

**UNIVERSIDADE BRASIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
CAMPUS DE FERNANDÓPOLIS – SP**

**RICARDO DE MOURA ARAÚJO**

**AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES EM ÁREA  
RURAL NO MUNICÍPIO DE PATROCÍNIO – MG**

**EVALUATION OF THE CONSERVATION STATUS OF SPRINGS IN RURAL  
AREAS IN THE MUNICIPALITY OF PATROCÍNIO – MG**

Fernandópolis - SP

2024

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**RICARDO DE MOURA ARAÚJO**

**AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES NA  
ÁREA RURAL DO MUNICÍPIO DE PATROCÍNIO - MG**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Prof. Dr. Roberto Andreani Junior  
**Orientador**

Fernandópolis – SP

2024

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Brasil,  
com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).

Araújo, Ricardo de Moura.

A691a Avaliação do estado de conservação de nascentes em área rural no município de Patrocínio–MG. / Ricardo de Moura Araújo.

Fernandópolis: Universidade Brasil, 2024.

129f.: il.; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Andreani Junior.

1. Nascente. 2. Avaliação ambiental. 3. Avaliação macroscópica.  
4. Legislação ambiental. 5. Recuperação ambiental.

I.Título.

CDD 333.9162



**UNIVERSIDADE  
BRASIL**

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**RICARDO DE MOURA ARAÚJO**

**“AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES NA ÁREA RURAL  
DO MUNICÍPIO DE PATROCÍNIO-MG”**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:

Dr. Roberto Andreani Junior  
(orientador)

Dr. Luiz Sérgio Vanzela  
(membro interno)

Dr. Marcio Teixeira Oliveira  
(membro externo)

Chananda Marchini Herreiro  
Secretária do Mestrado em Ciências Ambientais

Fernandópolis-SP, 26 de junho de 2024.



**UNIVERSIDADE  
BRASIL**

### Termo de Autorização

**Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do  
Respectivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES**

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

**Título do Trabalho: "AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES NA ÁREA RURAL DO MUNICÍPIO DE PATROCÍNIO-MG"**

Autor(es):

Discente: Ricardo de Moura Araújo

Assinatura: Ricardo de Moura Araújo

Orientador: Prof. Dr. Roberto Andreani Júnior

Assinatura: RAJ

Data: 25/06/2024

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha filha Maria Laura, a qual têm sido a inspiração de me tornar uma pessoa cada vez melhor.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pela vida, saúde, cuidado, capacidade e por ser meu guia em todos os caminhos já trilhados e que ainda ei de trilhar.

Aos meus pais Aparecida e Gaspar, pelo carinho, atenção e pela contribuição que deram, em especial, no trabalho de campo realizado para a elaboração deste material.

À minha esposa Andreia, pelo incentivo ao estudo e pelo apoio durante todo o curso, apresentando sugestões, correções e uma visão construtiva desde os trabalhos das disciplinas cursadas, até a elaboração desta dissertação.

À minha irmã Vanessa, que sempre foi incentivadora do meu crescimento.

Aos meus colegas de classe, pelo apoio nos trabalhos e discussões, pela troca de experiência, além de terem sido essenciais para tornar as longas horas de aula em um ambiente muito agradável.

Ao meu orientador Professor Dr. Roberto Andreani Junior, pela sua experiência, competência, dedicação e todo apoio ofertado.

## 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. Ter ciência das condições dessas nascentes são fatores que vêm a contribuir para o planejamento e a excelência na gestão dos recursos financeiros destinados às bacias hidrográficas. Embora existam leis que estabelecem os critérios mínimos de proteção, sabe-se que grande parte da população não as cumpre, o que leva à degradação das áreas que deveriam ser protegidas. O presente trabalho visa realizar uma 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 se fizerem necessário. Observou-se que nenhuma das nascentes possui 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 evaluation of the conservation status of existing springs in river basins are of fundamental importance to promote adequate protection of this precious asset, water. Being aware of the conditions of these springs are factors that contribute to planning and excellence in the management of financial resources allocated to river basins. Although there are laws that establish minimum protection criteria, it is known that a large part of the population does not comply with them, which leads to the manipulation of areas that should be protected. The present work aims to carry out a macroscopic evaluation of nine springs in the rural area of the municipality of Patrocínio, MG, 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, and the absence of vegetation and the presence of domestic animals are the most common anthropic factors that generate great impact.

**Keywords:** Source, environmental evaluation; macroscopic evaluation; environmental legislation; environmental recovery.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Nascente de Encosta ou Pontual.....	22
Figura 2 - Exemplo de nascente pontual.....	22
Figura 3 - Nascente Difusa.....	23
Figura 4 - Área de Vereda, exemplo de nascente difusa.....	23
Figura 5 - Caso de nascente difusa observado no levantamento de campo.....	24
Figura 6 - Caso de nascente pontual observado no levantamento de campo.....	24
Figura 7 - Ilustração da APP de uma nascente conforme Lei 12.651 de 2012 .....	26
Figura 8 - Legenda de imagens das figuras 9, 10 e 11.....	36
Figura 9 - Linhas de pioneiras e não pioneiras.....	36
Figura 10 - Pioneiras e não pioneiras na mesma linha .....	36
Figura 11 - Adensamento de pioneiras.....	37
Figura 12 - Modelo de Agrupamento com Ilhas Vegetativas.....	40
Figura 13 - Exemplo de poleiro artificial .....	41
Figura 14 - Localização de Patrocínio .....	44
Figura 15 - Localização da área de estudo das nascentes .....	45
Figura 16 - Representação de relevo da área das nascentes .....	45
Figura 17 - Classificação do solo na região das nascentes segundo IDE Sisema ....	46
Figura 18 - Mapa de uso e ocupação do solo segundo IDE Sisema.....	47
Figura 19 - Distribuição de chuvas no município de Patrocínio - MG no ano de 2022 .....	48
Figura 20 - Classificação da vegetação conforme Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil do IBGE.....	49
Figura 21 - Classificação da vegetação conforme sistema IDE - Sisema.....	50
Figura 22 - Mapa cartográfico da região das nascentes.....	51
Figura 23 - Imagem da área de estudo com a localização das nascentes.....	52
Figura 24 - Nascente 1 .....	56
Figura 25 - Direcionamento da água pluvial para a região dos afloramentos de água .....	58
Figura 26 - Ausência de vegetação, assoreamento e intenso pisoteio do gado.....	58
Figura 27 - Região dos afloramentos com vegetação degradada, assoreamento e pisoteio do gado.....	59
Figura 28 - Região de mata contendo vegetação alterada pelo pisoteio do rebanho e	

intenso assoreamento .....	59
Figura 29 - Forte alteração da área com mata devido à presença constante do rebanho .....	59
Figura 30 – Proposta de desvio da estrada.....	61
Figura 31 - Delimitação da APP da nascente 1 .....	62
Figura 32 - Definições das áreas a serem recuperadas .....	63
Figura 33 - Proposta de recuperação da área encharcada .....	65
Figura 34 - Apresentação da área com declive acentuado da nascente 1 .....	68
Figura 35 - Área da nascente 2 .....	70
Figura 36 - Área da APP cercada com processo de regeneração natural .....	72
Figura 37 - Área da APP com vegetação protegida pelo cercamento da área.....	72
Figura 38 - Área da APP cercada com acesso e com restrição de animais.....	73
Figura 39 - Área da APP com acesso de animais.....	73
Figura 40 - Identificação das áreas que receberão as mudas.....	74
Figura 41 - Área da nascente 3 .....	76
Figura 42 - Área da APP com pastagem e bem roçada .....	77
Figura 43 - Área de mata cercada - Vista 1.....	78
Figura 44 - Área de mata cercada - Vista 2.....	78
Figura 45 - Ponto de afloramento de água da nascente 3 .....	78
Figura 46 - Vista da vegetação e do ponto de erosão.....	79
Figura 47 - Plantio de Ilhas Vegetativas.....	80
Figura 48 - Área da nascente 4 .....	82
Figura 49 - Vista dos pontos de exfiltração da nascente 4 .....	83
Figura 50 - Pisoteio dos animais sobre a região dos afloramentos .....	83
Figura 51 - Perturbação da vegetação devido à presença de bovinos.....	84
Figura 52 - Alteração da cor da água devido ao pisoteio e assoreamento.....	84
Figura 53 - Identificação das áreas sem cobertura vegetal .....	85
Figura 54 - Proposta de Plantio de Mudanças em Ilhas Vegetativas .....	86
Figura 55 - Área da nascente 5.....	87
Figura 56 - Ponto de afloramento da nascente e cerca de divisa das propriedades ..	89
Figura 57 - Região de mata da nascente .....	89
Figura 58 - Alteração da vegetação da APP devido ao pisoteio de bovinos .....	89
Figura 59 - Faixa de mata ciliar da APP da nascente 5 .....	90
Figura 60 - Proposta de Plantio de Mudanças em Ilhas Vegetativas e para o Plantio em	

Linha .....	92
Figura 61 - Área da nascente 6 .....	93
Figura 62 - Localização da nascente 6 e característica vegetativa atual da APP .....	94
Figura 63 - Característica vegetativa atual da APP .....	95
Figura 64 - Característica vegetativa da região de mata da APP - Vista I.....	95
Figura 65 - Característica vegetativa da região de mata da APP – Vista II.....	95
Figura 66 - Vista parcial da depressão onde se encontra a nascente 6 .....	96
Figura 67 - Ponto de afloramento de água .....	96
Figura 68 - Área para Plantio de Mudanças em Linha .....	97
Figura 69 - Área da nascente 7 .....	98
Figura 70 - Localização da nascente 7 e característica vegetativa atual da APP ...	100
Figura 71 - Localização do afloramento de água da nascente 7 .....	100
Figura 72 - Condições de degradação da vegetação ao redor da nascente 7 .....	101
Figura 73 – Localização da estrada, característica do terreno e ausência de vegetação na APP .....	101
Figura 74 - Área para Plantio de Mudanças em Linha .....	102
Figura 75 - Área da nascente 8 .....	104
Figura 76 - Pisoteio de animais sobre os afloramentos de água – Vista I.....	105
Figura 77 - Pisoteio de animais sobre os afloramentos de água – Vista II.....	106
Figura 78 - Pisoteio de animais sobre os afloramentos de água – vista III .....	106
Figura 79 - Pisoteio de animais sobre o fluxo de água e sobre a vegetação .....	106
Figura 80 - Limite de propriedades confrontando a área com e sem a presença de animais.....	107
Figura 81 - Região da APP localizada na propriedade F .....	107
Figura 82 - Região da APP localizada na propriedade G com Regeneração Natural em fase inicial.....	107
Figura 83 - Regeneração Natural em desenvolvimento na nascente 8.....	109
Figura 84 - Localização da nascente 9.....	110
Figura 85 - Delimitação da APP da nascente 9 .....	111
Figura 86 - Vista do local onde ocorrem os afloramentos da nascente 9 .....	112
Figura 87 - Ponto de afloramento com vegetação alterada pelo pisoteio de bovinos – Vista I .....	113
Figura 88 - Ponto de afloramento com vegetação alterada pela pisoteio de bovinos – Vista II .....	113

Figura 89 - Regeneração Natural em desenvolvimento na nascente 9.....	113
Figura 90 - Sugestão das Linhas para Plantio de Enriquecimento.....	115
Figura 91 - Panorama da classificação das nascentes .....	116
Figura 92 - Distribuição das nascentes com as classificações.....	117

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Indicações de espaçamento entre mudas.....	37
Tabela 2 - Balanço hídrico do município de Patrocínio - MG .....	48
Tabela 3 - Coordenadas Geográficas das nascentes .....	52
Tabela 4 – Índice de Impacto Ambiental .....	54
Tabela 5 - Classificação das nascentes quanto ao grau de proteção .....	54
Tabela 6 - Resultado da Análise Macroscópica da nascente 1 .....	57
Tabela 7 - Espécies Vegetais selecionadas para cada Ilha Vegetativa. ....	66
Tabela 8 - Siglas utilizadas na Tabela 7.....	66
Tabela 9 - Resultado da Análise Macroscópica da nascente 2.....	71
Tabela 10 - Resultado da Análise Macroscópica da nascente 3.....	77
Tabela 11 - Resultado da Análise Macroscópica da nascente 4.....	83
Tabela 12 - Resultado da Análise Macroscópica da nascente 5.....	88
Tabela 13 - Resultado da Análise Macroscópica da nascente 6.....	94
Tabela 14 - Resultado da Análise Macroscópica da nascente 7 .....	99
Tabela 15 - Resultado da Análise Macroscópica da nascente 8.....	105
Tabela 16 - Resultado da Análise Macroscópica da nascente 9.....	112
Tabela 17 - Índice de Impacto Ambiental das Nascentes e suas respectivas classes .....	116

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ADI	Ação Direta de Inconstitucionalidade
APP	Área de Preservação Permanente
ARM	Armazenamento
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DEF	Déficit Hídrico
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ET <sub>o</sub>	Evapotranspiração de Referência
ET <sub>r</sub>	Evapotranspiração Real
EXC	Excedente Hídrico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE	Infraestrutura de Dados Espaciais
IEF	Instituto Estadual de Florestas
IIAN	Índice de Impacto Ambiental de Nascentes
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
LVd	Latosolo Vermelhos Distróficos
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ONU	Organização das Nações Unidas
P	Precipitação
PRA	Programa de Regularização Ambiental
PRA-MG	Programa de Regularização Ambiental de Minas Gerais
PVAd	Argiloso Vermelho-Amarelo Distróficos
RL	Reserva Legal
Sisema	Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
STF	Supremo Tribunal Federal
T	Temperatura

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>20</b>
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>21</b>
3.1 TIPOS DE NASCENTES.....	21
3.2 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL .....	25
3.3 FORMAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS VEGETAIS .....	30
<b>3.3.1 Regeneração natural</b> .....	<b>31</b>
<b>3.3.2 Regeneração com plantio de mudas florestais</b> .....	<b>33</b>
<b>3.3.3 Plantio de mudas em área total</b> .....	<b>34</b>
<b>3.3.4 Plantio de adensamento</b> .....	<b>38</b>
<b>3.3.5 Plantio de enriquecimento</b> .....	<b>38</b>
<b>3.3.6 Semeadura direta de espécies nativas</b> .....	<b>39</b>
<b>3.3.7 Técnicas de nucleação</b> .....	<b>39</b>
3.4 PREPARAÇÃO DO SOLO PARA PLANTIO .....	42
3.5 MANUTENÇÃO DA APP A SER IMPLANTADA .....	43
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>44</b>
4.1 O MUNICÍPIO DE PATROCÍNIO-MG .....	44
4.2 RELEVO E SOLO DA REGIÃO .....	45
4.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO .....	46
4.4 CLIMA DA REGIÃO .....	47
4.5 VEGETAÇÃO LOCAL .....	49
4.6 LOCALIZAÇÃO DAS NASCENTES .....	50
4.7 METODOLOGIA ADOTADA .....	52
4.8 DELIMITAÇÃO DA APP .....	54
4.9 LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES DA FAUNA E FLORA .....	55

<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>56</b>
5.1 NASCENTE 1 (NAS. 1) .....	56
<b>5.1.1 Proposta de desvio da estrada .....</b>	<b>60</b>
<b>5.1.2 Delimitação da APP da nascente 1 .....</b>	<b>61</b>
<b>5.1.3 Proposta de recuperação vegetal .....</b>	<b>62</b>
<b>5.1.4 Proposta de recuperação vegetal na região de terra encharcada .....</b>	<b>64</b>
<b>5.1.5 Proposta de recuperação vegetal na região de terra drenada .....</b>	<b>67</b>
<b>5.1.6 Proposta de recuperação vegetal na região com mata ciliar .....</b>	<b>69</b>
5.2 NASCENTE 2 (NAS. 2) .....	70
<b>5.2.1 Proposta de recuperação da nascente 2 .....</b>	<b>73</b>
5.3 NASCENTE 3 (NAS. 3) .....	75
<b>5.3.1 Proposta de recuperação da nascente 3 .....</b>	<b>79</b>
5.4 NASCENTE 4 (NAS. 4) .....	81
<b>5.4.1 Proposta de recuperação da nascente 4 .....</b>	<b>84</b>
5.5 NASCENTE 5 (NAS. 5) .....	87
<b>5.5.1 Proposta de recuperação da nascente 5 .....</b>	<b>90</b>
5.6 NASCENTE 6 (NAS. 6) .....	92
<b>5.6.1 Proposta de recuperação da nascente 6 .....</b>	<b>97</b>
5.7 NASCENTE 7 (NAS. 7) .....	98
<b>5.7.1 Proposta de recuperação da nascente 7 .....</b>	<b>102</b>
5.8 NASCENTE 8 (NAS. 8) .....	103
<b>5.8.1 Proposta de recuperação da nascente 8 .....</b>	<b>108</b>
5.9 NASCENTE 9 (NAS. 9) .....	109
<b>5.9.1 Proposta de recuperação da nascente 9 .....</b>	<b>114</b>
5.10 RESULTADO CONSOLIDADO DAS ANÁLISES .....	115
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>119</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>121</b>

## 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 animais.

A Declaração Universal dos Direitos da Água, redigida pela Organização das Nações Unidas – ONU (1992), relata que o futuro da humanidade depende da preservação da água e dos seus ciclos, uma vez que é um elemento indispensável à manutenção e sobrevivência da vida na Terra, seja animal, vegetal ou humana. Ainda segundo a ONU, a água é um patrimônio natural disponível no ambiente, que exerce influência na atmosfera, no clima, na vegetação, na cultura e na agricultura.

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

Apesar de nosso planeta ter cerca de 75% da superfície coberta por água, apenas uma pequena parcela desta é própria para utilização para dessedentação, na indústria e na agricultura, como descrito a seguir:

Enquanto 97% da água da Terra é salgada e está nos oceanos e nos mares; dos 3% restantes 2,2% estão na forma de gelo, nos polos Norte e Sul; 0,6% dela está embaixo da camada superficial do solo; 0,1% está na atmosfera; e somente 0,1% dela está disponível nos rios e lagos do planeta. (EMBRAPA, 2023).

A água disponível nos rios e lagos são oriundas de diversas nascentes, cujos fluxos superficiais convergem para aqueles. Portanto, a preservação das nascentes é também, a preservação dos rios e lagos, os quais são responsáveis pelo abastecimento e utilização humana nos diversos segmentos.

“Uma nascente pode ser considerada como um sistema ambiental em que o afloramento da água subterrânea ocorre naturalmente de modo temporário ou perene, integrando à rede de drenagem superficial”. (Felippe, 2009, p. 99)

Já Calheiros et al. (2009, p. 4), definem que nascente é:

(...) o afloramento do lençol freático, que vai dar origem a uma fonte de água de acúmulo (represa), ou cursos d'água (regatos, ribeirões e rios). Em virtude de seu valor inestimável dentro de uma propriedade agrícola, deve ser tratada com cuidado todo especial.

Sobre este enfoque, pode-se dizer que a água própria para consumo, que é a água que contém qualidade conforme os Parâmetros de Qualidade da Água – IQA, definido pela National Sanitation Foundation, nos Estados Unidos, é um bem finito, que deve ser preservada e utilizada com moderação.

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.

A quantidade e a qualidade de água das nascentes de uma bacia hidrográfica podem ser alteradas significativamente pelas ações antrópicas, como o desmatamento, as queimadas, as atividades agrícolas e pecuárias, especialmente as áreas de pastagens no entorno de nascentes (PEREIRA, 2012).

A preservação das nascentes possui amparo jurídico por meio da Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, a qual estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, 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” (BRASIL, 2012).

A proteção da vegetação das APPs é uma das ações mais importantes para a preservação de uma nascente, pois segundo Lima (1986) apud Capellari et al (2018, p. 36)

a cobertura florestal interfere positivamente na hidrologia do solo, favorecendo os processos de infiltração, filtragem e armazenamento da água no lençol freático, reduzindo o escoamento superficial e, conseqüentemente, os processos de erosão.

De acordo com a Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, um dos fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos é que “a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades”. Nesta mesma lei, tem-se, entre outros objetivos, “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, a prevenção e a defesa dos recursos naturais” (BRASIL, 1997).

Para garantir o adequado planejamento e a excelência na gestão dos recursos, faz-se necessário realizar um mapeamento geográfico das nascentes com respectiva

avaliação do estado da conservação. É por meio da avaliação do estado de conservação da nascente que será verificado a necessidade de promover a recuperação da área e, se sim, qual será a técnica mais adequada para promover esta recuperação.

Existem diversas metodologias de recuperação da vegetação das APPs, sendo que a técnica mais adequada está estritamente relacionada ao estado de conservação da nascente. Algumas dessas metodologias de recuperação da vegetação podem ser obtidas na Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente MMA nº 5, de 08 de setembro de 2009, a qual dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APP) e da Reserva Legal (MMA, 2009).

## **2 OBJETIVOS**

O objetivo geral, neste trabalho, constitui em analisar o estado de preservação, por meio da análise macroscópica, de algumas nascentes da zona rural do Córrego Dantas, afluente do Rio Quebra-Anzol, no município de Patrocínio, na região do Alto Paranaíba, do estado de Minas Gerais, bem como verificar a necessidade de intervenção ou adequação, indicando, inclusive, a metodologia mais adequada para a recuperação em torno de cada nascente.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Levantar as nascentes de um córrego no município de Patrocínio-MG;
- Realizar a avaliação macroscópica, *in loco*, do estado de conservação de cada nascente;
- Verificar se a APP da nascente está atendendo a legislação ambiental;
- Identificar os fatores que mais contribuem para a degradação de cada nascente.
- Propor a técnica mais adequada para promover a recuperação da área em torno da nascente.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 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, haja visto que a água subterrânea é proveniente da infiltração da água da chuva.

Segundo Pereira et al. (2011),

As nascentes podem apresentar variação da vazão e até mesmo a variação dos pontos de afloramento (nascentes móveis), uma vez que são dependentes diretas do lençol freático, que por sua vez é dependente da precipitação, da evapotranspiração e da infiltração.

O afloramento de água, que são as nascentes, podem ocorrer, de acordo com Calheiros et al (2009), “em encostas e depressões do terreno ou ainda no nível de base representado pelo curso d’água local”. De modo geral, este afloramento ocorre na região onde a superfície do terreno intercepta a superfície do lençol freático.

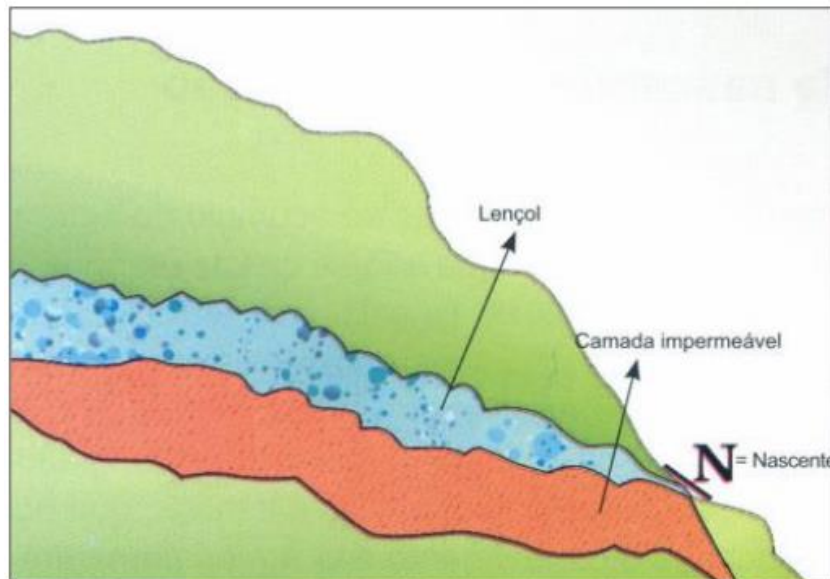
Em razão da grande heterogeneidade das nascentes, quanto a fatores tipológicos, seu diagnóstico deve abarcar, entre outros parâmetros, a morfologia (feição do relevo na escala de campo na qual ocorre a surgência), o tipo de exfiltração (nascentes pontuais, difusas ou múltiplas) e, ainda, a mobilidade do local de exfiltração (nascentes fixas ou móveis) e a sazonalidade (nascentes perenes, intermitentes ou efêmeras) (CARMO et al, 2014).

O tipo de exfiltração de uma nascente é definido em função da forma como o afloramento de água ocorre. Para Borges (2008), os lençóis freáticos dão origem a dois tipos de olhos d’água, podendo ser as nascentes de encosta ou pontuais (figuras 1 e 2) e às nascentes difusas (figuras 3 e 4).

