação	Classe de Conservação
NASC. 1	2	3	2	2	1	1	1	1	1	14	E
NASC. 2	3	3	3	3	2	3	2	2	3	24	B

Nascente	Cor da água	Odor da água	Lixo ao redor	Óleos	Vegetação	Uso por animais	Assoreamento	Proteção do local	Proximidade de vias	Pontuação	Classe de Conservação
NASC. 3	3	3	2	3	2	3	2	2	3	23	B
NASC. 4	2	3	3	3	2	1	2	1	3	20	C
NASC. 5	2	3	3	3	1	1	2	1	2	18	D
NASC. 6	3	3	3	3	2	2	2	1	2	21	C
NASC. 7	3	3	3	3	1	1	1	1	2	18	D
NASC. 8	2	3	3	3	2	1	2	1	3	20	C
NASC. 9	2	3	3	3	2	1	2	1	3	20	C

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

Os resultados da Tabela 3 demonstram que grande parte das nascentes avaliadas apresentam condições de preservação razoável, no entanto, também há nascentes classificadas nas condições bom e péssimo. A Figura 3 demonstra o resultado consolidado da classificação das nascentes avaliadas conforme IIAN, e se evidencia que a maior parte das nascentes se encontram com grau de proteção razoável.

Figura 3 – Resultado consolidado da classificação das nascentes avaliadas conforme IIAN



Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

Os resultados da Tabela 3 e da Figura 3 demonstram que 44% das nascentes avaliadas têm condições de preservação razoável, no entanto, também há nascentes classificadas nas condições boa (22%), ruim (22%) e péssima (11%). Desse modo, observa-se que 100% das nascentes avaliadas apresentam algum impacto na APP, sendo que 77% já apresentam um determinado nível de degradação.

Este estudo também revelou que nenhuma das nascentes apresenta a APP dentro das especificações definidas pelo Código Florestal por meio da Lei n. 12.651 de 2012. A Tabela 3 ainda demonstra que os atributos com pior condição estão relacionados à vegetação, ao assoreamento, à proteção da APP e, principalmente, à presença frequente e intensa de bovinos.

A nascente 1, que foi classificada como péssima, apresenta dois fatores agravantes, sendo a proximidade com uma importante via de acesso não pavimentada, a qual gera imenso assoreamento, e a presença de animais (bovinos) na região da nascente, promovendo a compactação do solo e a degradação da vegetação.

As nascentes 2 e 3, classificadas como boas, segundo IIAN, são as únicas que apresentam proteção do local (cerca), restringindo o acesso de animais ao local. Destaca-se que a área cercada é restrita à região de afloramento, sendo bem inferior aos valores definidos em legislação para a APP.

As nascentes 4, 6, 8 e 9, classificadas como razoável, segundo IIAN, estão passando por um processo de degradação contínuo devido ao acesso frequente de animais na região dos afloramentos, o que provavelmente as rebaixará para uma classificação inferior à atualmente observada.

Marciano, Silva e Silva (2016) realizaram um diagnóstico das nascentes da bacia hidrográfica do córrego do Vargedo, no município de Santa Rita do Sapucaí, MG, por meio do qual foi constatado que 65,4% das nascentes tinham preservação impactada, 34,6% com preservação alterada e nenhuma das Áreas de Preservação Permanente (APPs) atendia à legislação ambiental.

Garcia *et al.* (2018) elaboraram um estudo sobre a degradação ambiental e qualidade da água em nascentes de rios urbanos, no Ribeirão das Pedras, do município de Campinas, São Paulo, sendo que o resultado do impacto ambiental indicou que 38% das nascentes apresentaram alto ou preocupante nível de impacto e 31% apresentaram impacto moderado. Sendo assim, 69% das nascentes estavam consideravelmente impactadas.

Desse modo, observa-se que, apesar de serem metodologias distintas e adotadas em diferentes regiões, os resultados são similares, indicando que esta metodologia de Análise Macroscópica é válida e que as nascentes avaliadas estão em condições de preservação abaixo do que rege a legislação.

6.2 Propostas de Recuperação das APPs

Foi constatado que nenhuma das nascentes tem a área (m²) da APP cercada, conforme determina a legislação. Com efeito, foi observado que em todas as nascentes há a presença constante de bovinos dentro da APP. Também foi observado que algumas nascentes apresentam um processo de assoreamento variando de leve a intenso. Quanto à vegetação, constatou-se que a maioria das nascentes tem vegetação apenas no trecho do fluxo de água.

Antes de implementar qualquer técnica de recuperação, deve-se realizar o cercamento da área da APP, garantindo o isolamento da região

dos animais domésticos. Também é necessária a implantação do sistema de terraceamento e a construção de bacias de contenção, reduzindo os efeitos da erosão e do assoreamento.

O Quadro 1 apresenta a técnica de recuperação da APP conforme as características observadas no levantamento de campo e diante do impacto verificado.