As nascentes de encosta ou pontuais surgem em decorrência da inclinação da camada impermeável ser menor que a da encosta, permitindo que o lençol freático em um determinado ponto favoreça o afloramento da água. Estas nascentes, por sua vez, aparecem no encontro da encosta com a camada impermeável, fazendo com que apareçam as nascentes pontuais, conhecidas como olhos d’água. Já as nascentes difusas, a camada impermeável fica paralela à parte mais baixa da encosta para o lençol freático. Esse fluxo promove um aumento no nível de água do lençol freático, fazendo com que, em determinado momento, esse nível seja elevado até a superfície do

terreno. Esta elevação do nível do lençol freático provoca um encharcamento do solo, originando, de forma desordenada, um grande número de pequenas nascentes por todo o terreno brejoso. Esses terrenos podem ser alagados permanentemente ou temporariamente e, são conhecidos na maior parte do país como brejos, mas são também denominados pântanos, pantanal, charcos, varjões e alagados (BORGES, 2008, p. 93).

Figura 1 - Nascente de Encosta ou Pontual



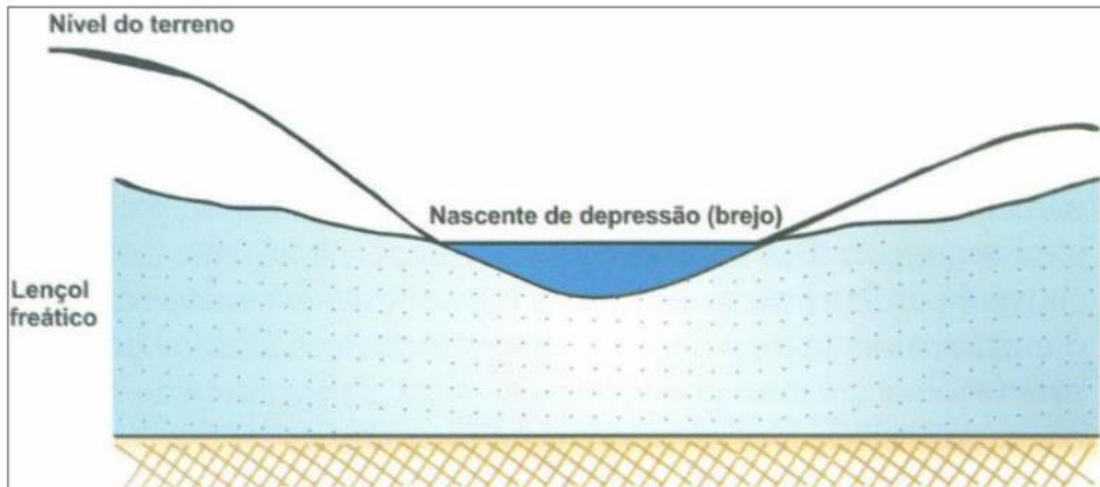
Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2013)

Figura 2 - Exemplo de nascente pontual



Fonte: Calheiros (2009)

Figura 3 - Nascente Difusa



Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2013)

Figura 4 - Área de Vereda, exemplo de nascente difusa



Fonte: Calheiros (2009)

A maioria das nascentes do tipo difusa, são observadas em regiões de brejo e várzea, porém há nascentes difusas que não possuem acúmulo de água. Esta mesma característica de nascentes foi observada por Felipe (2009), que mencionou a necessidade de criar uma nova classe que se postasse entre as duas tradicionais (pontual e difusa), a qual ele denominou de nascentes com exfiltração múltipla, caracterizada pelo afloramento de água em vários pontos ou áreas distintas, mas que configuravam apenas uma nascente.

As nascentes apresentadas nas figuras 5 e 6 são exemplos do tipo difusa e pontual.

Figura 5 - Caso de nascente difusa observado no levantamento de campo



Fonte: Aatoria própria (2023)

Figura 6 - Caso de nascente pontual observado no levantamento de campo



Fonte: Aatoria própria (2023)

Com relação à sazonalidade das nascentes, Viola (2020) define que os cursos perenes mantêm o fluxo mesmo durante as secas mais severas. Por outro lado, os cursos intermitentes mantêm o fluxo somente durante a estação chuvosa, cessando o fluxo na época de estiagem. Já os cursos efêmeros possuem escoamento apenas na ocasião de eventos de precipitação, podendo permanecer por apenas alguns dias ou por horas.

Outro fator que representa sazonalidade refere-se à mobilidade das nascentes (móvel ou fixa). Esta consiste na variação da extensão do canal conforme a oscilação do nível freático ao longo do ano hidrológico. Isso quer

dizer que, em épocas secas o canal regride pelo deslocamento à jusante. Nas épocas de chuva a nascente se desloca à montante, aumentando o canal em extensão (ALLAN-SILVA, 2020).

### 3.2 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Preservar o meio ambiente é tão importante que esta proteção possui amparo na Constituição Federal, por meio do artigo 225, o qual relata que é dever do Poder Público e da coletividade, proteger o meio ambiente para a presente e futuras gerações. Ainda neste mesmo artigo é relatada a necessidade de proteger e restaurar os processos ecológicos essenciais e de garantir a integridade dos atributos que justificam o estabelecimento das áreas especialmente protegidas (BRASIL, 1988).

A Legislação Ambiental visa regulamentar as condições ambientais mínimas que cada bioma deve atender de modo que a preservação da biodiversidade seja garantida. De acordo com Borges et al (2011), “a ideia de proteger áreas representativas dos ecossistemas naturais de um determinado ambiente, no território brasileiro, vem desde a criação do Código Florestal de 1934”, o qual apresentava características preservacionistas e que, para a época, tinha uma característica bastante conservacionista.

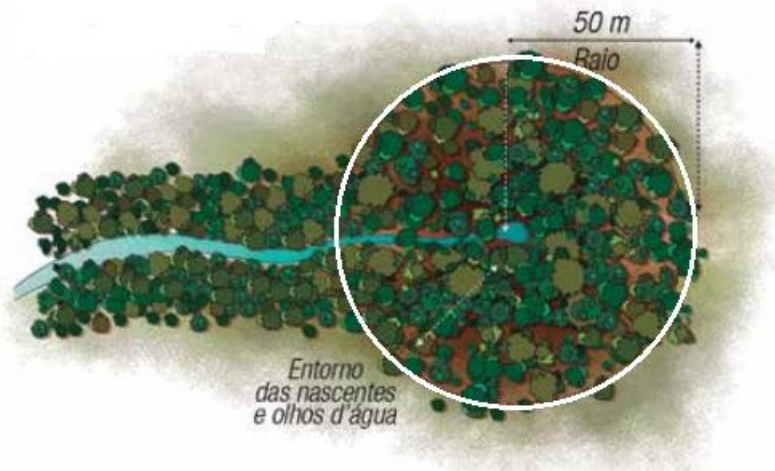
A atual legislação ambiental brasileira é complexa, abrangendo diversas leis, decretos, resoluções, regulamentos e atos normativos de âmbito federal, estadual e municipal, que visam proteger o meio ambiente e promover o desenvolvimento sustentável. Cabe destacar que uma lei municipal não pode reduzir 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 a proteção das nascentes, tem-se que toda área de nascente é tomada como sendo uma APP, independentemente da localização geográfica e de sua 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 nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (que trata sobre a proteção da vegetação nativa), a qual relata que “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).

A Figura 7 ilustra a delimitação da APP para uma nascente.

Figura 7 - Ilustração da APP de uma nascente conforme Lei 12.651 de 2012



Fonte: Adaptado de Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais (2013)

Vale ressaltar que o inciso IV, do artigo 4º, menciona apenas nascentes perenes. No entanto, apesar do texto não contemplar as nascentes e olhos d’água intermitentes, o entendimento jurídico acaba por assegurar a preservação dessas áreas.

Em 28.02.2018, o Supremo Tribunal Federal (STF), no julgamento da Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADI) nº 4.903, fixou interpretação conforme a Constituição para declarar que “os entornos das nascentes e dos olhos d’água intermitentes configuram área de preservação ambiental” (SOUZA et al., 2019).

Desse modo, diante de uma análise ambiental para a adequação da APP à legislação, profissionais da área devem estar atentos quanto à proteção das nascentes intermitentes, conforme entendimento do STF.

Segundo o inciso II, do artigo 3º, da Lei nº 12.651 (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).

Conforme está determinado no artigo 7º, da seção II, da Lei nº 12.651 de 2012, “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.”

Caso o proprietário ou ocupante tenha promovido a supressão da vegetação da APP, deverá adequar-se à legislação ambiental conforme apresentado a seguir:

Art. 7º § 1º Tendo ocorrido supressão de vegetação situada em Área de Preservação Permanente, o proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título é obrigado a promover a recomposição da vegetação, ressalvados os usos autorizados previstos nesta Lei (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 possui raio de 50 metros a partir do(s) ponto(s) de afloramento de água.

Borges et al (2011, p. 1206), salienta que se

o imóvel adquirido após a promulgação do Código Florestal (Lei n.4.771/65) não tiver sua APP protegida, ele estará gravado pelo passivo ambiental e responderá pelas obrigações constituídas antes da aquisição da propriedade, isto é, a responsabilidade pela regularização ambiental é do proprietário adquirente, o qual terá que arcar com o ônus para adequação ao Código Florestal, realizando a averbação da Reserva Legal - RL e a preservação das APPs.

Ao fazer a leitura da legislação, nota-se que esta define a área a ser preservada, no entanto, não impede a sua utilização. Esta afirmação pode ser observada no artigo 9º, da seção II, da lei supracitada “É permitido o acesso de pessoas e animais às Áreas de Preservação Permanente para obtenção de água e para realização de atividades de baixo impacto ambiental.” (BRASIL, 2012).

Apesar de ser permitido a utilização de APP, o impacto ambiental deve ser baixo. Assim, esta lei ainda define no inciso X do artigo 3º, quais são as atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental, conforme são apresentadas abaixo:

X - Atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental:

a) abertura de pequenas vias de acesso interno e suas pontes e pontilhões, quando necessárias à travessia de um curso d'água, ao acesso de pessoas e animais para a obtenção de água ou à retirada de produtos oriundos das

- atividades de manejo agroflorestal sustentável;
- b) implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e efluentes tratados, desde que comprovada a outorga do direito de uso da água, quando couber;
  - c) implantação de trilhas para o desenvolvimento do ecoturismo;
  - d) construção de rampa de lançamento de barcos e pequeno ancoradouro;
  - e) construção de moradia de agricultores familiares, remanescentes de comunidades quilombolas e outras populações extrativistas e tradicionais em áreas rurais, onde o abastecimento de água se dê pelo esforço próprio dos moradores;
  - f) construção e manutenção de cercas na propriedade;
  - g) pesquisa científica relativa a recursos ambientais, respeitados outros requisitos previstos na legislação aplicável;
  - h) coleta de produtos não madeireiros para fins de subsistência e produção de mudas, como sementes, castanhas e frutos, respeitada a legislação específica de acesso a recursos genéticos;
  - i) plantio de espécies nativas produtoras de frutos, sementes, castanhas e outros produtos vegetais, desde que não implique supressão da vegetação existente nem prejudique a função ambiental da área;
  - j) exploração agroflorestal e manejo florestal sustentável, comunitário e familiar, incluindo a extração de produtos florestais não madeireiros, desde que não descaracterizem a cobertura vegetal nativa existente nem prejudiquem a função ambiental da área;
  - j-A) atividades com o objetivo de recompor a vegetação nativa no entorno de nascentes ou outras áreas degradadas, conforme norma expedida pelo órgão competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama);
  - k) outras ações ou atividades similares, reconhecidas como eventuais e de baixo impacto ambiental em ato do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA ou dos Conselhos Estaduais de Meio Ambiente (BRASIL, 2012).

Ainda conforme consta na lei nº 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. Esta afirmação pode ser observada no parágrafo 1º do artigo 8º desta lei conforme segue:

Art. 8º A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental previstas nesta Lei.

§ 1º A supressão de vegetação nativa protetora de nascentes, dunas e restingas somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública (BRASIL, 2012).

É importante destacar que a discussão ora apresentada é no âmbito da esfera federal, no entanto, os estados e municípios podem ter leis complementares, as quais podem ser aplicadas no âmbito geral da referida região ou, inclusive, podem ser aplicadas a uma determinada bacia que tenha uma importância relevante, seja para o turismo, seja para abastecimento ou pela importância da biodiversidade da região onde a nascente se encontra.

A Lei 12.651 ainda prevê o Cadastro Ambiental Rural – CAR, que conforme explanado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA),

“é um instrumento fundamental para auxiliar no processo de regularização ambiental de propriedades e posses rurais. Consiste no levantamento de informações georreferenciadas do imóvel, com delimitação das Áreas de Proteção Permanente (APP), Reserva Legal (RL), remanescentes de vegetação nativa, área rural consolidada, áreas de interesse social e de utilidade pública, com o objetivo de traçar um mapa digital a partir do qual são calculados os valores das áreas para diagnóstico ambiental” (MMA, 2024).

Ainda conforme o MMA (2024), “o CAR é uma ferramenta importante para auxiliar na recuperação de áreas degradadas, fomentar a formação de corredores ecológicos e a conservação dos demais recursos naturais”.

Aliado ao CAR, tem-se o Programa de Regularização Ambiental – PRA, o qual contém um conjunto de ações e iniciativas, descritas no Capítulo XIII da Lei 12.651, que devem ser desenvolvidas por proprietários e possuidores de imóveis rurais para a adequação e promoção da regularização ambiental de seus imóveis.

De acordo com o Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais - IEF,

“para que se dê efetivamente a regularização ambiental o proprietário ou possuidor precisa também aderir e cumprir as obrigações firmadas com o órgão ambiental no Termo de Compromisso, que será feita de forma particular e independente para cada imóvel” (IEF, 2023).

Ainda conforme o IEF (2023), a adesão ao PRA apresenta vantagens como a suspensão das sanções decorrentes das infrações relativas à supressão irregular de vegetação ocorrida antes de 22 de julho de 2008, mediante recuperação dessas áreas

degradadas ou alteradas.

### 3.3 FORMAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS VEGETAIS

Quando se fala da conservação de uma nascente, deve-se pensar não apenas no ponto de exfiltração, que é o ponto de afloramento de água do lençol freático, e da área ao redor que é a APP. Também é necessário analisar a área além da APP, onde se faz necessário ter um terreno com condições de obter o máximo de infiltração da água da chuva, abastecendo, assim, o lençol freático. No entanto, o escopo deste trabalho visa analisar somente a APP da nascente, conforme é delimitada pela legislação (raio de 50 metros a partir do ponto de afloramento).

Apesar da Legislação Ambiental, segundo o inciso II do artigo 3º da Lei nº 12.651, de 2012, não exigir que a APP tenha uma cobertura de vegetação nativa, a mesma Lei, no parágrafo 1º do artigo 7º, exige que o proprietário promova a recomposição da vegetação, caso esta tenha sido suprimida.

A recomposição da vegetação se faz necessária pois, conforme é um consenso e exposto por especialistas em meio ambiente, as vegetações das APPs são de extrema importância, uma vez que desempenham um primordial papel ecológico de proteção e sustentação aos recursos hídricos, bem como de conservar as espécies de plantas e animais, além de controlar a erosão do solo e os consequentes assoreamentos dos cursos d'água.

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 que ela se encontra.

O artigo 2º da Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente MMA nº 5 de 08 de setembro de 2009 (que dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APP) e da Reserva Legal (RL), apresenta a seguinte definição, "I - Área degradada: área onde a vegetação, flora, fauna e solo foram total ou parcialmente destruídos, removidos ou expulsos, com alteração da qualidade biótica, edáfica e hídrica."

A recomposição de uma área considerada degradada, independentemente do nível de degradação, visa obter a recuperação ou a restauração da vegetação nativa. A Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000 (BRASIL, 2000), instituiu o Sistema Nacional de

Unidade de Conservação e apresenta 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.

Para obter a recuperação ou a restauração da área da APP, é necessário a adoção de alguma metodologia que oriente este processo.

Dentre as metodologias existentes, tem-se as apresentadas no artigo 5º do capítulo IV da Lei nº 9.985 de 2020, conforme transcrito abaixo:

Art. 5º A recuperação de APP e RL poderá ser feita pelos seguintes métodos:

I – condução da recuperação natural de espécies nativas;

II – plantio de espécies nativas (mudas, sementes e estacas) e;

III – plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas.

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.

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 Embrapa, uma dessas referências. Também cabe destacar que órgãos como Embrapa, podem oferecer apoio técnico especializado para a recomposição dessas áreas degradadas.

### **3.3.1 Regeneração natural**

Conforme Rodrigues et al, (2020), 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, garantindo 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 implantação de métodos que evitem a erosão. Desse modo, cabe à natureza promover a colonização da área e o aumento da diversidade de espécies vegetais.

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 terá pouco sucesso de regeneração natural, já que para ocorrer este processo, faz-se necessário a presença de:

- a) vegetação remanescente;
- b) banco de sementes do solo;
- c) banco de plântulas;
- d) brotações de espécies arbustivas e arbóreas;
- e) disseminação de sementes (chuva de sementes).

Outro fator que auxilia no desenvolvimento da regeneração natural é a presença de animais da fauna local, os quais contribuem com a dispersão de sementes não encontradas na área que se deseja obter a recuperação vegetal. Desse modo, a utilização de técnicas que atraiam a fauna contribuirá para o desenvolvimento da vegetação bem como na diversificação das espécies, tanto vegetais quanto animais.

O Instituto Estadual de Florestas – IEF (2021), por meio do Manual Técnico do Programa de Regularização Ambiental de Minas Gerais - PRA-MG, ainda menciona a possibilidade de realizar a indução da regeneração natural, o que ocorre por meio da ativação do banco de sementes. Este processo é realizado por meio do revolvimento do solo de modo a promover a descompactação e, ao mesmo tempo, expor as sementes às condições necessárias para sua germinação. Essa prática, quando realizada em um ambiente com vegetação preexistente, contribuirá com o aumento das brotações a partir de partes dessas plantas como as raízes, galhos e troncos dos indivíduos lenhosos, aumentando a densidade de propágulos para a propagação vegetativa das plantas existentes.

Em tempo, nota-se que este tipo de regeneração de área degradada possui um custo de implementação muito reduzido, o que o torna mais atrativo tanto para projetos governamentais quanto para projetos particulares, em especial para grandes áreas a

serem recuperadas. No entanto, é um processo lento e dependente da capacidade de regeneração, o qual é influenciado pelo grau de degradação.

Segundo Vallejo e Moreira (2010), a adoção de alternativas à Regeneração Natural decorre principalmente de fatores como o alto nível de degradação, onde o ecossistema não consegue regenerar sem intervenções externas, e ao tempo, uma vez que é um processo lento podendo não atender às necessidades de evitar a progressão da degradação.

### **3.3.2 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 onde 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), apresenta 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 citadas, ainda pode-se 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.

Obviamente, este tipo de regeneração também possui pontos negativos, como os apresentados abaixo:

- a) menor número de indivíduos por área que na regeneração natural;
- b) maior custo de implantação (sementes, mudas, mão de obra);
- c) maior custo de manutenção da área como capina ao redor das mudas, roçada de espécies exóticas invasoras (como a braquiária), controle de

formigas e cupins e eventual necessidade de irrigação no período de estiagem;

- d) provável necessidade de realizar o replantio de mudas;
- e) dificuldade de encontrar a diversidade de mudas ou sementes na quantidade desejada.

Além dos custos de manutenção, a regeneração por meio de plantio ainda requer os mesmos cuidados aplicados na regeneração natural, como a construção de cerca de modo a manter o isolamento da área, em especial, de animais domésticos, a manutenção de aceiros para contenção de incêndios e adoção de medidas para evitar ou corrigir a erosão.

Para que a regeneração por meio de plantio atinja o objetivo principal que é a restauração ou recuperação da área degradada, promovendo uma cobertura vegetal com diversidade de espécies e que estas sejam adequadas ao local, é necessária a adoção de alguns critérios como:

- a) plantar espécies nativas de ocorrência em matas da região e de acordo com a característica de cada sistema;
- b) respeitar a tolerância das espécies à umidade do solo;
- c) plantar o maior número possível de espécies para gerar alta diversidade;
- d) utilizar combinações de espécies pioneiras de rápido crescimento junto com espécies não pioneiras (secundárias e clímax), pois assim haverá a sucessão ecológica, a qual faz parte do processo de regeneração da floresta;
- e) plantar espécies atrativas à fauna.

O plantio de mudas pode ser empregado na metodologia de Área Total, para auxiliar uma outra metodologia de recuperação vegetal como na Regeneração Natural, ou ainda para promover o enriquecimento da biodiversidade da área a ser recuperada. Tais metodologias serão discutidas na sequência.

### **3.3.3 Plantio de mudas em área total**

Essa metodologia é indicada para as áreas com baixo potencial de regeneração natural, por estarem isoladas na paisagem com relação a outros remanescentes de vegetação ou por serem áreas que apresentam baixa resiliência devido ao longo tempo de uso do solo por atividades agrícolas convencionais. Neste caso são

inseridas mudas em toda a área a ser regenerada, atentando-se para implantar uma diversidade de espécies, de modo a alcançar um ecossistema com autossustentação (IEF, 2021).

O plantio com mudas em Área Total é composto por mudas de espécies pioneiras e não pioneiras. Essa diversidade de grupos funcionais visa obter um sistema ambiental em que as espécies iniciais da sucessão, chamadas de pioneiras, que possuem um desenvolvimento mais rápido, vão criando condições ambientais mais propícias ao estabelecimento das espécies finais da sucessão, conhecidas como não pioneiras.

Usualmente no plantio de mudas em área total utiliza-se de 60% de espécies pioneiras, 30% de espécies secundárias e 10% de espécies clímax. A composição de 60% de espécies pioneiras se deve ao fato destas possuírem um crescimento rápido, promovendo o fechamento de copas, proporcionando condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento das espécies não pioneiras. Além do mais, o fechamento das copas aumenta o sombreamento, inibindo o desenvolvimento das gramíneas invasoras, o que reduz a manutenção do controle de matocompetição, minimizando o custo do projeto. Outra característica das pioneiras é que, em um sistema natural, são encontradas em grande concentração por área, o que também justifica a maior concentração de mudas dessas espécies.

A introdução de 40% de espécies não pioneiras se deve ao fato de possuírem desenvolvimento de moderado a lento. Outro fator que explica uma menor porcentagem dessas espécies é que em um sistema natural é comum a observância de poucos indivíduos por área.

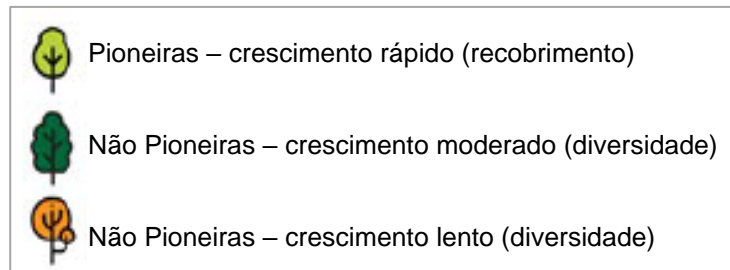
O plantio em área total pode ser realizado utilizando um dos seguintes métodos:

- i) Em linhas de pioneiras e não-pioneiras: tem-se linhas separadas por grupo funcional, sendo uma linha de pioneiras e uma linha de não pioneiras;
- ii) Plantio de pioneiras e não pioneiras intercaladas na linha: tem-se a alternância de grupos funcionais (pioneiras e não pioneiras) em uma mesma.
- iii) Adensamento de pioneiras: o plantio ocorre intercalando uma linha de pioneira com uma linha de pioneira e não pioneira. Desse modo há uma maior proporção de espécies pioneiras no plantio visando o rápido fechamento de copas e recobrimento da área. É comum a relação de

75% de pioneiras e 25% de não pioneiras.

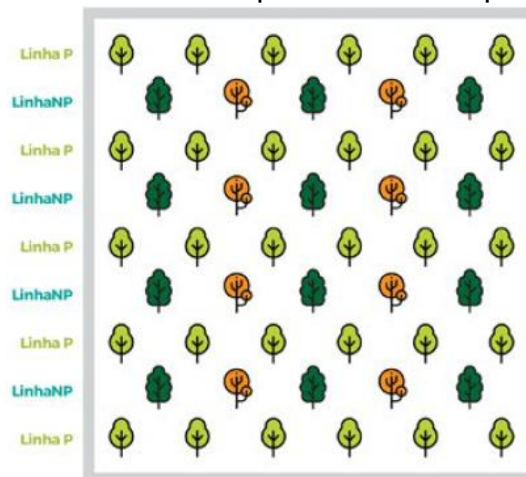
A Figura 8 mostra a legenda utilizada nas figuras 9, 10 e 11. As figuras 9, 10 e 11 ilustram os métodos de plantio em área total que podem ser utilizados conforme supracitado.

Figura 8 – Legenda de imagens das figuras 9, 10 e 11



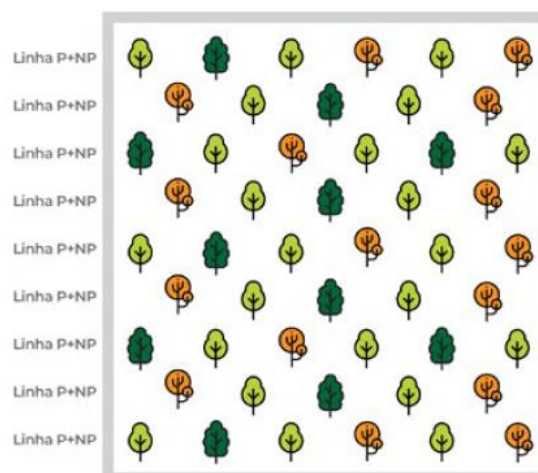
Fonte: Adaptado de IEF (2021)

Figura 9 – Linhas de pioneiras e não pioneiras



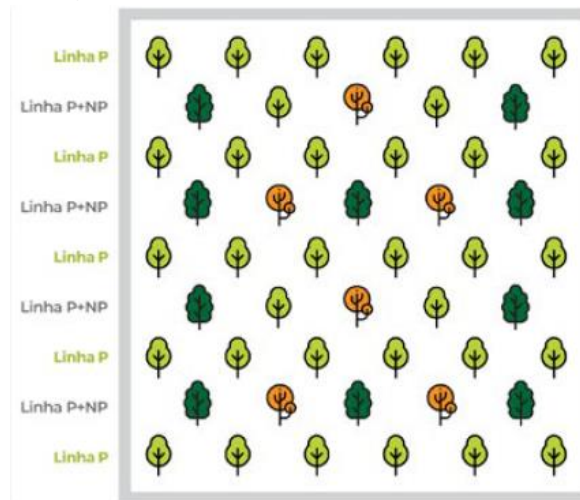
Fonte: Adaptado de IEF (2021)

Figura10 – Pioneiras e não pioneiras na mesma linha



Fonte: Adaptado de IEF (2021)

Figura11 – Adensamento de pioneiras



Fonte: Adaptado de IEF (2021)

O espaçamento entre as plantas é o fator que define a quantidade de mudas que será utilizada no processo de recuperação, restauração ou recomposição da área. A definição do espaçamento entre as plantas está vinculada ao objetivo almejado para a área conforme é apresentado na Tabela 1.

Quanto maior for a concentração de espécies, mais rápido ocorrerá o fechamento das copas, proporcionando sombreamento e reduzindo a manutenção devido à redução de matocompetição. Por outro lado, quanto maior a quantidade de mudas, maior será o custo para sua aquisição.

Tabela 1 - Indicações de espaçamento entre mudas.

Espaçamento	Indicação
2,0 X 2,0 m	Para áreas declivosas, plantadas em sistema semimecanizado ou manual. Espera-se obter o rápido fechamento de copas e menor necessidade de manutenções.
2,5 X 2,0 m	Permite a manutenção mecanizada, ao mesmo tempo que otimiza o arranjo espacial do plantio, ocupando melhor os espaços entre plantas.
3,0 X 1,0 m	Recomendado para projetos com boa disponibilidade de mudas, pois acelera o fechamento de copas e reduz as manutenções do plantio. A desvantagem é que resulta na rápida competição entre as plantas na linha. Logo, recomenda-se o plantio intercalado de pioneiras e não-pioneiras na mesma linha de plantio.
3,0 X 2,0 m	Para áreas de solo com boa fertilidade e terreno relativamente plano, sendo o espaçamento mais comumente utilizado.
3,0 X 3,0 m	Recomendado em situações nas quais é feito o uso exclusivo de espécies pioneiras, com possibilidade futura de enriquecimentos e em locais que apresentam condições propícias para o desenvolvimento das plantas.
3,0 X 4,0 m ou maior	Aplicado para Sistemas Agroflorestais. Não recomendado para plantios convencionais voltados à recomposição, devido ao amplo tempo de manutenções até fechamento de copas.

Fonte: IEF (2021)

### 3.3.4 Plantio de adensamento

“O Plantio de adensamento visa introduzir uma maior concentração de espécies do estágio inicial de sucessão (espécies de cobertura) por área” EMBRAPA (2013). Segundo Cavalcanti e Wandelli (2010), apud Rodrigues et al. (2020),

A aplicação desse método proporciona sombreamento do solo e pode contribuir para a eliminação de espécies herbáceas que limitam o estabelecimento de espécies arbóreas e para a adequada ciclagem de nutrientes e reestruturação do solo.

Este método pode ser utilizado tanto nas bordas, como também no interior das áreas em processo de recuperação, cujo plantio pode ocorrer por meio da semeadura de sementes ou por meio de mudas.

No caso de proceder com o plantio de mudas, 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, pois será necessária uma maior quantidade de mudas.

### 3.3.5 Plantio de enriquecimento

Conforme Almeida (2016), “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”.

Esta estagnação ocorre devido à exploração intensiva e duradoura da área a ser recuperada, que culminou na drástica redução ou na eliminação dos dispersores de sementes, podendo comprometer a funcionalidade destes ecossistemas.

Desse modo, o objetivo desta metodologia é realizar o plantio de mudas de modo a aumentar a diversidade, promovendo, assim, as interações e os processos ecológicos. Tal processo ocorre por meio do Plantio de Ilhas Vegetativas ou por meio do Plantio em Faixas.

No caso do Plantio em Faixas, Galvão e Medeiros (2002), apud Almeida (2016), mencionam que “as faixas devem possuir 1 metro de largura, atravessando a área, a intervalos de 3-10 metros de distância e, dentro da mesma faixa, deverão ser abertas covas distanciadas de 2 a 5 metros entre elas”. As espécies devem pertencer a grupos

ecológicos de estágios mais avançados de sucessão (secundárias tardias ou clímax), uma vez que o ambiente onde será utilizada esta metodologia, geralmente já possui um ambiente sombreado devido à presença das espécies pioneiras.

### **3.3.6 Semeadura direta de espécies nativas**

De acordo com o IEF (2021), este método é uma alternativa ao método de plantio de mudas, sendo muito utilizado em áreas de fácil mecanização. Tem um custo de implantação inferior ao plantio de área total. Por outro lado, requer um preparo adequado do solo e de condições climáticas favoráveis. Neste método faz-se um preparo de sementes de diversas espécies de arbustos e árvores nativas, também chamado de muvuca, o qual será lançado ao solo de forma manual ou mecanizada.

É comum adicionar à muvuca adubos verdes (leguminosas) como o guandú (*cajanus cajan*) e o feijão-de-porco (*canavalia ensiformis*), essas leguminosas sombreiam as possíveis plantas daninhas da área e deixam o solo mais permeável pela incorporação da matéria orgânica, além de fixarem o nitrogênio atmosférico por possuírem bactérias fixadoras do N, melhorando a qualidade do solo. É indicado principalmente quando há boa disponibilidade de sementes de espécies nativas já que a demanda deste insumo é elevada.

### **3.3.7 Técnicas de nucleação**

As técnicas de nucleação são intervenções realizadas apenas em parte da área por meio da instalação de núcleos de atração da biodiversidade, promovendo condições para a colonização de 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 se dispõe de pouco recurso financeiro para sua recuperação. A proposta é que essas técnicas ocupem uma parte pequena da área a ser recuperada, não mais do que 5%. Todo o restante deve estar sob a influência dos núcleos, mas, principalmente, sujeita as condições naturais de sucessão secundária.

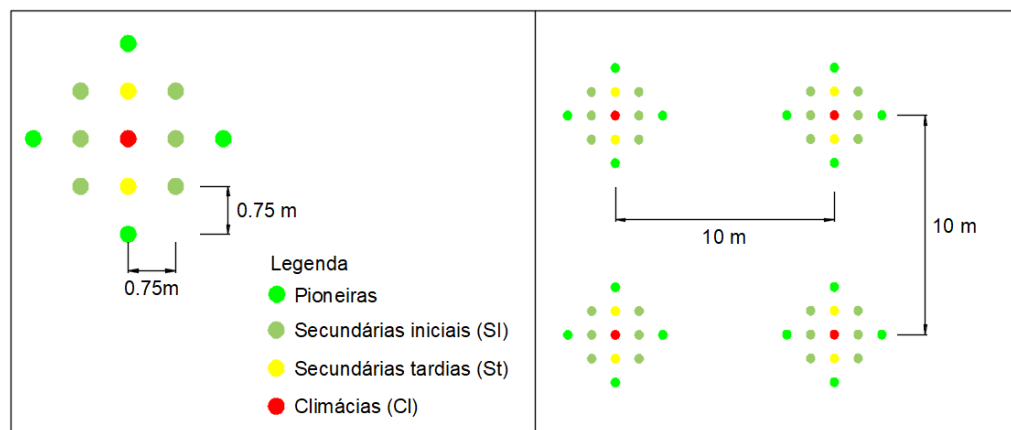
Conforme apresentado pelo IEF (2021), Almeida (2016) e Rodrigues et al (2020), as técnicas de nucleação mais comum são a plantio de mudas em agrupamentos (ilhas vegetativas); instalação de poleiros naturais ou artificiais;

transposição de solos de áreas de vegetação nativa e o enleiramento de resíduos da vegetação nativa.

I) Plantio de mudas em agrupamentos

Esta técnica, também chamada de Ilhas Vegetativas ou Núcleos de Anderson, é indicada para contribuir nos casos que serão adotadas as metodologias de plantio de adensamento ou de enriquecimento. Trata-se do plantio de mudas de diferentes grupos funcionais (pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax) em núcleos com espaçamentos reduzidos, a fim de obter o rápido recobrimento e a formação de microclima para o desenvolvimento das espécies. A Figura 12 ilustra esta metodologia.

Figura 12 - Modelo de Agrupamento com Ilhas Vegetativas



Fonte: Autoria própria

Para o caso de Ilhas Vegetativas, é indicado a capina da área onde será realizado o plantio das mudas. Conforme indicado na figura acima, o espaçamento entre as mudas, comumente utilizado, é de 0,75 X 0,75 m, enquanto o espaçamento entre cada ilha é de 10 m.

II) Instalação de poleiros naturais ou artificiais

Esta técnica consiste em oferecer local de pouso ou abrigo para aves e morcegos. Essas estruturas podem ser construídas com materiais facilmente disponíveis na propriedade, tais como bambus e ponteiros de eucalipto. Também podem ser utilizadas espécies de trepadeiras ou árvores de crescimento rápido, o que torna o ambiente mais atrativo.

Com a presença desses animais, haverá a introdução de sementes por meio das fezes e regurgitação (Figura 13).

Figura 13 - Exemplo de poleiro artificial



Fonte: Comunidade ManejeBem (2024)

III) Transposição de solos de áreas de vegetação nativa

Esta técnica consiste na transposição de pequenas porções de solo não degradado, retirada da camada superficial do solo (serapilheira mais os primeiros cinco centímetros de solo) de uma área com sucessão mais avançada. Este material contém uma diversidade de sementes e porções vegetais capazes de apresentar brotações de toda a flora do local retirado, além de conter o substrato rico em matéria orgânica, nutrientes e microrganismos. Com isso há grandes probabilidades de recolonização da área com as características da biota de onde fora extraída.

Apesar de apresentar excelentes resultados, é um método não tão comum, pois para ocorrer é necessário que uma outra área, que tenha uma cobertura vegetal adequada do ponto de vista ecológico, venha sofrer uma supressão da área ou de parte da área. Áreas que sofrerão exploração mineral é um caso típico de retirada do solo para realizar a transposição.

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.

V) Chuva de Sementes (Seed rain)

Processo onde são utilizados coletores instalados no interior da mata feitos de madeira ou metal com fundo de tela de náilon de malha fina (1mm) ou tecido com profundidade de 20-50 cm. Geralmente, os coletores possuem 1 metro quadrado, sendo mantidos a 30-50 cm do solo, para evitar o contato com a umidade da serapilheira, através de suportes de madeira, metal ou PVC.

VI) Resgate de Plântulas

Por meio desta técnica, antes do desmatamento legal, coletam-se do chão da floresta as mudas, isto é, pequenas plântulas de 5 a 30 centímetros. Essas mudas são levadas ao viveiro, onde são acompanhadas por dois ou três meses e, depois, já podem ser plantadas em novas áreas que necessitam de restauração.

VII) Implantação de Meliponário

Os polinizadores têm um papel insubstituível nos processos de restauração, garantindo o fluxo gênico e a formação de sementes para as espécies arbóreas. As abelhas nativas sem ferrão (melíponas), são as principais polinizadoras das árvores nativas em florestas tropicais. Por esta razão, a criação destes animais junto a áreas em restauração, vem a contribuir com estas ações. Além do serviço ecossistêmico de polinização a criação de abelhas nativas pode servir como fonte de renda ao proprietário através da produção de mel e própolis.

### 3.4 PREPARAÇÃO DO SOLO PARA PLANTIO

Para os casos que se fizerem necessário o plantio de mudas, realiza-se o devido preparo do solo, conforme as condições do terreno e conforme a metodologia de plantio a ser empregada. A preparação do solo visa melhorar as condições físico-químicas, favorecendo o desenvolvimento das plantas.

Segundo o IEF (2021), o preparo físico do solo pode ser realizado da seguinte maneira:

- Intensivo, em área total: no caso de plantio via semeadura direta, ou quando utilizado leguminosas ou outras culturas agrícolas nas entrelinhas de plantio das mudas. Recomenda-se a realização da gradagem e aragem do solo;
- Semi-intensivo, em linhas de plantio: plantio de mudas ou semeadura direta apenas nas linhas, realizado com subsolador, com profundidade variando de 40 a 60 cm, dependendo do tipo de solo;
- Pontual: por meio da abertura de covas (também chamadas de berços), apenas nas áreas que receberão as mudas ou sementes, realizado com enxadão, cavadeira ou perfuradores de solo manuais ou semimecanizados, como a moto-perfuradora com broca florestal.

Para o método semi-intensivo, é indicado a roçada na região adjacente às linhas que receberão as mudas. Já no caso da preparação pontual, é necessário realizar o coroamento, que é a capina ao redor da área que receberá a muda.

A preparação química do solo consiste no processo de calagem e fertilização. O ideal é a realização da análise físico-química do solo por um profissional agrônomo, o qual indicará quais insumos com suas respectivas quantidades devem ser utilizados na área.

Martins (2001) apud Santos et al (2016), apresenta uma recomendação genérica de 200g de NPK 4-14-18 ou de 200g de superfosfato simples, mais 2 litros de esterco de curral curtido ou de galinha por cova, para os casos que não dispõe da análise prévia da fertilidade do solo.

### 3.5 MANUTENÇÃO DA APP A SER IMPLANTADA

Independentemente do tipo da metodologia utilizada para realizar a recuperação, restauração ou recomposição vegetal da APP da nascente, faz-se necessário realizar a manutenção da área.

O aceiro, para prevenção de incêndios, o combate às formigas cortadeiras, a eliminação de plantas mais agressivas ao desenvolvimento vegetal, como as trepadeiras e a necessidade de manter o cercamento da área em boas condições, são exemplos de manutenções que devem ser adotadas em todas as metodologias que visam a revegetação do local.

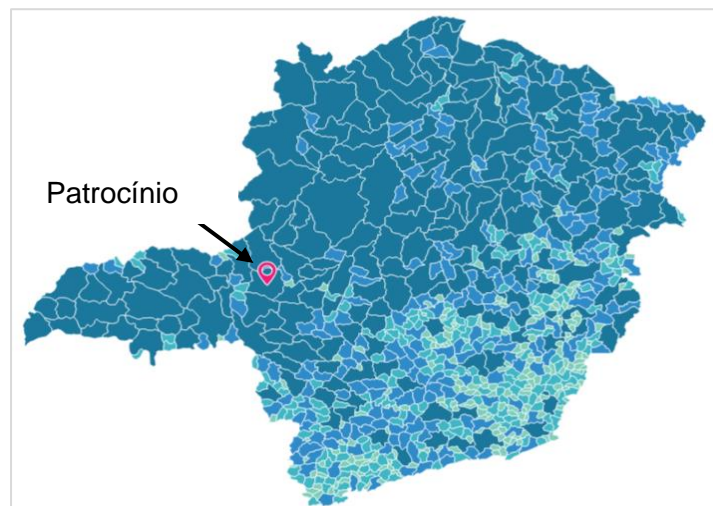
Para os casos de plantio de mudas, além dos cuidados comuns como os citados anteriormente, ainda se faz necessário outras manutenções como adubação de cobertura, coroamento ao redor das mudas, capinas ou roçadas, irrigação em épocas de déficit hídrico e a provável necessidade de realizar o replantio das mudas no caso da morte das inicialmente plantadas.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 O MUNICÍPIO DE PATROCÍNIO-MG

A área analisada encontra-se na zona rural do município de Patrocínio (Figura 14), cidade localizada na região do Alto Paranaíba, no estado de Minas Gerais, na latitude 18° 56' 39" Sul e longitude 49° 58' 22" Oeste, a uma altitude de 965 metros e distante 420 km da capital Belo Horizonte. De acordo com o IBGE (2022), a população é de aproximadamente 90 mil habitantes, sua área territorial é de 2.874,344 km<sup>2</sup> possuindo densidade demográfica de 31,25 hab/km<sup>2</sup>.

Figura 14 - Localização de Patrocínio



Fonte: Adaptado de IBGE (2022)

A localização das nascentes analisadas dista 55 km da cidade de Patrocínio, sendo a coordenada geográfica de uma das nascentes com latitude 19° 1' 51.87" Sul e Longitude: 47°17' 26.14" Oeste. A Figura 15 apresenta a área de estudo, que é a localização do conjunto das nascentes na área rural da cidade de Patrocínio e, também, a localização da área urbana.

Figura 15 - Localização da área de estudo das nascentes



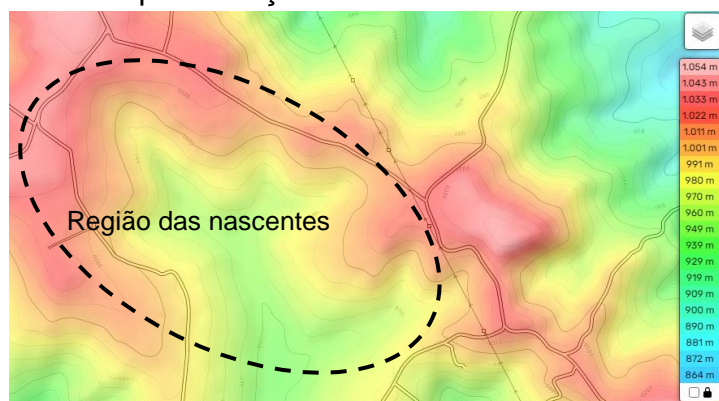
Fonte: Adaptado de Google Earth (2023)

#### 4.2 RELEVO E SOLO DA REGIÃO

De acordo com os dados disponíveis no site da prefeitura de Patrocínio (2017), o município se encontra numa região de planalto, com relevo que pode ser considerado suave. A altitude média do município, no ponto central da cidade é de 965,57 metros, tendo altitude máxima de 1.258 metros e mínima de 750 metros. O relevo se classifica em 60% plano, 30% ondulado e 10% montanhoso.

O local onde se encontram as nascentes possui uma altitude máxima de 1.030 metros e o ponto mais baixo da área analisada está a 950 metros. É uma região caracterizada por um relevo suave e ondulado, podendo apresentar regiões pontuais com declive acentuado. Na Figura 16 tem-se a topografia da região ilustrada por meio de camadas de cores com isolinhas altimétricas, tendo destacado por uma linha pontilhada, a região das nascentes.

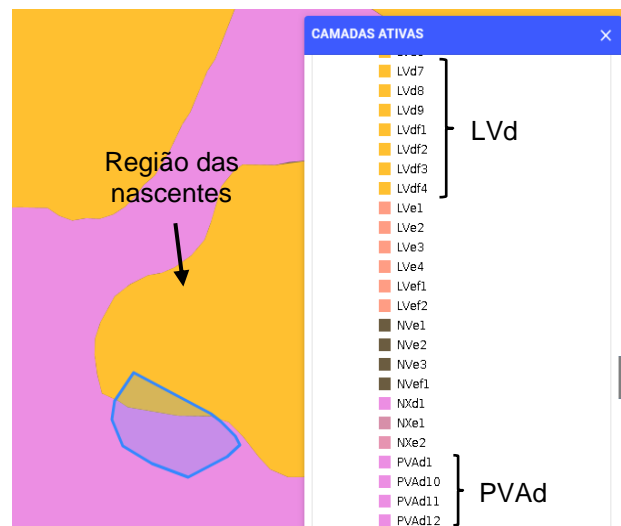
Figura 16 - Representação de relevo da área das nascentes



Fonte: Adaptado de topographic-map.com (2024)

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 e argilosa, sob cerrado, floresta ou, excepcionalmente, cerradão. Essa mesma classificação é encontrada na plataforma da Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema) - IDE Sisema (2024), que classifica o solo da região da nascente como Argiloso Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd) e uma pequena parte como Latossolo Vermelhos Distrófico (LVd), conforme pode ser observado na Figura 17, extraído da referida plataforma.

Figura 17 - Classificação do solo na região das nascentes segundo IDE Sisema



Fonte: Adaptado de IDE Sisema (2024)

#### 4.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

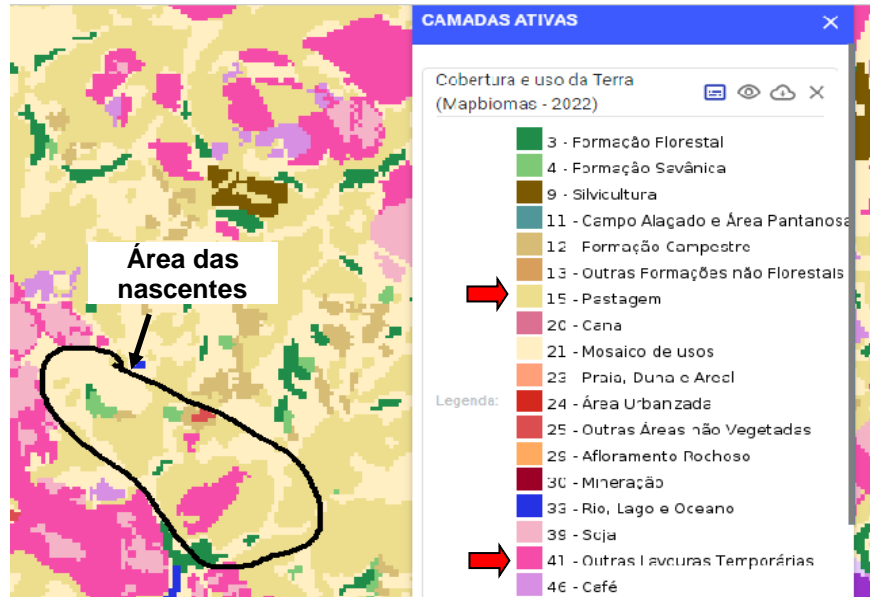
A região de Patrocínio possui uma agricultura e uma pecuária muito desenvolvida, sendo a base da economia da região. Na agricultura destaca-se a produção de café, soja, milho, feijão e sorgo. Na pecuária, tanto a produção leiteira quanto a pecuária de corte, apresentam um rebanho expressivo (Patrocínio, 2017).

A ocupação do solo nas áreas das nascentes analisadas é destinada para a pecuária, em especial, a pecuária de corte. Esta característica se deve por serem regiões com menor aptidão para a agricultura, principalmente devido à declividade mais acentuada.

A Figura 18, extraída do IDE Sisema (2024), corrobora com a afirmativa que a

região em torno das nascentes tem como uso e ocupação, a pastagem destinada à criação de gado. A área destinada a outras culturas, apresentada na figura, não faz divisa com a área de APP das nascentes.