As espécies selecionadas devem ser da composição florística da região, sendo necessário selecionar espécies adequadas para os terrenos, em especial os terrenos drenados e encharcados.

Conforme mencionado por Honda e Durigan (2017), o plantio de espécies comuns da região contribui para a proteção da nascente, especialmente em terrenos de maior escoamento superficial e, portanto, sujeitos a maiores riscos de erosão e assoreamento. No entanto, o plantio de espécies distintas da região pode influenciar negativamente a produção de água, principalmente espécies com alto índice de área foliar e sistema radicular profundo em substituição de espécies de pequeno porte, com baixa superfície foliar e sistema radicular superficial, comuns em campos úmidos e veredas.

A preparação do solo e a manutenção da área são pontos importantes para o sucesso da recuperação vegetal da área. Logo, faz-se necessário o apoio técnico especializado para auxiliar no processo de recuperação vegetal.

Quadro 1 – Técnica de recuperação proposta para cada nascente

Nascente	Técnica de recuperação	Justificativa
1	Plantio em módulos, empregando o plantio em ilhas vegetativas na região de terreno encharcado e o plantio em linha com várias espécies, com alternância das espécies pioneiras e não pioneiras entre linhas e dentro das linhas.	A APP tem um alto grau de degradação, apresentando apenas 5,6% de área com vegetação e com baixo nível de diversidade.
2, 3 e 4	Plantio de ilhas vegetativas.	As características dos locais sem cobertura vegetal permitem a adoção desta técnica, que visa inserir mudas de espécies com poucos ou nenhum exemplar encontrado na área, aumentando a diversidade.

Nascente	Técnica de recuperação	Justificativa
5	Plantio em módulos por meio de ilhas vegetativas e plantio em linha com várias espécies, com alternância das espécies pioneiras e não pioneiras entre linhas e dentro das linhas.	O plantio em ilhas será destinado às regiões com pouca cobertura vegetal, enquanto o plantio em linha será destinado à região mais alta e que é explorada com pastagem há vários anos.
6 e 7	Plantio em linha com várias espécies, com alternância das espécies pioneiras e não pioneiras entre linhas e dentro das linhas.	A APP dessas nascentes tem mais de 50% da área com exploração de pastagem por vários anos, sendo necessário o plantio de mudas, inclusive para aumentar a diversidade de espécies.
8 e 9	Regeneração natural, podendo conciliar a técnica de nucleação com plantio de ilhas vegetativas.	Essas nascentes se encontram dentro da área de Reserva Legal da propriedade, onde já está ocorrendo a regeneração natural. A sugestão de adotar o plantio de ilhas é acelerar o processo de regeneração e aumentar a diversidade de espécies.

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

Conforme evidenciado por Bechara (2006), a técnica de nucleação por meio do plantio de ilhas vegetativas se mostrou mais promissora que o plantio em linhas, pois:

- i. requer uma menor quantidade de mudas, reduzindo os custos dessas aquisições;
- ii. o efeito da mortalidade das mudas é reduzido, apresentando uma eficiência ecológica maior devido à criação de microclimas;
- iii. a necessidade de manutenção com capina e coroamento é inferior;
- iv. a área entre as ilhas vegetativas, consideradas como “suja”, favorecem a regeneração natural, principalmente quando são empregadas outras técnicas de nucleação, como instalação de poleiros artificiais e transposição de solo.

Dalpizzol *et al.* (2021) também observaram que a nucleação por plantio de ilhas vegetativas apresenta mortalidade de mudas reduzido, assim como

a necessidade de manutenção com capina e coroamento também ser menor. No entanto, o sucesso deste processo depende de um combate rigoroso de formigas, e da consideração a respeito de fatores climáticos como estiagem prolongada e geada, que também impactam negativamente os processos relacionados ao plantio de mudas.

7 CONCLUSÃO

Diante da análise macroscópica e dos resultados apresentados, foi comprovado que nenhuma das nascentes apresenta preservação ambiental que atenda às normas da Lei n. 12.651 de 2012.

A análise dos parâmetros evidenciou que a presença de bovinos na área da nascente, a qual deveria ser preservada e sem acesso, é um fator que desencadeia o desequilíbrio e a degradação desses ambientes, uma vez que o pisoteio destes animais provoca a compactação do solo, inibe o desenvolvimento da vegetação e favorece o assoreamento e a erosão.

De acordo com as condições ambientais verificadas durante o levantamento de campo, é possível afirmar que, caso a APP das nascentes não contenha o isolamento e cercamento, a presença constante de bovinos provocará aumento na degradação, afetando a pontuação da nascente e, conseqüentemente, atribuindo uma piora na sua classificação.

Observou-se que a APP de algumas nascentes requer a recomposição vegetal por meio de plantio de mudas (nascentes 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7) seja pela técnica de plantio em área total, seja por meio de ilhas vegetativas, uma vez que a área a ser recuperada é significativa, e a região de mata é pequena e com pouca diversidade. Por outro lado, há áreas que têm condições ideais para a regeneração natural (nascentes 8 e 9), bastando apenas realizar a restrição de acesso do rebanho à APP.