Figura 18 - Mapa de uso e ocupação do solo segundo IDE Sisema



Fonte: Adaptado de IDE Sisema (2022)

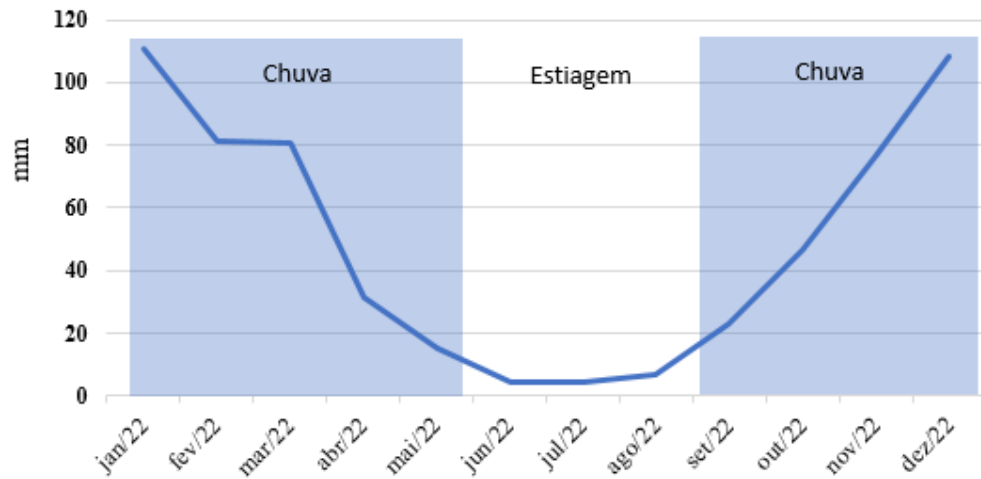
#### 4.4 CLIMA DA REGIÃO

Segundo Mendes (2001) apud Silva e Malvino (2024),

o clima da região do Alto Paranaíba no qual o município de Patrocínio está inserido, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, ou seja, possui um inverno seco e um verão chuvoso, dominado predominantemente pelos sistemas intertropicais e polares.

A pluviosidade média é em torno de 1.400 mm/ano. A Figura 19 apresenta a distribuição da precipitação ao longo do ano de 2022 no município de Patrocínio.

Figura 19 - Distribuição de chuvas no município de Patrocínio – MG no ano de 2022



Fonte: Autoria própria

Ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 14 °C a 29 °C e raramente é inferior a 11° C ou superior a 34° C., no entanto, podem ser registradas temperaturas mínimas absolutas abaixo da média, como por exemplo a mínima registrada de 1° C em junho de 2021.

O balanço hídrico do município de Patrocínio, registrado ao longo de 2022, está apresentado na Tabela 2. Estes dados foram extraídos do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET e adequados para o formato que segue abaixo.

Tabela 2 - Balanço hídrico do município de Patrocínio - MG

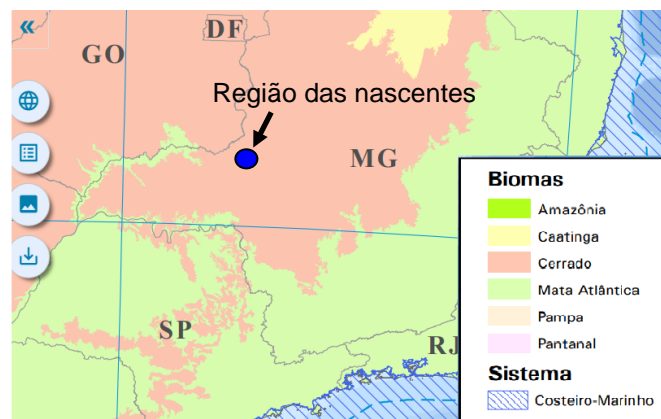
DATA	ETo	P (mm)	ARM (mm)	ETr	T (°C)	DEF (mm)	EXC (mmm)
jan/22	42,79	110,63	100,00	42,79	22,48	0,00	67,84
fev/22	41,74	81,00	100,00	41,74	22,64	0,00	39,26
mar/22	41,28	80,59	100,00	41,28	22,35	0,00	39,31
abr/22	38,53	31,49	92,29	37,75	21,70	0,79	0,47
mai/22	33,88	15,21	54,48	26,62	19,75	7,26	0,00
jun/22	31,25	4,64	27,87	13,00	18,56	18,26	0,00
jul/22	35,50	4,33	11,53	8,49	18,58	27,01	0,00
ago/22	44,00	6,51	3,97	8,32	20,29	35,68	0,00
set/22	46,84	23,12	1,55	23,56	21,89	23,29	0,00
out/22	49,19	46,34	3,11	44,41	22,74	4,78	0,00
nov/22	43,93	76,54	63,91	43,93	22,24	0,00	1,64
dez/22	40,99	108,05	100,00	40,99	22,13	0,00	67,06
<b>Média anual</b>	<b>40,83</b>	<b>49,04</b>	<b>54,89</b>	<b>31,07</b>	<b>21,28</b>	<b>9,75</b>	<b>17,97</b>

Fonte: Adaptado de INMET (2024)

## 4.5 VEGETAÇÃO LOCAL

O mapa Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil, disponibilizado no site do IBGE (2024), apresenta o mapa do território brasileiro contemplando apenas a característica macro da região como um todo, não apresentando as características pontuais dos biomas, o qual varia conforme relevo, solo e umidade. A Figura 20 apresenta, segundo a definição do mapa de biomas do IBGE, a caracterização da área das nascentes, as quais estão localizadas no Bioma Cerrado

Figura 20 - Classificação da vegetação conforme Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil do IBGE



Fonte: Adaptado de IDE Sisema (2024)

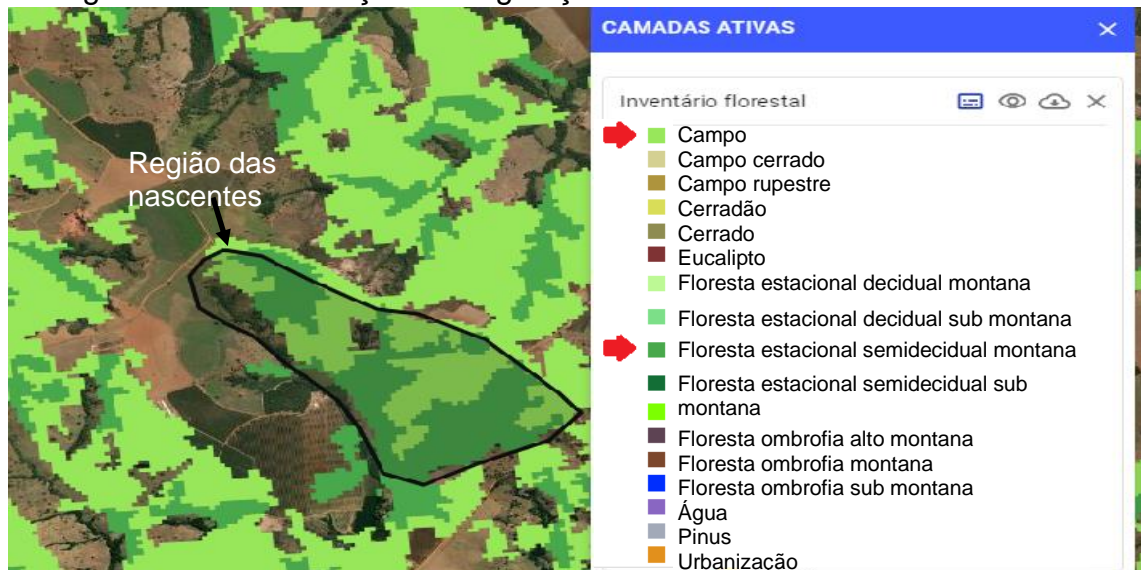
Segundo Marçal Junior & Araújo (2007),

as formações florestais do Bioma Cerrado podem ser encontradas associadas a um curso d'água, em solos mais úmidos, como as matas de galeria e ciliar, e as situadas em solos mais secos, com maior fertilidade, nos interflúvios, como nos cerradões e matas secas semidecíduas e decíduas.

Assim, é esperado que uma mesma região venha apresentar variações de formação florestal.

O sistema IDE – Sisema apresenta, por meio de mapa e escala de cores, uma definição mais específica de cada região do estado de Minas Gerais. A Figura 21, apresenta a vegetação típica da região da nascente.

Figura 21 - Classificação da vegetação conforme sistema IDE - Sisema



Fonte: Adaptado de IDE Sisema (2024)

Conforme pode ser observado na legenda da Figura 21, a escala de cores indica que a região da nascente é composta pela vegetação de campo e de floresta estacional semidecidual montana. Essa composição acaba por formar um mosaico bem distinto. Porém, pode haver outras formações vegetais, principalmente nas proximidades de áreas úmidas como nascentes e leitos de córregos e rios.

Ainda segundo Marçal Junior & Araújo (2007), no cerrado há a presença de vegetação com matas de galeria e ciliar, uma vez que a região das nascentes apresenta solo mais úmido. Neste tipo de formação vegetal as copas das árvores, situadas nas duas margens, entrelaçam-se sobre o curso d'água formando verdadeiras galerias e perdem menos folhas na estação seca, sendo consideradas perenifólias.

A vegetação de campo é caracterizada pela presença evidente de arbustos e subarbustos entremeados no estrato arbustivo-herbáceo. Já a floresta estacional semidecidual montana apresenta uma vegetação densa durante a estação chuvosa, mas perdem parte das suas folhas durante o inverno seco para evitar a perda d'água. Devido à essas condições específicas, esse tipo de bioma apresenta diversas espécies endêmicas.

#### 4.6 LOCALIZAÇÃO DAS NASCENTES

A área de escolha das nascentes está localizada na sub-bacia do córrego

Dantas, que é afluente do rio Quebra Anzol, o qual compõe a bacia do rio Paranaíba. A escolha dessas nascentes se deu por ocorrerem em uma região relativamente próximas umas das outras e por apresentarem características semelhantes às demais nascentes da região de Patrocínio.

Outro fato relevante da escolha das nascentes é que estas compõem a cabeceira do córrego Dantas. A Figura 22 apresenta o mapa cartográfico da região, onde é possível observar que a área de estudo compreende a cabeceira do Córrego Dantas.

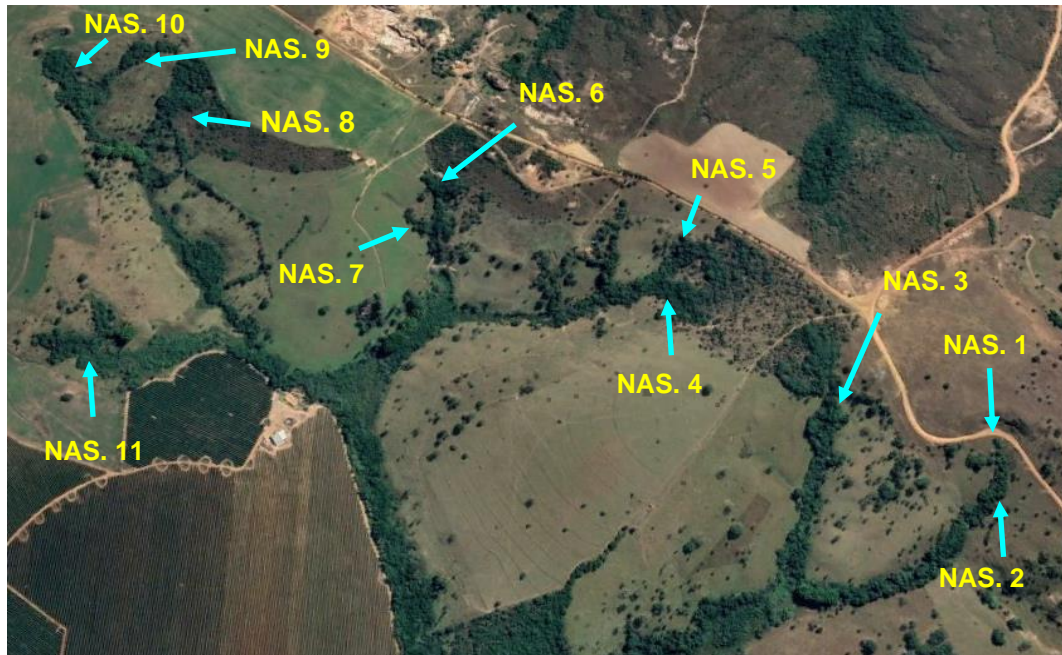
Figura 22 – Mapa cartográfico da região das nascentes



Fonte: Adaptado de Bases Cartográficas Contínuas do Brasil – IBGE (2024)

A região em estudo, destacada na Figura 22, é composta por 11 afloramentos de água que estão apresentados na Figura 23. Destas 11 nascentes identificadas, 9 foram analisadas. As nascentes 10 e 11 apresentaram risco de segurança devido à altura do capim, inviabilizando o acesso aos afloramentos e, portanto, não foram analisadas. Destaca-se que a nascente do Córrego Dantas é a NAS. 10.

Figura 23 – Imagem da área de estudo com a localização das nascentes



Fonte: Adaptado de Google Earth (2023)

As coordenadas geográficas para localização das nascentes estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Coordenadas Geográficas das nascentes

Nascente	Localização	Status
NAS. 1	19°01'52" Sul / 47°17'26,4" Oeste	Analisada
NAS. 2	19°01'56,4" Sul / 47°17'31,8" Oeste	Analisada
NAS. 3	19°01'56,4" Sul / 47°17'31,8" Oeste	Analisada
NAS. 4	19°01'41,4" Sul / 47°17'47,2" Oeste	Analisada
NAS. 5	19°01'39,3" Sul / 47°17'47,2" Oeste	Analisada
NAS. 6	19°01'33,4" Sul / 47°18'02,1" Oeste	Analisada
NAS. 7	19°01'36,3" Sul / 47°18'02,1" Oeste	Analisada
NAS. 8	19°01'27,6" Sul / 47°18'18,9" Oeste	Analisada
NAS. 9	19°01'23,8" Sul / 47°18'28,8" Oeste	Analisada
NAS. 10	19°01'25" Sul / 47°18'34,5" Oeste	Não analisada
NAS. 11	19°01'47" Sul / 47°18'30,5" Oeste	Não analisada

Fonte: Autoria própria

#### 4.7 METODOLOGIA ADOTADA

O desenvolvimento deste trabalho contou com três etapas, sendo elas:

- i) mapeamento da área a ser analisada;
- ii) levantamento de campo com a respectiva avaliação macroscópica de conservação das nascentes e;

- iii) a proposta de recuperação da área, caso seja constatado degradação ou caso a área de APP não esteja em conformidade com a legislação ambiental.

Antes de realizar o trabalho de campo, primeiramente foi mapeada a área de estudo por meio de imagens de satélite utilizando o Google Earth. Por meio desta ferramenta foram analisados os possíveis pontos da existência de nascentes que poderiam ser avaliadas. Nesta etapa foram identificadas 11 nascentes, nomeadas de NAS. 01 a NAS. 11.

Tendo mapeado a área, prosseguiu-se com o trabalho de campo de modo a realizar uma análise visual das condições ambientais de cada área. Das 11 nascentes mapeadas, 9 foram analisadas. Por motivo de segurança quanto ao acesso, duas nascentes (NAS. 10 e NAS. 11) não foram analisadas.

O levantamento de campo ocorreu no mês de julho de 2023, que é o período de estiagem na região de Minas Gerais, o que corrobora para a afirmação no que tange a sazonalidade; todas as nascentes analisadas são do tipo perene.

Com relação ao tipo de exfiltração das 9 nascentes estudadas, 4 possuem característica pontual, enquanto as outras 5 nascentes são do tipo difusa. Das nascentes do tipo difusa, analisadas neste trabalho, apenas uma tem formação de brejo (nascente 9) e numa extensão pequena. As demais nascentes difusas possuem terra encharcada, mas não há uma região alagadiça como normalmente são os brejos e 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 et al. (2005) e adaptado por Felipe (2009), que visa estabelecer o estado de conservação de uma nascente (Tabela 4). Esta metodologia sugere que sejam apresentados parâmetros macroscópicos a serem avaliados e que, a estes atributos, sejam aplicados pesos conforme consta o estado de conservação da área averiguada. Ao final desta avaliação, ter-se-á um resultado de caráter qualitativo da preservação da nascente.

A Tabela 4 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). O valor máximo possível do índice é 27, 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 9 (OLIVEIRA et al, 2013).

Tabela 4 – Índice de Impacto Ambiental

<b>Parâmetro macroscópico</b>	<b>Ruim (1)</b>	<b>Médio (2)</b>	<b>Bom (3)</b>
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)

Já a Tabela 5 apresenta a classificação das nascentes conforme pontuação total obtida.

Tabela 5 - Classificação das nascentes quanto ao grau de proteção

<b>Classe</b>	<b>Grau de proteção</b>	<b>Pontuação</b>
A	Ótimo	25 – 27
B	Bom	22 – 24
C	Razoável	19 – 21
D	Ruim	16 – 18
E	Péssimo	Abaixo de 15

Fonte: Adaptado de Gomes (2005)

#### 4.8 DELIMITAÇÃO DA APP

A delimitação da APP de cada nascente foi definida com base na legislação vigente conforme a situação de cada área analisada. As delimitações das APPs, apresentada nas imagens de cada nascente foram realizadas no software AutoCad, tendo como fundo a imagem obtida no Google Earth. A utilização do AutoCad foi uma ferramenta muito importante, principalmente para o cálculo da área da APP, uma vez que, nos casos das nascentes difusas, a área pode não ser um círculo perfeito com 50m de raio. Além disso, esse software permite realizar outros traçados para facilitar o entendimento tanto da análise, quanto do que está sendo proposto.

Apesar do software AutoCad ser uma ferramenta com grandes recursos, destaca-se que as áreas delimitadas são apenas estimativas, de tal modo que a real definição da APP deverá ser realizada por profissional topográfico.

#### 4.9 LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES DA FAUNA E FLORA

Durante o levantamento de campo, também foram observadas as espécies da fauna e flora local. Este levantamento é importante para verificar a diversidade vegetal e animal, sendo que estes últimos estão vinculados à dispersão de sementes, o que contribui tanto para a recuperação de áreas degradadas quanto para o aumento da diversidade de espécies vegetais em áreas que já possuem vegetação, porém com pouca variedade.

Cabe destacar que as espécies da fauna verificadas são comuns em todas as nascentes, haja visto que a região geográfica analisada possui apenas 2,8 quilômetros quadrados (280 hectares).

A distância entre as nascentes mais extremas é cerca de 2,2 quilômetros, em linha reta, e cerca de 2,9 quilômetros percorrendo o leito do fluxo de água das nascentes, onde há a presença de vegetação da mata ciliar. Desse modo, é esperado que os animais, em especial as aves, percorram toda essa região.

A tabela do anexo I apresenta as principais espécies vegetais observadas tanto na região da nascente e seu entorno, cuja localização consta como RN (região da nascente). Já as espécies observadas na região do município de Patrocínio, está declarada como CR (Comum da Região). Ainda nesta mesma tabela, as espécies apresentam a característica em função da umidade do terreno. Assim há espécies que suportam terrenos úmidos (U), espécies que são específicas de terrenos drenados (D) e espécies que se desenvolvem tanto em terrenos úmidos quanto drenados (U/D).

No que tange a fauna, não foi realizado um estudo minucioso para levantar as espécies. A tabela do anexo II traz as espécies da fauna observados (vistos ou ouvidos) durante o levantamento, enquanto a tabela do anexo III apresenta os animais comumente observados pelos moradores da região, porém não observados no dia do levantamento.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 NASCENTE 1 (NAS. 1)

A nascente 1, de coordenadas 19°01'52" Sul e 47°17'26,4" Oeste, é uma nascente do tipo difusa, apresentando maiores pontos de afloramentos no período das chuvas. Na Figura 24 está apresentada a nascente tendo a linha amarela delimitando a área da APP da nascente conforme rege a legislação que, no caso de nascente difusa, o limite mínimo da APP deve estar a 50 metros de cada afloramento.

Ainda na Figura 24, os pontos na cor azul representam os afloramentos verificados no dia do levantamento de campo. Cabe ressaltar que este foi realizado no período da estiagem, logo, os pontos em azul são nascentes permanentes. Já os pontos em vermelho representam os afloramentos comumente observados no período das chuvas, mas que cessam no período de estiagem, sendo, portanto, nascentes intermitentes. Conforme rege a legislação, os afloramentos, mesmo que intermitentes, devem ser considerados para a definição da área da APP.

Figura 24 - Nascente 1



Fonte: Adaptado de Google Earth (2023)

Como é possível observar, a estrada está localizada exatamente sobre a região da nascente, o que muito contribui para a degradação dos afloramentos. Cabe destacar que esta estrada é acesso a inúmeras propriedades rurais e às comunidades

rurais de Córrego-Dantas e de Santo Antônio do Quebra Anzol, o que a torna uma via de intenso fluxo de veículos.

A propriedade onde se encontra esta nascente tem como atividade econômica a criação de bovinos, os quais acessam toda a região da APP, uma vez que esta não possui cerca para restringir o acesso do rebanho.

Por meio da análise da Figura 24 é possível observar que a área da APP irá envolver três propriedades distintas (A, B e C), o que implica que o trabalho deverá ser realizado em conjunto. Nota-se ainda, que os afloramentos de água ocorrem na propriedade C e que a APP terá a maior área nesta propriedade.

Durante o levantamento de campo foram observadas as condições de cada item da Tabela 4 (Índice de Impacto Ambiental), resultando em 14 pontos. Essa pontuação a coloca na classe E, cujo grau de proteção é definido como ruim, conforme consta na Tabela 5 (Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos) deste trabalho. A Tabela 6 apresenta o resultado da Análise Macroscópica da nascente 1.

Tabela 6 - Resultado da Análise Macroscópica da nascente 1

Parâmetro macroscópico	Situação observada	Pontuação atribuída
Cor da água	Clara	2
Odor da água	Não há	3
Lixo ao redor da nascente	Pouco	2
Óleos	Pouco	2
Vegetação	Degradada ou ausente	1
Uso por animais	Constante	1
Assoreamento	Muito	1
Proteção do local	Ausente	1
Proximidade de vias	A menos de 50m	1
Pontuação final	-	14

Fonte: Autoria própria

De fato, a situação de preservação desta nascente é muito preocupante pois está exposta ao descarte de resíduos sólidos (mesmo que esporádico e em pequena quantidade), à presença de óleo proveniente dos veículos que circulam nesta estrada, ao assoreamento também oriundo da estrada e ao pisoteio de animais bovinos, que acabam por compactar todo o assoreamento depositado sobre a nascente. As figuras de 25 a 29 ilustram as condições de degradação desta nascente.

Figura 25 - Direcionamento da água pluvial para a região dos afloramentos de água



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 26 - Ausência de vegetação, erosão e intenso pisoteio do gado



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 27 - Região dos afloramentos com vegetação degradada, assoreamento e pisoteio do gado



Fonte: Aatoria própria (2023)

Figura 28 - Região de mata contendo vegetação alterada pelo pisoteio do rebanho e intenso assoreamento



Fonte: Aatoria própria (2023)

Figura 29 - Forte alteração da área com mata devido à presença constante do rebanho



Fonte: Aatoria própria (2023)

A partir da observação das figuras acima, nota-se que há uma forte degradação desta nascente. A pouca vegetação existente não apresenta grande variação de

espécies e tem sido eliminada pela frequente presença do rebanho e pela ação de limpeza da área por meio do processo de roça que os proprietários realizam.

A pequena faixa de vegetação dentro da área de APP da nascente inicia-se quando o fluxo de água começa a se acumular, que seria a área da mata ciliar. No entanto, essa área também apresenta forte assoreamento e intenso pisoteio de animais, conforme pode ser observado nas imagens.

Como mencionado, os dois maiores impactantes nesta área são a estrada localizada sobre a área das nascentes, a qual deposita grande quantidade de sedimentos por meio da enxurrada e a presença de animais bovinos. Logo, para que a área de APP dessa região esteja em conformidade com o que rege a legislação será necessário alterar a rota da estrada e cercar toda a área da nascente. Além disso, devido à alta degradação existente, em especial na região da estrada, será necessário adotar alguma metodologia para restaurar a vegetação. Essas discussões serão apresentadas nos subtópicos seguintes.

### **5.1.1 Proposta de desvio da estrada**

Para que a legislação ambiental seja cumprida de forma plena e de modo a eliminar o agente que provoca o maior impacto, faz-se necessário desviar a rota da estrada.

Devido às regiões de divisa das propriedades e ao relevo do local, a melhor opção de desvio da rota da estrada, que gera o menor impacto tanto ambiental quanto para os moradores da região, está representada na cor azul na Figura 30.

Ao realizar o desvio proposto, além da estrada não ficar inserida dentro da região da APP, cessará todo o fluxo de água pluvial contendo sedimentos da estrada para a região da nascente, uma vez que o declive da região de desvio proposto é para o lado oposto da nascente.

O percurso total da rota desviada será de aproximadamente 650 metros, um percurso que pode ser considerado pequeno, mas que acarretará um enorme benefício ao meio ambiente, uma vez que fatores como a presença de resíduos sólidos, presença de óleo e, principalmente o assoreamento da nascente, deixarão de ocorrer.

Figura 30 – Proposta de desvio da estrada



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

Com a retirada da estrada da região da nascente é possível retirar todo o enxurro da estrada antes que atinja a região da nascente. Para que isto seja possível, deve-se realizar o terraceamento, sendo que este trabalho que requer apoio técnico especializado.

O papel das bacias de contenção é captar a água pluvial, o que contribuirá com o processo de infiltração e garantirá que todo sedimento fique depositado nelas, evitando, por conseguinte, o processo de assoreamento tanto da nascente quanto do leito do córrego.

### 5.1.2 Delimitação da APP da nascente 1

A área a ser recuperada, que é APP da nascente, está apresentada na Figura 31 e possui aproximadamente 15.245 m<sup>2</sup> (1,52 hectares), envolvendo a área das três propriedades, sendo que a maior parte pertence à propriedade C. Para a definição da área foram considerados os afloramentos intermitentes e, a partir desses, foram traçadas as distâncias mínimas de 50 m.

Toda a área delimitada pela linha amarela, que é a área da APP a ser restaurada, deverá ser cercada de modo a impedir o acesso do rebanho. Tal entendimento possui respaldo na legislação ambiental, conforme fora apresentado no capítulo 4 deste trabalho.

Figura 31 - Delimitação da APP da nascente 1



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

### 5.1.3 Proposta de recuperação vegetal

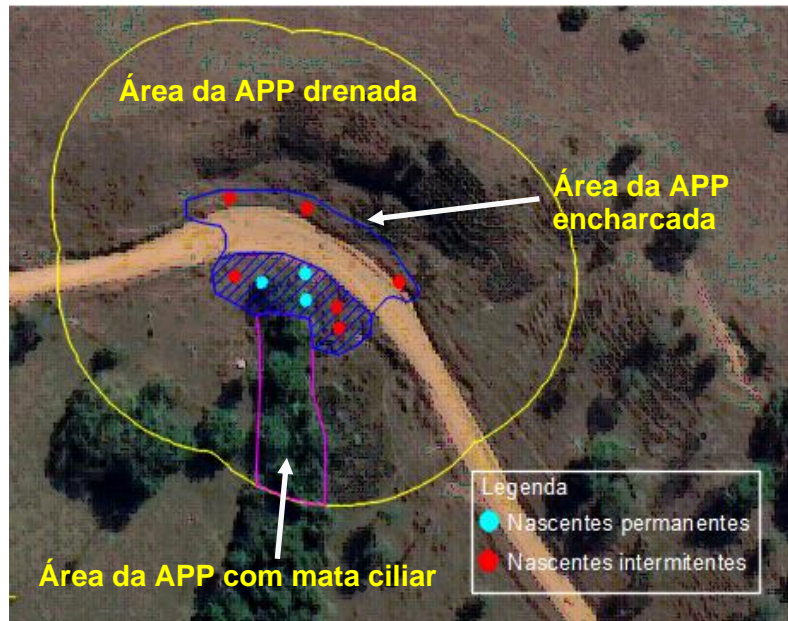
Conforme pode ser observado nas figuras de 25 a 29, há pouca vegetação na área da APP, desse modo, o método mais indicado para a recuperação da área é por meio do plantio de mudas. O Plantio deverá ocorrer em módulos, uma vez que a área da nascente apresenta ambientes distintos com características de terreno, sendo partes drenado e partes encharcado.

O processo de recuperação levará em conta a análise detalhada de cada região da nascente, sendo eles:

- a área da Mata Ciliar, destacada na cor magenta, possuindo uma vegetação desenvolvida (5,6% da área a ser recuperada);
- a área onde se encontram os afloramentos perenes e cuja terra apresenta encharcamento, porém sem acúmulo de água (11,5% da área, destacado em azul).
- a área da APP cuja característica do terreno é do tipo drenado, demarcada pela linha amarela e que contempla a maior parte da área a ser restaurada (82,9% da área).

A Figura 32 apresenta a delimitação de cada área da nascente 1.

Figura 32 - Definições das áreas a serem recuperadas



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

A região onde há a mata ciliar possui aproximadamente 850 m<sup>2</sup>, contendo espécies vegetais desenvolvidas. Possui uma importância significativa no processo de recuperação da vegetação da APP, pois além de ser uma fonte de sementes da vegetação nativa, também é uma área atrativa da fauna, a qual proporcionará o enriquecimento na diversidade de espécies vegetais por meio da dispersão de sementes.

A região onde se encontram os afloramentos possui uma área de aproximadamente 1.750 m<sup>2</sup> e está delimitada pela linha na cor azul da figura acima. Observando a figura nota-se que a área delimitada em azul possui uma região hachurada, a qual está destacando o local cuja umidade é perene. Nessa área é inviável o emprego de máquinas. As espécies dessa região devem suportar terreno encharcado, mas não necessariamente saturado de água, haja visto que o declive da região não propicia o acúmulo, o que a torna diferente de uma região de várzea.

Já na região delimitada pela linha azul, mas que não está hachurada, constam alguns afloramentos intermitentes, que estão indicados com pontos vermelhos. Quando emerge água destes pontos, a terra apresenta característica úmida, com escoamento de água devido à declividade. Neste local também é indicado o plantio de espécies que suportem terreno úmido, pois este poderá ficar saturado com água durante alguns meses do ano.

O restante da área da APP, que está delimitada pela linha amarela, possui

terreno drenado, e contém uma área de aproximadamente 12.650 m<sup>2</sup>. As espécies desta região devem ser espécies que suportem terrenos drenados.

#### **5.1.4 Proposta de recuperação vegetal na região de terra encharcada**

Nesta área de aproximadamente 1.750 m<sup>2</sup> (0,175 ha) deverão ser plantadas mudas de espécies que suportem a umidade do terreno, mesmo sabendo que parte desta área reduz significativamente a umidade do terreno no período da estiagem.

Com exceção da área da estrada, a preparação do terreno deverá ser realizada de forma manual, pois devido às nascentes e ao terreno úmido, o emprego de máquinas é inviável e até mesmo agressivo com os afloramentos de água.

Por ser uma região com fluxo de água, também não poderá ser utilizado agrotóxicos para combater as espécies invasoras como a braquiária (*Urochloa decumbens*) e a malícia (*Mimosa invisa*). Destaca-se que o processo de roçagem é o mais indicado, haja visto que a capina não surte efeito significativo na região úmida.

Já na região da estrada, deverá ser utilizado máquinas para retirar o cascalho inserido e em seguida, deverá ser realizado a descompactação do solo. Para evitar o processo de erosão nesta área e, ao mesmo tempo evitar o processo de assoreamento dos afloramentos, deverá ser previsto o terraceamento do local.

De modo a facilitar o serviço de manutenção do local, que será de forma manual devido às características do terreno e, ao mesmo tempo aplicar um método que seja menos oneroso neste processo de recuperação, a proposta será a adoção de duas técnicas de Nucleação, sendo o plantio de mudas em Ilhas Vegetativas e a instalação de Poleiros Artificiais. A adoção destes dois métodos está adequada, haja visto que haverá o plantio de mudas, bem como a dispersão de sementes por meio das aves que irão frequentar o local. Além do mais, a existência de uma mata ciliar acaba por formar um corredor permitindo o acesso de répteis e mamíferos à APP, os quais irão disseminar as sementes, contribuindo com o processo de aumento da diversidade vegetativa.

É sabido que este processo apresenta uma recuperação lenta, porém o quesito tempo de recuperação da área não está sendo um fator determinante. A figura abaixo apresenta o local de terreno encharcado em que as Ilhas Vegetativas e os Poleiros Artificiais serão inseridos (Figura 33).

Figura 33 - Proposta de recuperação da área encharcada



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

Ao todo serão plantadas 15 Ilhas Vegetativas e instalados 5 Poleiros Artificiais. Os espaçamentos entre as Ilhas Vegetativas possuem entre 10 e 12 metros. Os Poleiros Artificiais serão estrategicamente instalados próximos aos afloramentos de água, o que contribui para a atração das aves e, conseqüentemente, para a dispersão de sementes por meio destas.

Fica sugerido a construção dos Poleiros Artificiais com bambu, que é um material disponível na região e não irá onerar o projeto.

As espécies vegetais a serem inseridas nas Ilhas devem seguir o arranjo apresentado no Tópico 5.4 (Técnicas de Nucleação) deste trabalho. As espécies selecionadas para cada Ilha Vegetativa estão apresentadas na Tabela 7, a qual tem por base as espécies informadas na tabela do anexo I. Já a Tabela 8 apresenta as siglas utilizadas na Tabela 7 e que representam a respectiva sucessão ecológica das espécies citadas.

Tabela 7 - Espécies Vegetais selecionadas para cada Ilha Vegetativa.

Nome científico	Nome popular	GE	CS	G F	IHA VEGETATIVA													
					A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
<i>Tachigali rugosa</i>	Angá	P	SI	D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Talauma ovata</i>	Baguaçu	NP	ST	D	x		x			x	x		x			x	x	
<i>Ocotea glaziovii</i>	Canela	NP	ST	D	x			x		x	x			x		x	x	
<i>Cecropia pachystachya</i>	Embaúba	P	P	D	x	x	x	2x	x	x	x	x	x	2x	x	x	x	
<i>Ficus adhatodifolia</i>	Gameleira	NP	ST	D		x		x				x		x			x	
<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	P	P	P	x		x		x		x		x		x		x	
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	Embiruçu	NP	SI	D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Inga edulis</i>	Ingá	NP	SI	P	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Handroanthus serratifolius</i>	Ipê Amarelo	NP	ST	D			x		x				x		x			
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Ipê Roxo	NP	ST / CL	D				x				x				x		
<i>Genipa americana L.</i>	Jenipapo	NP	SI	D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Mangue/ Guanandi	NP	ST / CL	D	x				x				x				x	
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Óleo de Copaíba	NP	ST / CL	D		x				x				x			x	
<i>Euterpe edulis</i>	Palmito	NP	CL	D			x				x				x			
<i>Xylopia emarginata</i>	Pindaíba	NP	ST	D		x			x			x			x		x	
<i>Tapirira guianensis</i>	Peito de Pombo	NP	SI	D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Myrsine guianensis</i>	Pororoca	P	P	P	x	2x	x	x	x	2x	x	2x	x	x	x	2x	x	
<i>Tibouchina estrellensis</i>	Quaresmeira	P	SI	P	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Croton Urucurana</i>	Sangra D'água	P	P	P	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	

Fonte: Autoria própria

Tabela 8 - Siglas utilizadas na Tabela 7

Coluna	Sigla	Significado
Grupo Ecológico (GE)	P	Pioneira
	NP	Não Pioneira
Categoria Sucessória (CS)	CL	Clímax
	Pi	Pioneira
	SI	Secundária Inicial
	ST	Secundária Tardia
Grupo Funcional (GF)	D	Diversidade
	P	Preenchimento

Fonte: Autoria própria

A partir da Tabela 7, nota-se que cada Ilha Vegetativa possuirá 13 mudas, variando de 12 a 13 espécies distintas em cada Ilha. Ao todo serão implantadas 19 espécies diferentes nesta região úmida. No entanto, cabe ressaltar que a região contém um pequeno remanescente de vegetação nativa, composta de outras espécies que não foram catalogadas, incluindo arbustos, trepadeiras, ervas e epífitas, as quais terão condições de repovoar a área degradada com o passar do tempo.

#### **5.1.5 Proposta de recuperação vegetal na região de terra drenada**

Nesta área de aproximadamente 12.650 m<sup>2</sup> (1,265 ha) serão plantadas mudas de espécies que tenham características de terreno drenado. A preparação do terreno será realizada tanto por meio de máquinas, quanto por meio de trabalho manual. O emprego de máquinas se faz necessário para o terraceamento, cujo objetivo é retirar o escoamento de água com partículas para a região que não contém os afloramentos, evitando, assim, o processo de assoreamento.

Também será necessário o emprego de máquinas para realizar a retirada do cascalho depositado na região da estrada e nas suas respectivas laterais. Essa retirada se faz necessária para reestabelecer as características típicas do solo local. Após a retirada do cascalho depositado, será necessário realizar a descompactação do solo.

Apesar de ser uma área drenada, o emprego de máquina não será utilizado em todo o terreno, uma vez que há uma grande parte da área com declive bastante acentuado, inviabilizando a operação. Além do mais, a gradagem de terra na região próxima aos afloramentos, cujo terreno é muito íngreme, contribuiria com o processo de assoreamento da área. Desse modo, a região de maior declive, destacada na cor ciano da figura 34, terá o preparo da área por meio de roçada manual.

Figura 34 - Apresentação da área com declive acentuado da nascente 1



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

Outro ponto de fundamental importância do terreno para a recepção das mudas, é no que tange a correta adubação. É indicado que um profissional agrônomo realize a análise da qualidade do solo da área a ser recuperada, em especial na região da estrada, que contém aproximadamente 1.600 m<sup>2</sup> (0,16 ha), pois ela possui poucos nutrientes e pouca matéria orgânica, o que dificultaria o processo de desenvolvimento das plantas. As recomendações técnicas de conservação de solo, de calagem, adubação e aplicação de matéria orgânica são de extrema relevância para o bom desenvolvimento das plantas. Tais recomendações técnicas são esperadas tanto para a área geral, como também para cada cova.

Em toda a área drenada da APP, incluindo a região da estrada e de declive acentuado, será adotado o Plantio em Linha de várias espécies, pioneiras e não pioneiras, alternadas na mesma linha. A escolha deste método se deve por oferecer maior proteção ao solo e ao curso d'água, possuir maior diversidade e apresentar um custo mais baixo ao longo do tempo.

Como visto no item 5.2.1 deste material, a metodologia de plantio das mudas deve conter em sua maior proporção, de espécies pioneiras, representando 60% das

mudas. As espécies não pioneiras (40% do total das mudas) são divididas em secundárias (30%) e clímax (10%).

Como a área drenada possui uma região de declive acentuado, cuja mecanização para manutenção é inviável, sugere-se que nesta área seja adotado um espaçamento menor entre as mudas, pois conforme apresentado na Tabela 1, isso proporcionará um fechamento das copas em um intervalo de tempo menor. Desse modo, a área de declive acentuado, que possui cerca de 6.870 m<sup>2</sup>, será adotado o espaçamento de 2,0 X 2,0 m, sendo necessário 1.718 mudas. Dessas, 1.031 mudas serão pioneiras, 515 serão secundárias e 172 serão clímax.

O restante da área drenada destinada ao plantio de mudas possui 5.780 m<sup>2</sup>. Com essa área poderá ser empregada a mecanização tanto para a preparação quanto na manutenção, o espaçamento adotado será de 3,0 X 2,0 metros. Desse modo serão necessárias 964 mudas. Desse total, 578 mudas são de pioneiras, 289 são de espécies secundárias e 97 de espécies clímax. A tabela do anexo I contém as espécies observadas na região e que deverão ser selecionadas para o plantio, atentando para que sejam selecionadas espécies típicas de terreno drenado.

Após o plantio, faz-se necessário realizar as devidas manutenções conforme explanado no item 5.4 deste trabalho.

#### **5.1.6 Proposta de recuperação vegetal na região com mata ciliar**

Nesta área de aproximadamente 850 m<sup>2</sup> tem-se espécies bem desenvolvidas, no entanto, conforme pode ser observado nas figuras 28 e 29, a presença frequente de bovinos tem provocado a compactação do solo acabando por interromper o desenvolvimento das plântulas e das brotações.

Contudo, apesar de apresentar uma degradação significativa, a presença de espécies já desenvolvidas, que promovem a chuva de sementes, juntamente com o banco de sementes (seed bank) existente no solo, a existência de matéria orgânica e a presença da fauna local, apresentam as condições adequadas para adotar a recuperação utilizando a técnica de Regeneração Natural.

Conforme já mencionado neste estudo, esta técnica não requer atuação direta, bastando apenas manter a área isolada por meio da construção e manutenção da cerca a ser construída em torno da região da APP da nascente.

## 5.2 NASCENTE 2 (NAS. 2)

A nascente 2, de coordenadas 19°01'56,4" Sul / 47°17'31,8" Oeste, também é uma nascente do tipo difusa. No entanto, diferente da nascente 1, os vários afloramentos são perenes e estão concentrados em uma região bem definida de aproximadamente 10 m<sup>2</sup>, estando a cerca de 15 metros do leito do fluxo de água originado da nascente 1.

A área da APP desta nascente deve conter um raio de 52 metros a partir do local de concentração dos afloramentos de água, assim, garantir-se-á a distância mínima de 50 metros de cada afloramento, conforme rege a legislação. A Figura 35 apresenta sua localização, tendo a área da APP delimitada pela linha amarela. Nesta figura ainda estão destacados os pontos de afloramentos de água, na cor ciano, as regiões de Mata Ciliar, na cor magenta, a área que contém cerca, na cor azul, e a linha vermelha indicando o leito do fluxo de água, que também é a divisão das propriedades A e B.

Figura 35 - Área da nascente 2



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

Nota-se que a área cercada da APP é muito inferior à área definida por lei, podendo assim concluir que esta nascente não atende a legislação, colocando-a em um estado de vulnerabilidade quanto à sua preservação.

A propriedade onde se encontra esta nascente tem como atividade econômica a criação de bovinos, os quais acessam a região da APP, delimitada pela linha amarela da Figura 35, no entanto, os animais não conseguem acessar os pontos de afloramento de água devido à cerca ali existente.

Ainda por meio da Figura 35, é possível observar que a área da APP irá envolver duas propriedades distintas, cujo limite das propriedades é dado pelo leito do fluxo de água, destacado na cor vermelha. Envolver mais de uma propriedade implica que o trabalho deverá ser realizado em conjunto. Nota-se ainda, que os afloramentos de água ocorrem somente na propriedade B desta figura e que a APP terá a maior área nesta propriedade.

Quanto às condições de preservação desta nascente, os dados foram observados durante o levantamento de campo sendo que as condições de cada item da Tabela 4 (Índice de Impacto Ambiental), resultaram num quantitativo de 23 pontos. Com esta pontuação a nascente se encontra na Classe de Conservação C, cujo Grau de Proteção é definido como bom, conforme consta na Tabela 5 (Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos) da metodologia aplicada neste trabalho. A Tabela 9 apresenta o resultado da Análise Macroscópica da NAS. 2.

Tabela 9 - Resultado da Análise Macroscópica da nascente 2.

<b>Parâmetro macroscópico</b>	<b>Situação observada</b>	<b>Pontuação atribuída</b>
Cor da água	Transparente	3
Odor da água	Não há	3
Lixo ao redor da nascente	Não há	3
Óleos	Não há	3
Vegetação	Degradada ou ausente	1
Uso por animais	Esporádico	2
Assoreamento	Natural	3
Proteção do local	Ineficiente	2
Proximidade de vias	A mais de 100 m	3
<b>Pontuação final</b>	-	<b>23</b>

Fonte: Autoria própria

O fato desta nascente não possuir estrada próxima, aliada ao fato de restrição de animais aos pontos de afloramento por meio de cerca, contribuem demasiadamente para uma situação de preservação melhor. No entanto, cabe reforçar que a área de APP desta nascente deveria ser de 8.490 m<sup>2</sup>, ao passo que somente 3.080 m<sup>2</sup> possuem cobertura vegetal, o que representa apenas 36,3%. Os outros 63,7% da área (5.410 m<sup>2</sup>) estão sendo ocupados com pastagem para

alimentação do rebanho.

Outro ponto importante é que aproximadamente 565 m<sup>2</sup> dessa nascente possui cerca para restrição dos animais, o que representa apenas 6,7% da APP legal. Também é importante mencionar que os animais frequentam a área de mata ciliar que não contém cercamento. Tal situação expõem a região ao pisoteio dos bovinos, que acabam por compactar o terreno e por dificultar o desenvolvimento de plântulas e brotações. As figuras de 36 a 39 apresentam as condições de preservação desta área que deveria ser uma APP.

Figura 36 - Área da APP cercada com processo de regeneração natural



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 37 - Área da APP com vegetação protegida pelo cercamento da área



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 38 - Área da APP cercada com acesso e com restrição de animais



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 39 - Área da APP com acesso de animais



Fonte: Autoria própria (2023)

A partir da observação da Figura 36, nota-se que a área cercada que não continha vegetação já se encontra em processo de regeneração natural. Este processo também pode ser observado na Figura 38, onde a região com acesso de animais possui poucas plantas em desenvolvimento, enquanto na região que tem restrição do rebanho, há uma maior quantidade de espécies em desenvolvimento.

A Figura 39 apresenta a degradação da área de mata ocorrida pela presença dos bovinos. Esta figura reforça a necessidade de se restringir o acesso de animais às áreas de preservação, em especial, das nascentes.

### 5.2.1 Proposta de recuperação da nascente 2

Conforme apontado na Análise Macroscópica desta nascente, os pontos de melhoria estão vinculados à vegetação insuficiente e à presença de animais dentro da APP. A atuação nestes dois pontos de melhoria fará com que a área de APP atenda

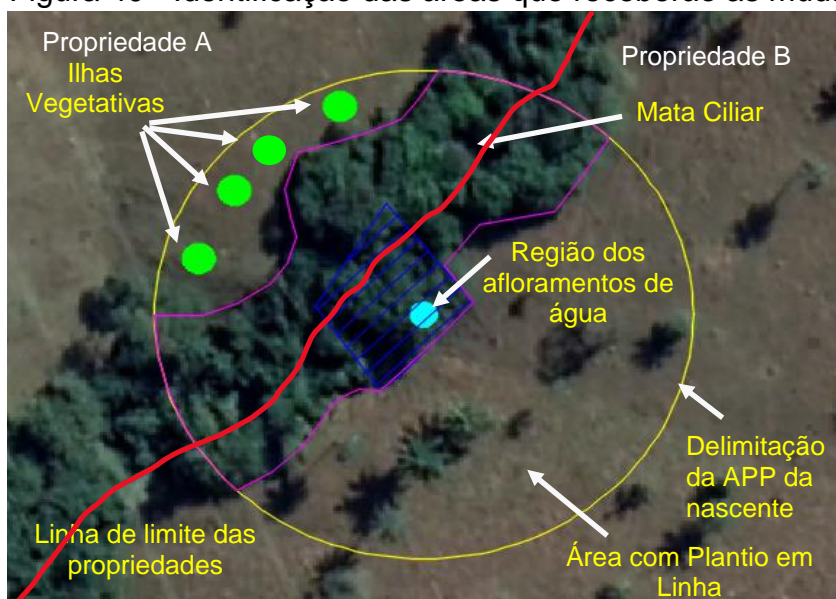
aos requisitos definidos na legislação e que a condição de preservação da nascente atinja o Grau de Proteção definido como excelente, conforme evolução da vegetação.

A primeira atuação é o cercamento da APP. A área total a ser cercada possui 8.490 m<sup>2</sup>, englobando parte da mata ciliar e parte da área de pastagem, além de envolver a área das duas propriedades confrontantes. Este procedimento atenderá um dos requisitos da legislação, que é a restrição da presença de animais domésticos dentro da APP.

A segunda atuação é a recuperação vegetal. Como visto na Figura 35, aproximadamente 3.080 m<sup>2</sup> já possuem cobertura vegetal (destacada na cor magenta), vinculada à parte da mata ciliar. Esta área possui várias espécies vegetais, como árvores, arbustos, trepadeiras, ervas e epífitas. Desse modo, apesar da degradação ocasionada pelo pisoteio dos bovinos, a regeneração ocorrerá de forma natural. Portanto, nesta região será adotada a metodologia da Regeneração Natural.

No restante da área da APP (5.410 m<sup>2</sup>), que atualmente contém pastagem, será adotado o plantio de mudas visando aumentar a diversidade de espécies desta região. Devido à característica limítrofe da APP, serão adotadas duas formas de recuperação vegetal. A Figura 40 apresenta a área onde será adotado o plantio de mudas utilizando o método de Nucleação por meio de Ilhas Vegetativas e a área onde será adotado o Plantio em Linha de várias espécies, pioneiras e não pioneiras, alternadas na mesma linha.

Figura 40 - Identificação das áreas que receberão as mudas



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

Na parte da APP que contém pastagem e está localizada na propriedade A, tem-se uma área de apenas 1.150 m<sup>2</sup>, sendo que o ponto mais distante do limite da APP à mata ciliar é de aproximadamente 22 metros. Como esta região está muito próxima à região com vegetação já desenvolvida e por ser uma região pequena, o método de Regeneração Natural é viável. Porém, visando aumentar a diversidade de espécies, sugere-se a introdução de 4 Ilhas Vegetativas com 13 espécies cada ilha. A tabela do anexo I apresenta as espécies que podem ser inseridas, as quais devem suportar as condições de terreno drenado.