A nascente 1 é a que tem a pior condição de preservação, fato é que foi classificada como péssima. Diante do observado nesta nascente, pode-se dizer que ela está prestes a atingir um grau de devastação tão alto que poderá afetar a continuidade de afloramento de água.

Devido à simplicidade de uso e por apresentar resultados condizentes, esta metodologia de Análise Macroscópica e classificação conforme o IIAN

deve ser divulgada em ações ambientais, para que os próprios produtores rurais venham a realizar a análise e classificação das nascentes por eles conhecidas e promover as melhorias necessárias para a recuperação das APPs.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. S. *Recuperação ambiental da Mata Atlântica*. 3 ed. rev. Ilhéus: Editus, 2016. E-book. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/8xvf4>. Acesso em: 27 abr. 2024.

BECHARA, F. C. *Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga*. 2006. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006. DOI:10.11606/T.11.2006.tde-22082006-145733

BRASIL. *Lei n. 12.651*, de 25 de maio de 2012. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF: Presidência da República, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 16 set. 2023.

BRASIL. *Lei n. 9.985*, de 8 de janeiro de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 19 jan. 2024.

CARMO, L. G.; FELIPPE, M. F.; MAGALHAES, 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. 275-93, maio/ago. 2014.

DALPIZZOL, J.; VICENTE, D. L. S.; DEMÉTRIO, L.; GOULART, M. M.; AQUINO, M. G. C.; FOCKINK, G.; KANIESKI, M. R. Avaliação de técnicas nucleadoras em uma Área de Preservação Permanente no Planalto Serrano. *Biodiversidade*, Cuiabá, v. 20, n. 2, 2021.

EMBRAPA. Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos da Região do Alto Paranaíba, Minas Gerais. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, Rio de Janeiro, n. 44, 2004.

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

GARCIA, J. M.; MANTOVANI, P.; GOMES, R. C.; LONGO, R. M.; DEMANBORO, A. C.; BETTINE, S. C. Degradação ambiental e qualidade da água em nascentes de rios urbanos. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 228-54, jan. 2018.

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v. 17, n. 32, p. 103-20, jun. 2005.

HONDA, E. A.; DURIGAN, G. A restauração de ecossistemas e a produção de água. *Hoehnea*, São Paulo, v. 44, n. 3, jul./set. 2017.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS [IEF]. *Manual Técnico do Programa de Regularização Ambiental de Minas Gerais – PRA-MG*. Belo Horizonte: IEF, 2021. Disponível em: http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2021/REGULARIZACAO_IMOVEIS_RURAI/Manual_PRA.pdf_Interativo.pdf. Acesso em: 21 jan. 2024.

MARCIANO, A. G.; SILVA, L. F.; SILVA, A. P. M. Diagnóstico das nascentes da bacia hidrográfica do córrego do Vargedo. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 330-46, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/48128>. Acesso em: 12 maio 2024.

MINAS GERAIS. *Lei Florestal de Minas Gerais*: Lei n. 20.922, de 16 de outubro de 2013: dispõe sobre as políticas de florestal e de proteção à biodiversidade: orientações aos produtores rurais. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2013.

PATROCÍNIO. Informações sobre o município. *Patrocínio*, Patrocínio, 2017. Disponível em: <https://www.portal.patrocínio.mg.gov.br/pm/index.php/municipio/informacoes-sobre-o-municipio>. Acesso em: 22 jan. 2024.

RODRIGUES, A. B. M.; GIULIATTI, N. M.; PEREIRA JÚNIOR, A. Aplicação de metodologias para recuperação de áreas degradadas nos biomas brasileiros. *Revista Brasileira de Ciência Aplicada*, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 333-69, jan./fev. 2020. DOI: <https://doi.org/10.34115/basrv4n1-021>

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE, DEPARTAMENTO DE PROTEÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Preservação e recuperação das nascentes de água e vida.

[Cadernos da Mata Ciliar, n. 1]. São Paulo: SMA, 2009. Disponível em: https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/Cadernos_Mata_Ciliar_1_Preservacao_Nascentes.pdf. Acesso em: 15 jan. 2024.

SOUZA, K. I. S.; CHAFFE, P. L. B.; PINTO, C. R. S.; NOGUEIRA, T. M. P. Proteção ambiental de nascentes e afloramentos de água subterrânea no Brasil: histórico e lacunas técnicas atuais. *Águas Subterrâneas*, São Paulo, v. 33, n.1, p. 76-86, 2019. DOI: <https://doi.org/10.14295/ras.v33i1.29254>

VILELA, D. F. Estratégias para a recuperação da vegetação no entorno de nascentes. 2006. 71p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, 2006. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/2733/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O_Estrat%c3%a9gias%20para%20a%20recupera%c3%a7%c3%a3o%20da%20vegeta%c3%a7%c3%a3o%20no%20entorno%20de%20nascentes.pdf. Acesso em: 19 jan. 2024.