Já a parte da APP que contém pastagem e está localizada na propriedade B, possui uma área de 4.260 m<sup>2</sup>. Esta região possui uma área maior com pontos mais distantes da região de mata, o que requer o plantio de espécies. Como já mencionado, o método proposto é o Plantio em Linha de várias espécies, pioneiras e não pioneiras, alternadas na mesma linha. A adoção desta técnica almeja aumentar a diversidade de espécies e, ao mesmo tempo, obter uma recuperação em um intervalo de tempo menor quando comparado com a Regeneração Natural. Destaca-se que, apesar deste método ser mais oneroso, o tamanho da área a ser plantada é menor, o que requer um aporte financeiro menor.

Para a região do Plantio em Linha, adotando um espaçamento de 2,5 X 2,0 metros, serão necessárias 852 espécies. Seguindo o conceito de 60% de espécies pioneiras, 30% de espécies secundárias e 10% de espécies clímax, serão necessárias, respectivamente, 511, 256 e 85 espécies vegetais. Todas estas espécies vegetais devem ter a característica de terreno com solo drenado. A tabela do anexo I deverá ser consultada para a seleção das espécies.

A preparação do terreno deverá contemplar uma gradagem e o terraceamento da área. O conhecimento das condições de fertilidade do solo é de grande importância, sendo indicado a análise por um agrônomo, o qual irá indicar os produtos e a forma de aplicação necessários para o bom desenvolvimento das plantas.

Os cuidados pós plantio devem ser seguidos conforme recomendações apresentadas no item 5.4 deste material.

### 5.3 NASCENTE 3 (NAS. 3)

A nascente 3, de coordenadas 19°01'56,4" Sul / 47°17'31,8" Oeste, é uma nascente do tipo pontual e perene. Esta nascente se encontra próxima à divisa de

duas propriedades, de tal modo que a área de preservação envolverá ambas.

A área protegida desta APP deve ser de 7.850 m<sup>2</sup>, referente ao raio de 50 metros a partir do ponto de afloramento, conforme rege a legislação. A Figura 41 apresenta a localização da nascente, com destaque do ponto de afloramento na cor ciano. Ainda estão representadas nesta figura a área da APP, delimitada pela linha amarela e o limite de cada propriedade, na cor vermelha.

Figura 41 - Área da nascente 3



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

A partir da análise da figura acima é possível verificar que a área da APP, delimitada pela linha amarela, é inferior à área definida pela legislação, podendo se concluir que esta nascente não está em conformidade, sendo necessário realizar adequação neste local. Destaca-se que somente a área contendo mata nativa possui cerca. O restante da área é acessado pelos animais bovinos para o pastoreio, sendo que esta é a atividade econômica desenvolvida nas duas propriedades.

Durante o levantamento de campo, os itens da Tabela 3 (Índice de Impacto Ambiental) foram avaliados com atribuição dos pesos conforme condições observadas. A avaliação dos parâmetros desta nascente está apresentada na Tabela 10, com um somatório final de 23 pontos, conferindo-a a Classe de Conservação B,

cujo Grau de Proteção é considerado bom, conforme Tabela 5 (Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos) da metodologia aplicada neste trabalho.

Tabela 10 - Resultado da Análise Macroscópica da nascente 3

Parâmetro macroscópico	Situação observada	Pontuação atribuída
Cor da água	Transparente	3
Odor da água	Não há	3
Lixo ao redor da nascente	Pouco	2
Óleos	Não há	3
Vegetação	Alterada	2
Uso por animais	Não há	3
Assoreamento	Pouco	2
Proteção do local	Ineficiente	2
Proximidade de vias	A mais de 100 m	3
<b>Pontuação final</b>	-	<b>23</b>

Fonte: Autoria própria

As figuras de 42 a 46 apresentam as condições visualizadas nesta nascente, onde é possível observar que a vegetação da mata nativa é bem fechada. Em oposição, também é evidenciado a ausência de vegetação na região da APP.

Figura 42 - Área da APP com pastagem e bem roçada



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 43 - Área de mata cercada – Vista 1



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 44 - Área de mata cercada – Vista 2



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 45 - Ponto de afloramento de água da nascente 3



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 46 - Vista da vegetação e do ponto de erosão



Fonte: Autoria própria (2023)

O enquadramento desta nascente na condição de boa está vinculada à presença de vegetação e à restrição de animais domésticos na parte de mata da nascente. No entanto, a área da APP possui uma área de vegetação de apenas 3.630m<sup>2</sup>, um valor que corresponde a apenas 46% da área definida pela legislação. Este fato contribui para que a nascente esteja exposta a agentes externos como o grande fluxo de enxurrada proveniente da parte alta do terreno.

A presença de resíduos sólidos, de assoreamento e de erosão na região da nascente é atribuída à inexistência de vegetação na cabeceira da nascente, à presença de uma estrada (localizada a cerca de 140 m do ponto de afloramento), cujos resíduos sólidos são transportados pela enxurrada e à inexistência de terraceamento para retenção dos grandes volumes de enxurrada contendo sedimentos, que devido à característica do terreno, acabam por concentrá-la no ponto da nascente.

### 5.3.1 Proposta de recuperação da nascente 3

Diante da Análise Macroscópica desta nascente, observou-se a necessidade de aumentar a cobertura vegetal, bem como a construção de terraceamento para retenção da água pluvial. Esta atuação fará com que esta nascente eleve sua pontuação, alcançando o nível de excelente.

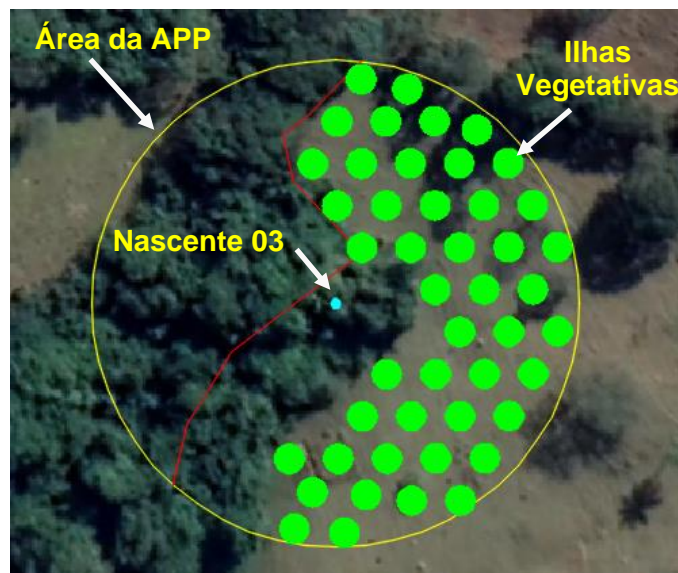
A área a ser recuperada desta nascente é de 4.220 m<sup>2</sup>, o que corresponde a 54% da APP. Cabe ressaltar que a outra parte da APP (46% restante) já está cercada e contém uma vegetação bem desenvolvida e em bom estado de conservação.

Por meio da Figura 41, nota-se que a área de atuação ficará restrita à propriedade A. A técnica de recuperação proposta é a Nucleação por meio de Ilhas Vegetativas.

A proposta ora sugerida se deve ao fato de a área possuir pastagem por vários anos, o que implica em não conter banco de sementes e por apresentar poucas espécies e pouca diversidade de espécies mais alta do terreno, o que reduz a eficácia da Regeneração Natural. Assim, o método proposto implanta espécies vegetais que irão contribuir para o aumento da diversidade e ainda promoverá uma recuperação mais rápida.

Cada Ilha Vegetativa será composta de 13 mudas, com espaçamento de 0,75m entre cada muda e espaçamento de 10m entre cada ilha, conforme modelo apresentado no tópico 3.3.8. Ao todo serão inseridas 46 Ilhas Vegetativas, totalizando 702 mudas. As espécies a serem plantadas nesta área podem ser selecionadas na tabela do anexo I, sendo que as espécies deverão suportar terreno drenado. A Figura 47 ilustra a disposição das Ilhas Vegetativas, as quais estão destacadas na cor verde.

Figura 47 - Plantio de Ilhas Vegetativas



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

Para realizar o plantio, será necessário cercar e preparar a área a ser recuperada. Por ser uma área com declive moderado, todo o trabalho poderá ser realizado com o emprego de máquinas. Também será necessário consultar um agrônomo para realizar a análise físico-química do solo e indicar quais os insumos e seus respectivos quantitativos deverão ser utilizados.

Durante a preparação do terreno, deverá ocorrer a construção de terraceamento, o que evitará o processo de assoreamento e de erosão desta nascente.

Por fim, todo o processo de manutenção da área plantada, conforme mencionado no tópico 3.5, deverá ser observado para obter sucesso no plantio e no desenvolvimento vegetativo.

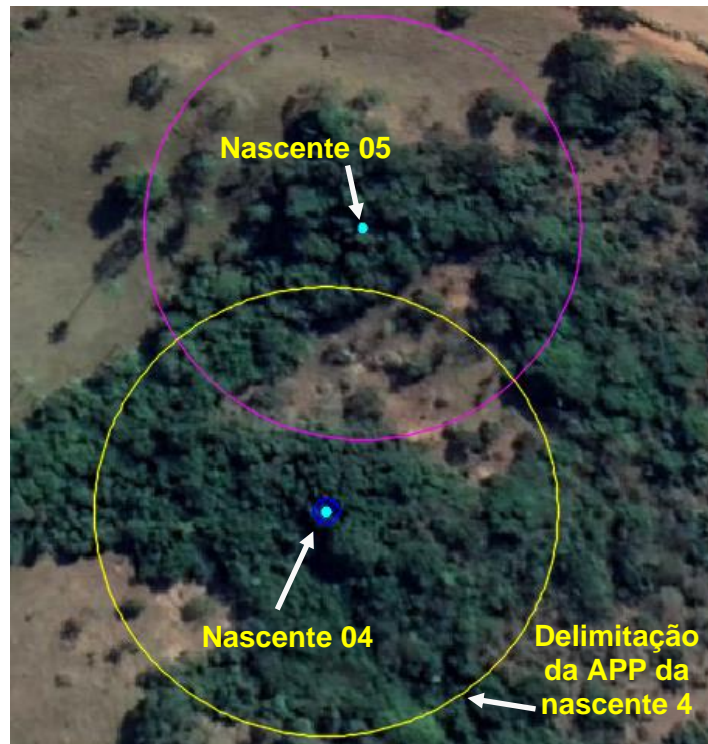
#### 5.4 NASCENTE 4 (NAS. 4)

A nascente 4, de coordenadas 19°01'41,4" Sul / 47°17'47,2" Oeste, é uma nascente do tipo difusa, cujos afloramentos ficam concentrados em uma área de aproximadamente 10 m<sup>2</sup>. São afloramentos perenes ao longo do ano, variando apenas a quantidade de exfiltração. Os afloramentos aqui observados são semelhantes a uma região de brejo, contudo, devido à declividade do terreno não há acúmulo de água, mas sim o fluxo constante, diferente do que se observa nas regiões de brejo e de várzeas. Outra característica é que a região das nascentes se encontra em uma região de mata. Esta nascente se encontra dentro de uma única propriedade, o que tende a facilitar o trabalho de conscientização.

A exfiltração dessa nascente ocorre em vários pontos, sendo que em alguns o volume de água é muito pequeno, dando a característica de apenas um terreno úmido. Desse modo, como fica inviável definir a exatidão dos afloramentos, foi definida uma circunferência de 6 m de diâmetro, que é a região onde foram verificados os afloramentos e a terra úmida. A definição dessa circunferência dos afloramentos foi balizada no levantamento de campo.

Tendo a área dos afloramentos definida, o traçado da APP foi realizado com um raio de 53 m, pois assim garantir-se-á a distância mínima de 50 m entre o ponto de afloramento e o limite da APP. Com isso, a área protegida foi de 8.825 m<sup>2</sup>, se enquadrando com a legislação vigente. A Figura 48 apresenta a localização da nascente, com destaque da região de afloramento na cor azul e a área da APP, delimitada pela linha amarela. Nota-se ainda, que a área da APP da nascente 4 possui uma parte da área de preservação em comum com a APP da nascente 5 (delimitada na cor magenta).

Figura 48 - Área da nascente 4



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

A partir da análise da figura 48 é possível verificar que a área da nascente possui uma boa cobertura vegetal, porém a área de vegetação é inferior à área da APP definida pela legislação, a qual está destacada no círculo amarelo. Ademais, a área da nascente não possui cerca, ficando um acesso livre à circulação de bovinos, que é a atividade econômica desta propriedade.

Durante o levantamento de campo foram observadas as condições dos parâmetros, atribuindo-lhes a devida pontuação conforme Tabela 4 (Índice de Impacto Ambiental). Esta avaliação, apresentada na Tabela 11, resultou em um total de 20 pontos, se enquadrando na Classe de Conservação C, cujo Grau de Proteção é definido como razoável, conforme consta na Tabela 5 (Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos) deste trabalho.

Tabela 11 - Resultado da Análise Macroscópica da nascente 4

Parâmetro macroscópico	Situação observada	Pontuação atribuída
Cor da água	Clara	2
Odor da água	Não há	3
Lixo ao redor da nascente	Não há	3
Óleos	Não há	3
Vegetação	Alterada	2
Uso por animais	Constante	1
Assoreamento	Pouco	2
Proteção do local	Ausente	1
Proximidade de vias	A mais de 100 m	3
Pontuação final	-	20

Fonte: Autoria própria

As figuras 49 a 52 apresentam as condições observadas nesta nascente, onde é possível verificar o impacto causado pelos animais, tanto na região de afloramento quanto na vegetação local.

Figura 49 - Vista dos pontos de exfiltração da nascente 4



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 50 - Pisoteio dos animais sobre a região dos afloramentos



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 51 - Perturbação da vegetação devido à presença de bovinos



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 52 - Alteração da cor da água devido ao pisoteio e assoreamento



Fonte: Autoria própria (2023)

Apesar de ter uma área de cobertura vegetal significativa (cerca de 73% da área legal da APP), esta nascente recebeu a classificação razoável. Isto se deve à presença constante de animais domésticos na região da nascente, que acabam por alterar as condições naturais do local pois provocam o pisoteio nos afloramentos e a redução da vegetação na parte baixa da mata, propiciando o assoreamento bem como impactando nas condições da qualidade da água.

#### 5.4.1 Proposta de recuperação da nascente 4

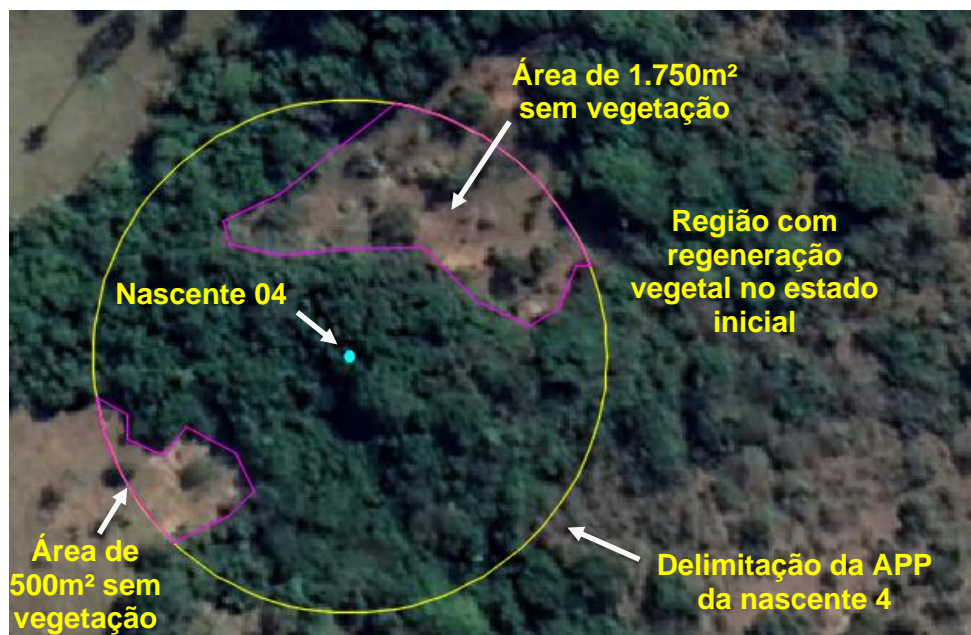
Diante da Análise Macroscópica desta nascente, foi observada a necessidade de realizar o cercamento da área. Esta atuação impedirá o acesso de animais na

região da APP, o que promoverá o reestabelecimento e melhor desenvolvimento da vegetação como as plântulas e brotações na área que já possui a cobertura vegetal (que corresponde a 75% da área). Estas melhorias acabam por provocar a redução do assoreamento nos afloramentos.

Somente o efeito do cercamento promoverá, em um curto intervalo de tempo, o aumento na pontuação e a progressão no Grau de Proteção da nascente, para a condição de bom.

A área que não possui cobertura vegetativa, seja na fase inicial ou na fase já evoluída, está vinculada a duas regiões, sendo uma com aproximadamente 1.750 m<sup>2</sup> e a outra com cerca de 500 m<sup>2</sup>. Ambas são áreas que não possuem um tamanho tão significativo, conforme pode ser observado na Figura 53, cujas áreas estão destacadas na cor magenta.

Figura 53 - Identificação das áreas sem cobertura vegetal



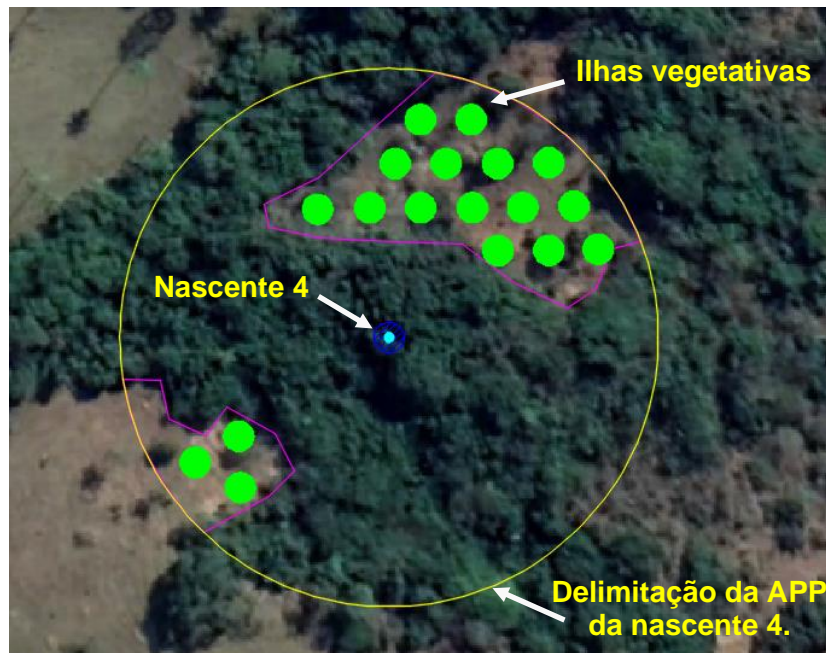
Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

Para as áreas que não possuem cobertura vegetal, é possível a adoção do método da Regeneração Natural. Este entendimento está adequado uma vez que a menor área (500m<sup>2</sup>) situa-se na fronteira da área com mata, o que oferece as condições necessárias para o emprego desta metodologia. O mesmo entendimento ocorre para a maior área sem cobertura vegetal (1.500m<sup>2</sup>), que se localiza entre uma região com mata bem desenvolvida e uma região que está no processo de regeneração onde foi constatado a presença, na fase inicial de desenvolvimento

(plantas muito jovens), de espécies pioneiras e não pioneiras nesta região, podendo citar como exemplo a lobeira (*Solanum lycocarpum*), macaúba (*Acrocomia aculeata*), angico (*Anadenanthera colubrina*), guatambú (*Balfourodendron riedelianum*), entre outras.

No entanto, visando aumentar a diversidade de espécies e acelerar o processo da Regeneração Natural, é proposta a adoção da técnica de Nucleação por meio do Plantio de Ilhas Vegetativas, com 13 mudas cada ilha, espaçamento de 0,75m entre as mudas e 10m entre cada ilha. A Figura 54 apresenta a disposição das Ilhas Vegetativas.

Figura 54 - Proposta de Plantio de Mudanças em Ilhas Vegetativas



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

Para a proposta que visa aumentar a diversidade de espécies, tem-se a inserção de 18 Ilhas Vegetativas, sendo 15 na parte de cima e 3 na parte inferior da Figura 53. As espécies das mudas podem ser escolhidas com base na tabela do anexo I, atentando para selecionar espécies propícias de terrenos drenados.

Por ser uma área pequena e que visa apenas o enriquecimento da diversidade, não fica viável, do ponto de vista financeiro, realizar a análise físico-química do terreno local. Posto isso, sugere-se a adição, por cova, de 200 g de 4-14-18, ou 200 g de superfosfato simples acrescido de 2 litros de esterco de curral curtido, conforme proposta apresentada no item 3.4 deste trabalho.

Os cuidados de manutenção da área plantada, apresentados no item 3.5 deste trabalho deverão ser seguidos para lograr êxito no desenvolvimento das mudas.

### 5.5 NASCENTE 5 (NAS. 5)

A nascente 5, de coordenadas 19°01'39,3" Sul / 47°17'47,2" Oeste, é uma nascente do tipo pontual e perene, cujo volume possui grande variação entre o período de chuva e o período de estiagem. O acesso ao ponto de afloramento é bastante íngreme. Esta nascente localiza-se no limite entre duas propriedades, o que implica na necessidade de um trabalho conjunto entre os proprietários.

De acordo com legislação vigente, a definição da APP para uma nascente como esta, deverá possuir a área de um círculo de 50 m de raio, traçado a partir do ponto de afloramento. Desse modo, a área total da APP será de 7.850 m<sup>2</sup>, tendo como ponto central a nascente.

Conforme mencionado no tópico 5.4, a APP desta nascente possuirá uma área de preservação em comum com a APP da nascente 4. A Figura 55 apresenta a localização da nascente 5, com destaque do ponto de afloramento na cor ciano, a delimitação da APP da nascente 5 na cor amarela, a delimitação da APP da nascente 4 na cor azul e a linha de limite das propriedades envolvidas na cor vermelha.

Figura 55 - Área da nascente 5



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

Ao analisar a figura acima, observa-se que a área da nascente possui uma boa cobertura vegetal, porém a área de vegetação é inferior à área da APP definida pela legislação que está delimitada pela linha amarela.

A nascente não possui cerca para restringir o acesso de bovinos, que é a atividade econômica desta propriedade. Além disso, o proprietário E realiza roçagem na área da APP, inclusive em partes da região com vegetação desenvolvida.

Durante o levantamento de campo foram observadas as condições dos parâmetros, atribuindo-lhes a devida pontuação conforme Tabela 4 (Índice de Impacto Ambiental). Esta nascente obteve 18 pontos na avaliação (Tabela 12), se enquadrando na Classe de Conservação D, cujo Grau de Proteção é considerado ruim, conforme Tabela 5 (Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos) deste trabalho.

Tabela 12 - Resultado da Análise Macroscópica da nascente 5

<b>Parâmetro macroscópico</b>	<b>Situação observada</b>	<b>Pontuação atribuída</b>
Cor da água	Clara	2
Odor da água	Não há	3
Lixo ao redor da nascente	Não há	3
Óleos	Não há	3
Vegetação	Degradada ou ausente	1
Uso por animais	Constante	1
Assoreamento	Pouco	2
Proteção do local	Ausente	1
Proximidade de vias	Entre 50 e 100m	2
<b>Pontuação final</b>	-	<b>18</b>

Fonte: Autoria própria

Na sequência são apresentadas as imagens (Figuras 56 a 59) da área da nascente em análise, onde é possível verificar o impacto causado pelos animais e a respectiva alteração da vegetação local.

Figura 56 - Ponto de afloramento da nascente e cerca de divisa das propriedades



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 57 - Região de mata da nascente



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 58 - Alteração da vegetação da APP devido ao pisoteio de bovinos



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 59 - Faixa de mata ciliar da APP da nascente 5



Fonte: Autoria própria (2023)

A cobertura vegetal da área de APP da nascente é de aproximadamente 42,5%, no entanto, conforme observado nas imagens acima, a parte inferior da mata (abaixo das copas) apresenta degradação tanto pela ação de pisoteio dos animais, quanto pela ação de roçagem no lado da propriedade E. No lado da propriedade D não é realizado o processo de roçada da vegetação, contudo há o acesso irrestrito de animais, o que acaba por degradar a vegetação.

Devido à presença de animais na região da APP da nascente e devido ao enxurro proveniente da parte alta do terreno, onde se observa uma estrada, tem-se um processo de assoreamento e de erosão.

O conjunto das situações supracitadas, que foram observadas durante o levantamento de campo, são os fatos que levaram a nascente a obter a classificação de ruim.

### 5.5.1 Proposta de recuperação da nascente 5

Diante da Análise Macroscópica desta nascente, constatou-se a necessidade de cercamento da área, o que impedirá o acesso dos animais, permitindo o desenvolvimento das espécies vegetais localizadas na região de mata.

Outro ponto importante a ser implementado é a construção de bacias de contenção na região acima da APP, capturando, não somente, mas em especial, a água pluvial vinda da região da estrada. Esta enxurrada é composta por muitos sedimentos, o que acaba por acelerar o processo de assoreamento da nascente.

Na região desta nascente é indicado o plantio de mudas visando aumentar a

cobertura vegetal e a diversidade de espécies. Assim como foi definido no tópico 5.4.1, para a área da APP que se encontra na propriedade D é indicado a metodologia do Plantio de Ilhas Vegetativas, pois esta área não é grande e está localizada entre regiões com mata fechada e de mata em processo de regeneração natural, o que proporciona uma boa quantidade de sementes disponibilizadas, além de um ótimo atrativo da avifauna da região.

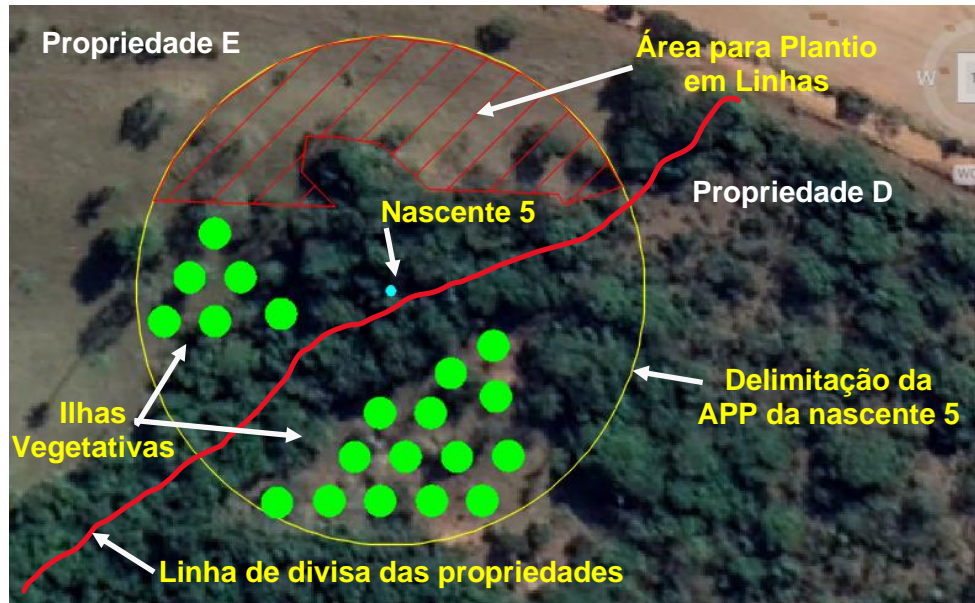
Apesar de já ter sido definido o quantitativo de Ilhas Vegetativas na área da APP da nascente 4, as Ilhas Vegetativas da área comum das nascentes serão apresentadas novamente, pois se trata da análise exclusiva da nascente 5 e não de um trabalho conjunto. Desse modo, para a área da propriedade D serão plantadas 14 Ilhas Vegetativas.

Também será indicado na propriedade E o plantio de 6 Ilhas Vegetativas, com 13 espécies cada. A adoção desta técnica na propriedade E fica restrita às áreas que contém algumas árvores de porte grande e médio, se justificando devido à proximidade da vegetação desenvolvida, o que proporciona a condição adequada desta prática.

Já para a região da APP da propriedade E, delimitada na cor vermelha da Figura 60, será indicado o Plantio em Linha com várias espécies, sendo que as espécies pioneiras e não pioneiras são alternadas entre linhas e dentro das linhas. A área do Plantio em Linhas é de aproximadamente 1.900 m<sup>2</sup>, o que irá requerer cerca de 380 espécies vegetais, das quais 228 são pioneiras (60%), 114 são secundárias iniciais (30%) e 38 são clímax (10%). Todas as espécies devem suportar terreno drenado, que é a característica local. A tabela do anexo I apresenta a lista de espécies que poderão ser selecionadas para esta região.

A Figura 60 apresenta as duas metodologias empregadas para a recomposição da vegetação.

Figura 60 - Proposta de Plantio de Mudas em Ilhas Vegetativas e para o Plantio em Linha



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

Para a preparação do terreno, na área do Plantio em Linhas, é indicado o terraceamento para evitar assoreamento na nascente. Já para as Ilhas Vegetativas, o processo de gradagem poderá ser adotado para realizar o plantio das Ilhas.

Por ser uma área pequena, não é financeiramente viável a realização de uma análise físico-química do solo, podendo proceder com a adição, por cova, de 200 g de 4-14-18, ou 200 g de superfosfato simples acrescido de 2 litros de esterco de curral curtido, conforme apresentado no item 3.4 deste trabalho.

Os cuidados de manutenção da área plantada deverão ser seguidos para lograr êxito no desenvolvimento das mudas.

## 5.6 NASCENTE 6 (NAS. 6)

A nascente 6, de coordenadas 19°01'33,4" Sul / 47°18'02,1" Oeste, é uma nascente do tipo pontual e de fluxo perene, ocorrendo grande variação do fluxo entre o período de chuva e o período de estiagem. O ponto de afloramento ocorre dentro da propriedade F, numa pequena depressão, cujo desnível foi estimado em 12m. Devido à dificuldade de acesso, a região de afloramento não é frequentada pelos animais domésticos, em especial bovinos, que são a atividade econômica principal desta propriedade.

De acordo com a legislação vigente, a definição da APP para uma nascente

pontual, deverá ser a área de um círculo de 50m de raio, traçado a partir do ponto de afloramento de água. Desse modo, a área total da APP será de 7.850 m<sup>2</sup>. A Figura 61 apresenta a área da APP conforme rege a legislação.

Figura 61 - Área da nascente 6



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

Ao analisar a figura acima, observa-se que a área da nascente possui um pouco de cobertura vegetal. Parte da APP da nascente 6, pertencente ao proprietário E, já consta dentro da reserva legal desta propriedade, a qual já está em avançado estágio de regeneração.

Quanto à propriedade F, esta é a que detém a maior parte da APP. No entanto, a maior parte dessa área é utilizada para o pastoreio do gado, os quais não acessam o local de mata e afloramento de água devido à geografia do terreno. A vegetação ao redor do afloramento de água possui uma excelente condição de preservação. O afloramento fica muito próximo da região de início da mata, conforme pode ser observado na Figura 60, o que acaba por deixá-lo mais vulnerável a ações externas como erosão e assoreamento.

Durante o levantamento de campo foram observadas as condições dos parâmetros, atribuindo-lhes a devida pontuação conforme Tabela 4 (Índice de Impacto Ambiental). Esta nascente obteve 21 pontos na avaliação (Tabela 13), ficando classificada na Classe de Conservação C, cujo Grau de Proteção é definido como razoável, de acordo com a Tabela 5 (Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos) da metodologia aplicada neste trabalho.

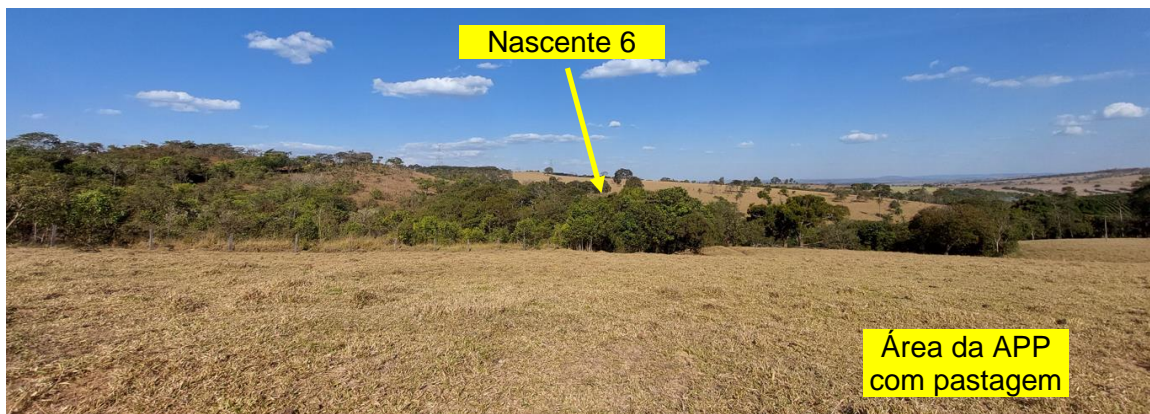
Tabela 13 - Resultado da Análise Macroscópica da nascente 6

Parâmetro macroscópico	Situação observada	Pontuação atribuída
Cor da água	Transparente	3
Odor da água	Não há	3
Lixo ao redor da nascente	Não há	3
Óleos	Não há	3
Vegetação	Alterada	2
Uso por animais	Esporádico	2
Assoreamento	Pouco	2
Proteção do local	Ausente	1
Proximidade de vias	Entre 50 e 100m	2
Pontuação final	-	21

Fonte: Autoria própria

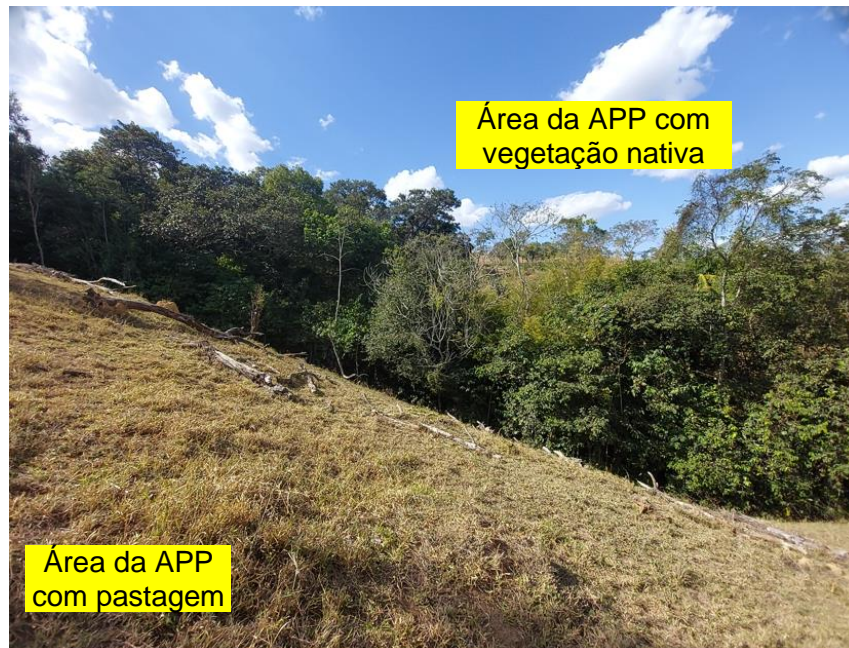
Na sequência são apresentadas as imagens (Figuras 62 a 67) da área da nascente em análise, onde é possível observar as condições do estado de preservação da área.

Figura 62 - Localização da nascente 6 e característica vegetativa atual da APP



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 63 - Característica vegetativa atual da APP



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 64 - Característica vegetativa da região de mata da APP – Vista I



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 65 - Característica vegetativa da região de mata da APP – Vista II



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 66 - Vista parcial da depressão onde se encontra a nascente 6



Fonte: Aatoria própria (2023)

Figura 67 - Ponto de afloramento de água



Fonte: Aatoria própria (2023)

A cobertura vegetal da área de APP da nascente é de aproximadamente 38% (cerca de 3.020 m<sup>2</sup>), sendo que deste montante, 41% (cerca de 1.250 m<sup>2</sup>) está localizada na área de reserva legal da propriedade e se encontra em processo de regeneração natural. Os outros 59% da área com mata possui uma excelente qualidade de preservação, graças à condição geográfica do terreno que dificulta o acesso de animais.

Esta nascente obteve classificação razoável por não possuir cerca na área de APP e por ter aproximadamente 52% da área que deveria ser preservada, sendo utilizada para pastagem. Estas condições acabam por influenciar negativamente em outros aspectos como o assoreamento da nascente e, portanto, influenciando negativamente na classificação desta.

### 5.6.1 Proposta de recuperação da nascente 6

Diante da Análise Macroscópica, ficou evidente a necessidade de cercamento da área, o terraceamento e o plantio de mudas para proporcionar o desenvolvimento da vegetação e aumento da diversidade. Todos estes apontamentos serão implantados na área da propriedade F, haja visto que a parte da propriedade E já é a área de reserva legal desta propriedade.

Na região que atualmente contém pastagem, é indicado o Plantio em Linha com várias espécies, com alternância das espécies pioneiras e não pioneiras entre linhas e dentro das linhas. A adoção desta metodologia se deve ao fato de ser uma área explorada por vários anos com pastagem e por não possuir espécies arbóreas na área de pastagem para promover a regeneração natural. Ademais, a parte mais elevada desta propriedade também não contém espécies arbóreas, o que dificulta o processo de regeneração natural.

A área que receberá as mudas é de aproximadamente 4.830 m<sup>2</sup>, o que irá requerer 966 espécies vegetais, para a adoção do espaçamento de 2,5 m por 2,0 m. Desse total de mudas, 580 são pioneiras (60%), 290 são secundárias iniciais (30%) e 96 são clímax (10%). Todas as espécies devem suportar terreno drenado, que é a característica do local. A seleção das espécies vegetais a serem introduzidas nesta área pode ser obtida na tabela do anexo I. A Figura 68 apresenta a área onde deverá ocorrer o plantio das mudas, cuja região está destacada na cor magenta.

Figura 68 - Área para Plantio de Mudas em Linha



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

Para a preparação do terreno é indicado a gradagem e o terraceamento para evitar assoreamento e erosão na nascente. Por ser uma área maior e por ter uma quantidade significativa de mudas, é aconselhável a realização de uma análise físico-química do solo. Desse modo, sugere-se consultar um técnico qualificado para realizar a análise e para indicação dos produtos e das quantidades a serem utilizados no plantio das mudas.

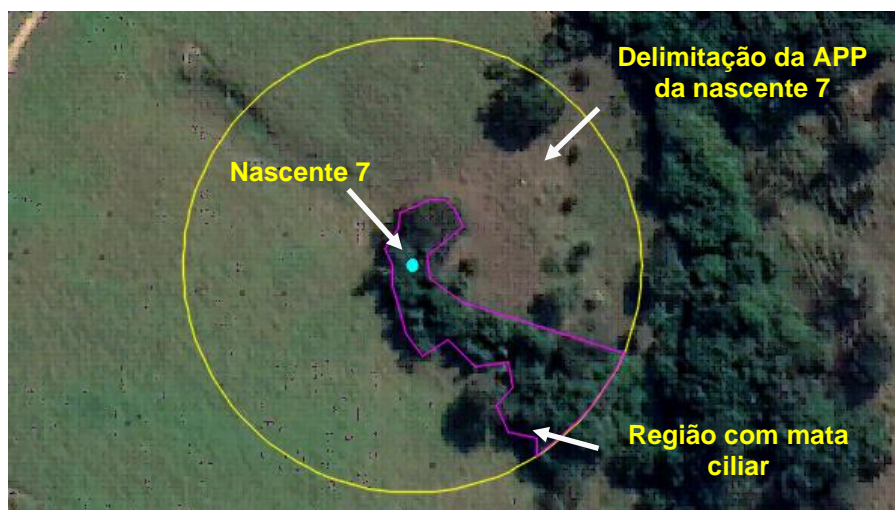
Os cuidados de manutenção da área plantada deverão ser seguidos para lograr êxito no desenvolvimento das mudas.

### 5.7 NASCENTE 7 (NAS. 7)

A nascente 7, de coordenadas 19°01'36,3" Sul / 47°18'02,1" Oeste, é uma nascente do tipo pontual e de fluxo perene, ocorrendo grande variação do fluxo entre o período de chuva e o período de estiagem. O ponto de afloramento ocorre dentro da propriedade F, numa cavidade de aproximadamente 2,5 m de profundidade e cerca de 60 cm de largura. Devido à dificuldade de acesso, a região de afloramento não é frequentada pelos animais domésticos, em especial bovinos.

Pela legislação vigente, será traçado um círculo de raio 50 m a partir do ponto de afloramento de água, o que resulta numa área de 7.850 m<sup>2</sup>. A Figura 69 apresenta a região da APP delimitada pela linha amarela.

Figura 69 - Área da nascente 7



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

Ao analisar a figura acima, observa-se que a área da nascente possui uma cobertura vegetal muito aquém do que determina a lei vigente. Esta situação, além de colocar o proprietário em desconformidade com a legislação, ainda expõe a nascente aos vários fatores de degradação como o pisoteio de animais, erosão e assoreamento.

A maior parte da APP é utilizada para o pastoreio do gado, os quais não acessam o local do afloramento de água devido às condições do terreno, cujo afloramento e fluxo de água se encontram dentro de uma vala. O acesso de animais ocorre somente cerca de 20 m abaixo do ponto de afloramento.

A vegetação ao redor do afloramento de água é pouca e sofre pisoteio constante do rebanho. O afloramento fica muito próximo do início da mata ciliar (aproximadamente 2,5 m), conforme pode ser observado na Figura 69.

Durante o levantamento de campo foram observadas as condições dos parâmetros, atribuindo-lhes a devida pontuação conforme Tabela 4 (Índice de Impacto Ambiental). Esta nascente obteve 18 pontos na avaliação, se enquadrando na Classe de Conservação D, cujo Grau de Proteção atribuído é ruim, conforme consta na Tabela 5 (Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos) deste trabalho.

A Tabela 14 apresenta o Resultado da Análise Macroscópica da nascente 7.

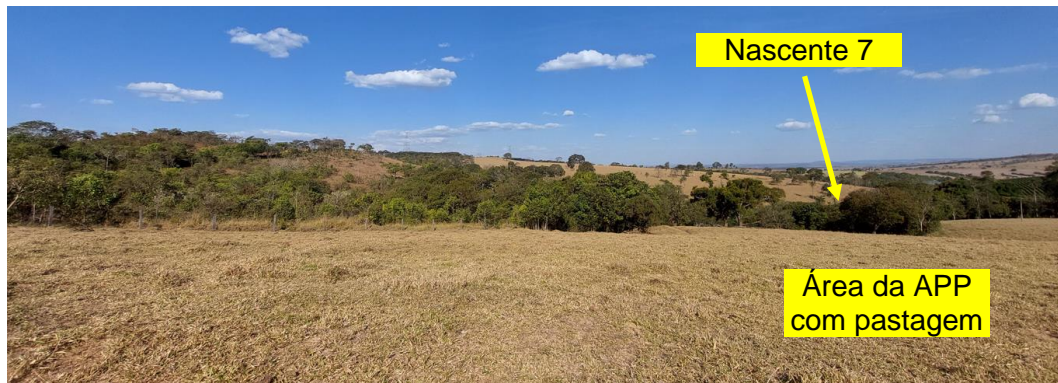
Tabela 14 - Resultado da Análise Macroscópica da nascente 7

<b>Parâmetro macroscópico</b>	<b>Situação observada</b>	<b>Pontuação atribuída</b>
Cor da água	Transparente	3
Odor da água	Não há	3
Lixo ao redor da nascente	Não há	3
Óleos	Não há	3
Vegetação	Degradada ou ausente	1
Uso por animais	Constante	1
Assoreamento	Muito	1
Proteção do local	Ausente	1
Proximidade de vias	Entre 50 e 100m	2
<b>Pontuação final</b>	-	<b>18</b>

Fonte: Autoria própria

Na sequência são apresentadas as imagens (Figuras 70 a 73) da área da nascente em análise, onde é possível observar o ponto de afloramento de água, a degradação da vegetação pelos animais e a geografia do terreno concentrando a enxurrada para a região da nascente.

Figura 70 - Localização da nascente 7 e característica vegetativa atual da APP



Fonte: Aatoria própria (2023)

Figura 71 - Localização do afloramento de água da nascente 7



Fonte: Aatoria própria (2023)

Figura 72 - Condições de degradação da vegetação ao redor da nascente 7



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 73 – Localização da estrada, característica do terreno e ausência de vegetação na APP



Fonte: Autoria própria (2023)

A cobertura vegetal da área de APP da nascente é de apenas 12% (cerca de 960 m<sup>2</sup>), e se encontra em uma situação de degradação devido à presença constante dos animais domésticos. O restante da área contém pastagem e é explorada para pastoreio do gado. Destaca-se que a região da APP que contém pastagem é roçada anualmente, assim como as bordas da área de mata desta nascente.

Com base na Figura 73, nota-se que o terreno possui uma declividade que concentra a enxurrada para a região da nascente, o que provoca assoreamento e erosão no ponto de afloramento.

Esta nascente obteve classificação ruim por não possuir cercamento da APP, por possuir uma cobertura vegetal muito aquém do que rege a legislação e pela presença constante de animais em toda a região da APP. Estes fatores culminaram

por interferir negativamente na qualidade da preservação da nascente.

### 5.7.1 Proposta de recuperação da nascente 7

Diante da Análise Macroscópica, ficou evidente a necessidade de cercamento da área, do terraceamento e do plantio de mudas para proporcionar a cobertura vegetal necessária para a proteção da nascente.

Como a APP da nascente praticamente não possui cobertura vegetal, é compreensivo que a metodologia adotada seja o Plantio em Linha com várias espécies, com alternância das espécies pioneiras e não pioneiras entre linhas e dentro das linhas. A adoção desta metodologia se deve ao fato de ser uma área que não contém espécies arbóreas significativas para promover a regeneração natural. Ademais, a parte mais elevada desta propriedade também não contém espécies arbóreas, o que inviabiliza o processo de regeneração natural.

A área que receberá as mudas possui aproximadamente 6.890 m<sup>2</sup>, e demandará cerca de 1.378 espécies vegetais, das quais 827 são pioneiras (60%), 413 são secundárias iniciais (30%) e 138 são clímax (10%). Todas as espécies devem suportar terreno drenado, que é a característica local. A seleção das espécies vegetais a serem introduzidas nesta área pode ser obtida na tabela do anexo I. A Figura 74 apresenta a área que deverá ocorrer o plantio das mudas, destacada na cor vermelha.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

Para a preparação do terreno é indicado a gradagem e o terraceamento para

evitar assoreamento e erosão na nascente. Por ser uma área maior e por ter uma quantidade significativa de mudas, é aconselhável a realização de uma análise físico-química do solo. Portanto, sugere-se consultar um técnico especializado para realizar a análise e para melhor indicação de produtos e quantidades a serem utilizados no plantio das mudas.

É importante reforçar que os cuidados de manutenção da área plantada deverão ser seguidos para lograr êxito no desenvolvimento das mudas.

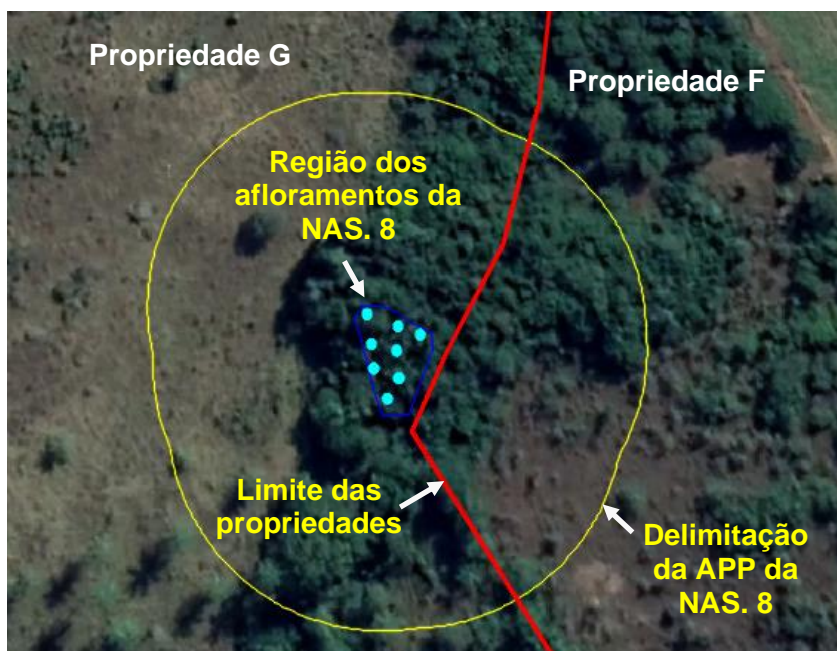
#### 5.8 NASCENTE 8 (NAS. 8)

A nascente 8, de coordenadas 19°01'27,6" Sul / 47°18'18,9" Oeste, é uma nascente do tipo difusa e perene. No período de chuva há um aumento tanto no fluxo de cada afloramento, quanto no número de afloramentos. A característica do local dos afloramentos é de terreno úmido, semelhante à uma região de brejo ou de várzea, porém sem acúmulo de água devido ao declive da região. Desse modo, os pontos de afloramentos possuem água corrente e não acumulativa. A região da nascente 8 possui a presença de espécies arbóreas de grande porte e com característica de mata fechada pelas copas.

Conforme observação realizada em campo, a região dos afloramentos possui uma área de aproximadamente 300 m<sup>2</sup>. A região onde ocorrem os afloramentos situam-se na propriedade G e está destacada na cor azul da Figura 75.

A partir da imagem nota-se que a região da nascente encontra-se no limite de duas propriedades distintas, sendo que, na propriedade F a área abrangida pela delimitação da APP faz parte da área de reserva legal, cuja vegetação já se encontra em um estágio avançado de regeneração natural e com grande diversidade de espécies da flora. Um ponto positivo da Reserva Legal da propriedade F é que está cercada e não possui acesso de animais domésticos.

Figura 75 - Área da nascente 8



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

Já a APP localizada na propriedade G também faz parte da reserva legal desta propriedade, no entanto, esta área não está cercada, tendo, portanto, a livre e frequente circulação de animais bovinos em toda a área da nascente.

De acordo com a legislação vigente, a definição da APP deve levar em consideração todos os afloramentos, perenes e intermitentes. Assim, a delimitação da APP foi de 50 m da região de terra encharcada, que é onde ocorrem os afloramentos. A APP estimada para esta nascente é de aproximadamente 11.550 m<sup>2</sup>. A delimitação desta APP, destacada na cor amarela, está representada na Figura 75, assim como o limite de cada propriedade (F e G), destacada na cor vermelha.

Ainda com base na Figura 75, observa-se que a área da nascente possui uma cobertura vegetal significativa, até mesmo porque toda a área da nascente está situada dentro da reserva legal de ambas propriedades. O inconveniente verificado durante o levantamento de campo se deve à presença dos bovinos da propriedade G, a qual está em desconformidade com a legislação, uma vez que toda a área de APP deve ser cercada para evitar o acesso de animais.

Durante o levantamento de campo foram observadas as condições dos parâmetros, atribuindo-lhes a devida pontuação conforme Tabela 4 (Índice de Impacto Ambiental). Esta nascente obteve 20 pontos na avaliação (Tabela 15), o que a coloca na Classe de Conservação C, cujo Grau de Proteção atribuído é razoável, conforme

consta na Tabela 5 (Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos) deste trabalho.

Tabela 15 - Resultado da Análise Macroscópica da nascente 8

Parâmetro macroscópico	Situação observada	Pontuação atribuída
Cor da água	Clara	2
Odor da água	Não há	3
Lixo ao redor da nascente	Não há	3
Óleos	Não há	3
Vegetação	Alterada	2
Uso por animais	Constante	1
Assoreamento	Pouco	2
Proteção do local	Ausente	1
Proximidade de vias	Acima de 100m	3
Pontuação final	-	20

Fonte: Autoria própria

Na sequência são apresentadas as imagens (Figura 76 a 82) da área desta nascente obtidas durante o levantamento de campo, onde se verifica os pontos de afloramento de água, a degradação da vegetação provocada pelos animais e a boa condição da vegetação no lado da propriedade F, cuja área é cercada.

Figura 76 - Pisoteio de animais sobre os afloramentos de água – Vista I



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 77 - Pisoteio de animais sobre os afloramentos de água – Vista II



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 78 - Pisoteio de animais sobre os afloramentos de água – vista III



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 79 - Pisoteio de animais sobre o fluxo de água e sobre a vegetação



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 80 - Limite de propriedades confrontando a área com e sem a presença de animais



Fonte: Aatoria própria (2023)

Figura 81 - Região da APP localizada na propriedade F



Fonte: Aatoria própria (2023)

Figura 82 - Região da APP localizada na propriedade G com Regeneração Natural em fase inicial



Fonte: Aatoria própria (2023)

A área desta APP que não contém cobertura vegetal é de aproximadamente 3.800 m<sup>2</sup>, o que representa cerca de 33% da área da nascente. Já a área de mata contém uma diversidade de espécies vegetais significativa, desde espécies pioneiras até espécies clímax.

A área de preservação contida dentro da propriedade G, que é onde se localiza a região de afloramento de água, possui uma mata desenvolvida e com bastante diversidade, no entanto, não há cercamento para a restrição dos animais bovinos, os quais mantêm uma presença constante provocando distúrbios diretos e indiretos na área protegida, como erosão, assoreamento, compactação do solo e mortandade de espécies vegetais devido ao pisoteio. Foi devido aos efeitos da presença irrestrita desses animais que levaram esta nascente à classificação de estado razoável.

### **5.8.1 Proposta de recuperação da nascente 8**

Conforme já mencionado, toda a área delimitada na Figura 75, que é a APP vinculada à nascente, conforme rege a legislação, se encontra na região da reserva legal das propriedades F e G.

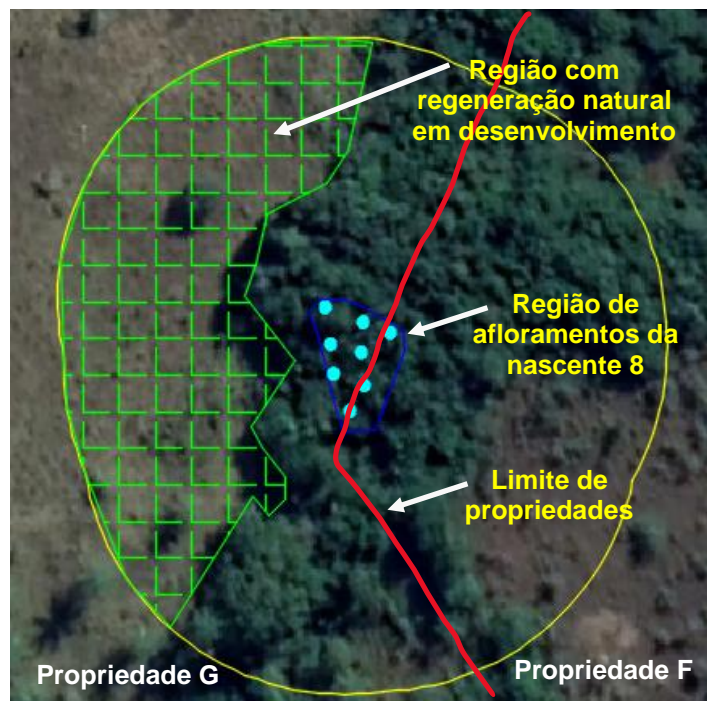
Na área da propriedade F a reserva legal é cercada, restringindo o acesso de animais domésticos e, portanto, ficou evidente a conservação da mata e o bom desenvolvimento da regeneração natural nas partes que a vegetação havia sido alterada. A Figura 81 evidencia esta afirmação. Assim, para a propriedade F não há recomendações a serem adotadas, pois ela já possui a área de vegetação e atende as normas da legislação, além de possuir uma boa diversidade de espécies.

A propriedade G não contém cerca para restringir o acesso de animais domésticos à reserva legal da propriedade, o que implica que a APP da nascente também fica acessível a estes animais, conforme evidenciado nas imagens do local (Figuras de 76 a 79). É devido ao acesso irrestrito dos animais que as condições de preservação da nascente não estão adequadas, pois a região de mata possui uma boa diversidade de espécies vegetais já desenvolvidas com plena capacidade de regeneração natural em um intervalo de tempo menor, bastando apenas restringir o acesso dos animais.

Ainda em relação à propriedade G, há uma área que não possui cobertura vegetal, cuja dimensão é de aproximadamente 3.800 m<sup>2</sup>, destacada na cor verde da Figura 83. Durante o levantamento de campo ficou constatado que esta região já

possui o desenvolvimento, em fase inicial, de espécies vegetais, conforme pode ser observado na Figura 82. Importante mencionar que o proprietário não realiza o processo de roça na reserva legal. Desse modo, fica sugerido ao proprietário restringir o acesso do gado nesta região, seja cercando toda a área da reserva legal da propriedade, que é a situação desejada, mas que foge do escopo deste trabalho, seja cercando a região delimitada da APP da nascente. Com a restrição por meio de cerca, haverá as condições necessárias para que o processo de Regeneração Natural ocorra, essa é, portanto, a metodologia indicada para a área em discussão.

Figura 83 - Regeneração Natural em desenvolvimento na nascente 8



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

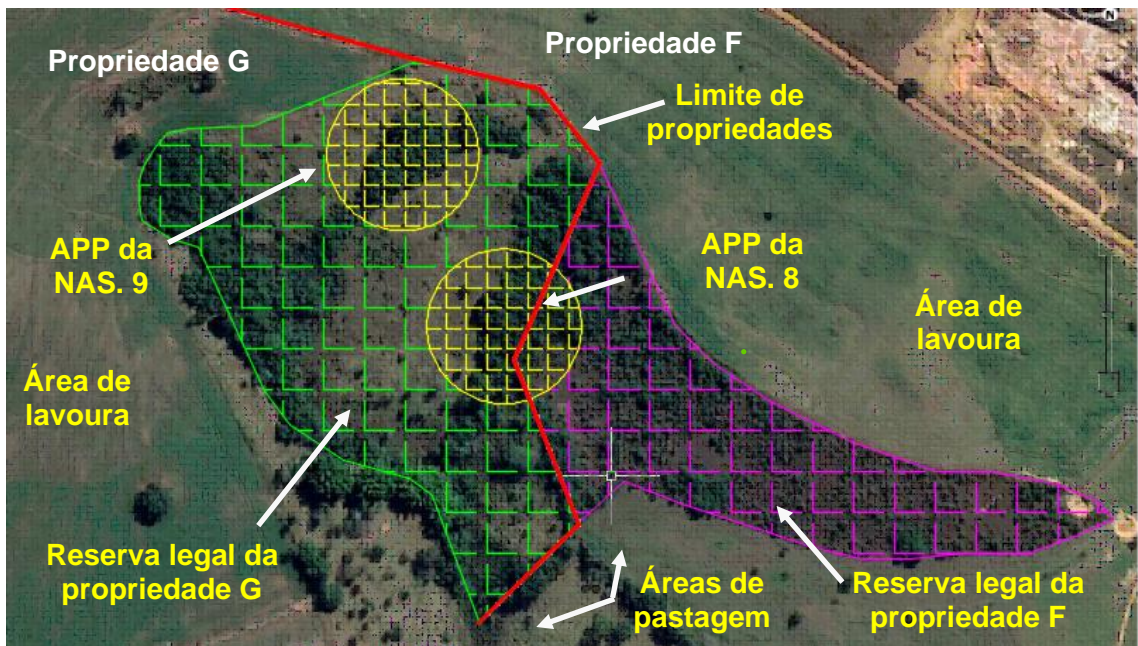
A Regeneração Natural indicada nesta área se justifica, pois a mesma já se encontra na fase inicial deste processo, se localiza entre duas regiões com vegetação desenvolvida, o que promoverá a dispersão de sementes e por ser uma região com forte presença da fauna local, os quais também contribuem para o processo de regeneração por meio da dispersão de sementes.

#### 5.9 NASCENTE 9 (NAS. 9)

A nascente 9, de coordenadas 19°01'23,8" Sul / 47°18'28,8" Oeste, é uma

nascente do tipo difusa e perene. A característica do local dos afloramentos é típico de brejo, com acúmulo de água. No entanto, a área não é extensa, restringindo-se aos locais de afloramento. Toda a região da nascente, bem como toda a APP, pertencem somente à propriedade G, a qual também se encontra a nascente NAS. 8. A área da nascente está localizada dentro da área de reserva legal da propriedade, conforme é apresentado na Figura 84.

Figura 84 - Localização da nascente 9



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

Na Figura 85, a área de ocorrência dos afloramentos foi delimitada na cor azul. A definição dessa área foi necessária pois não foi possível catalogar todos os afloramentos, pois é uma área de brejo. No entanto, foi estimado a área de brejo, que é onde estão os pontos de afloramento.

Tendo a região das nascentes delimitada pela área em azul da Figura 85, traçou-se as distâncias de 50 m a partir das bordas, delimitando assim, a região da APP. A definição desta área, que é de 13.730 m<sup>2</sup>, está em conformidade com o que rege a legislação vigente.

Figura 85 - Delimitação da APP da nascente 9



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

Conforme é possível observar na figura acima, há pouca área com vegetação formada, no entanto, durante o levantamento de campo foi constatado que toda a área da reserva legal da propriedade, que é onde se encontra a nascente 9, já está em processo de Regeneração Natural.

O grande entrave do estado de conservação desta nascente é a presença constante de bovinos na região, pois nem a APP da nascente, nem a reserva legal possuem cerca para restringir este acesso. Assim, a presença constante dos animais na área da nascente deteriora a vegetação existente, interfere no desenvolvimento de plantas jovens, promove a compactação do solo, contribuem, de forma indireta, para a erosão e para o assoreamento.

Durante o levantamento de campo foram observadas as condições dos parâmetros, atribuindo-lhes a devida pontuação conforme Tabela 4 (Índice de Impacto Ambiental). Esta nascente obteve 20 pontos na avaliação, cuja Classe de Conservação é a C, que corresponde ao Grau de Proteção razoável, conforme consta na Tabela 5 (Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos) deste trabalho.

A Tabela 16 apresenta o Resultado da Análise Macroscópica da nascente 9.

Tabela 16 - Resultado da Análise Macroscópica da nascente 9

Parâmetro macroscópico	Situação observada	Pontuação atribuída
Cor da água	Clara	2
Odor da água	Não há	3
Lixo ao redor da nascente	Não há	3
Óleos	Não há	3
Vegetação	Alterada	2
Uso por animais	Constante	1
Assoreamento	Pouco	2
Proteção do local	Ausente	1
Proximidade de vias	Acima de 100m	3
Pontuação final	-	20

Fonte: Autoria própria

Na sequência são apresentadas as imagens (Figuras 86 a 89) da área da nascente em análise e seus arredores. A partir das imagens é possível observar a degradação provocada pela presença dos bovinos, a área de mata já desenvolvida e a área que se encontra no processo de Regeneração Natural.

Figura 86 - Vista do local onde ocorrem os afloramentos da nascente 9



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 87 - Ponto de afloramento com vegetação alterada pelo pisoteio de bovinos –  
Vista I



Fonte: A autoria própria (2023)

Figura 88 - Ponto de afloramento com vegetação alterada pela pisoteio de bovinos –  
Vista II



Fonte: A autoria própria (2023)

Figura 89 - Regeneração Natural em desenvolvimento na nascente 9



Fonte: A autoria própria (2023)

A área desta APP que contém cobertura vegetal desenvolvida (região com mata) é de aproximadamente 29,3%, enquanto o restante (70,7%) está com o processo de Regeneração Natural em desenvolvimento. A área de mata contém uma diversidade de espécies vegetais significativa, desde espécies pioneiras até espécies clímax.

A classificação atribuída a esta nascente como razoável se deve à ausência de cercamento da área, não restringindo o acesso dos animais domésticos, os quais têm provocado os efeitos negativos.

### **5.9.1 Proposta de recuperação da nascente 9**

Conforme já mencionado, toda a área delimitada na Figura 85, que é a APP vinculada à nascente, se encontra na região da reserva legal da propriedade e não possui cerca para restringir o acesso de animais domésticos, o que implica que a APP da nascente também fica acessível a estes animais, conforme evidenciado nas imagens do local (figuras de 86 a 89).

É devido ao acesso irrestrito dos animais que a condição de preservação da nascente não se enquadrou como ótima. Um ponto relevante é que a APP possui uma parte com mata desenvolvida e com boa diversidade de espécies vegetais. A parte que não contém cobertura vegetal se encontra no processo inicial de Regeneração Natural, contendo as condições ideais para lograr sucesso desta técnica, pois há regiões com matas desenvolvidas no entorno, o que contribui com a dispersão de sementes. Outro fator importante é de ser uma região frequentada pela fauna local, a qual também contribui para a dispersão de sementes.

Desse modo, a recuperação da APP da nascente 9 será por meio da metodologia de Regeneração Natural, que por sinal, já está em andamento. No entanto, para melhor desenvolvimento da regeneração e visando a recuperação da nascente, faz-se necessário providenciar o cercamento da área para restringir o acesso dos animais domésticos, seja cercando a área de reserva legal, seja cercando a área de APP da nascente.

Caso se deseje aumentar a diversidade de espécies, em especial as espécies que devido ao extrativismo vegetal (extração de madeira) não foram encontradas nas áreas das nascentes NAS. 8 e NAS. 9, as quais são adjacentes, é sugerido que utilize a metodologia de Enriquecimento. Neste caso, fica proposto o plantio de mudas em

linhas, com espaçamento de 10 metros entre as linhas e de 2 metros entre as covas da mesma linha. A figura 90 apresenta as linhas (destacadas na cor verde) para plantio das mudas, totalizando 361 espécies de secundárias tardias e clímax, que podem ser obtidas na tabela do anexo I.

Figura 90 - Sugestão das Linhas para Plantio de Enriquecimento



Fonte: Adaptado de Google Earth (2024)

## 5.10 RESULTADO CONSOLIDADO DAS ANÁLISES

Ao todo foram analisadas 9 nascentes, algumas com características de conservação semelhantes e outras com características de preservação bem distintas. A Tabela 17 apresenta as pontuações e a classificação das nascentes analisadas.

Os resultados da Tabela 17 demonstram que 44% das nascentes avaliadas possuem condições de preservação razoável, no entanto, também há nascentes classificadas nas condições boa (22%), ruim (22%) e péssima (11%). Desse modo, observa-se que 77% das nascentes avaliadas possuem impacto mais significativo na APP e que nenhuma das nascentes possui a APP dentro das especificações definidas pelo Código Florestal. A tabela ainda demonstra que os atributos com pior condição estão relacionados à vegetação, ao assoreamento, à proteção da APP e ao uso por animais.

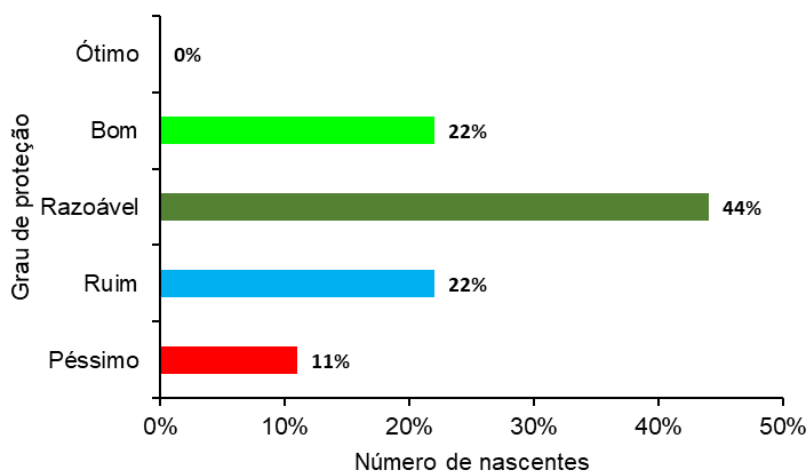
Tabela 17 - Índice de Impacto Ambiental das Nascentes e suas respectivas classes

Nascente	Cor da água	Odor da água	Lixo ao redor	Óleos	Vegetação	Uso por animais	Assoreamento	Proteção do local	Proximidade de vias	Pontuação	Classe resultante
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
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: Autoria própria

A Figura 91 apresenta o resultado consolidado da classificação das nascentes avaliadas conforme IIAN (2005), onde evidencia-se que a maior parte das nascentes se encontra com grau de proteção razoável.

Figura 91 - Panorama da classificação das nascentes

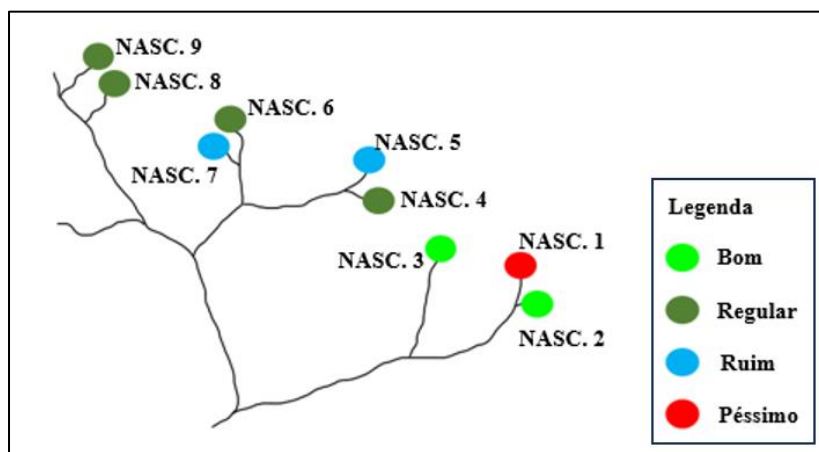


Fonte: Autoria própria

A figura acima demonstra, de forma clara, que nenhuma das nascentes analisadas possui uma classificação ótima. Porém, fica nítido que todas requerem uma atuação para elevar a classificação do grau de proteção.

A Figura 92 apresenta a distribuição das nascentes no plano com suas respectivas classificações por meio de cores.

Figura 92 - Distribuição das nascentes com as classificações



Fonte: Autoria própria

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

As nascentes classificadas como ruins (nascentes 5 e 7), possuem uma área de vegetação muito pequena, o que contribui para os efeitos de erosão e assoreamento. A APP dessas nascentes também não possui cercamento, o que acaba por contribuir com a degradação devido à presença frequente do rebanho nessa área.

As nascentes 2 e 3, classificadas como boas, segundo IIAN, são as únicas que possuem proteção (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 razoáveis, 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 et al. (2016), realizou um diagnóstico das nascentes da bacia hidrográfica do córrego do Vargedo, no município de Santa Rita do Sapucaí, MG, onde constatou que 65,4% das nascentes possuíam preservação impactada, 34,6% com preservação alterada e nenhuma das Áreas de Preservação Permanente (APPs) atendiam a legislação ambiental. O resultado de Marciano et al. (2016) está coerente com o que foi constatado na análise das nascentes deste trabalho, indicando que

poucas nascentes possuem a APP dentro das normas da legislação e que a maioria das nascentes possuem uma preservação impactada.

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

Neste mesmo trabalho ainda observou que, apesar de 31% das nascentes analisadas retornaram pouco impactada, somente uma das doze nascentes analisadas teve o raio da APP preservado conforme rege o Código Florestal. O resultado de Garcia et al. (2018), que contém somente três níveis de classificação das nascentes, retorna resultados congêneres com os desenvolvidos neste trabalho, contribuindo para a validação da metodologia empregada.

Desse modo, observa-se que, apesar de serem metodologias distintas e adotadas em diferentes regiões, os resultados de Marciano et al. (2016), de Garcia et al. (2018) e deste trabalho ora apresentado 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.

Com relação ao plantio de mudas, Honda e Durigan (2017) afirmam que 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 na 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.

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 a instalação de Poleiros Artificiais e Transposição de Solo.

Dalpizzol (2021), também observou que a nucleação por plantio de Ilhas Vegetativas apresenta mortalidade de mudas reduzido, assim como a necessidade de manutenção com capina e coroamento também serem menores. No entanto, o sucesso deste processo depende de um combate rigoroso de formigas e que fatores climáticos como estiagem prolongada e geada também impactam negativamente nos processos que empregam o plantio de mudas.

## 6 CONCLUSÃO

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

A análise dos parâmetros evidenciou que a presença de animais na área da nascente, a qual deveria ser preservada e sem acesso, é um fator que desencadeia o desequilíbrio e a degradação desses ambientes. De acordo com as observações verificadas em campo, o pisoteio dos bovinos provocam a compactação do solo, inibe o desenvolvimento da vegetação, além de favorecer 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 venha conter o isolamento e cercamento, a presença constante de bovinos provocará aumento na degradação, afetando a pontuação da nascente e, conseqüentemente, atribuindo uma piora na classificação da preservação.

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 possuem condições ideais para a Regeneração Natural (nascentes 8 e 9), bastando apenas realizar a restrição de acesso de animais domésticos à APP.

A nascente 1 é a que possui a pior condição de preservação, fato é que foi

classificada como péssima. Diante do que foi 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 IIA, deve ser divulgada em ações ambientais para que os próprios produtores rurais venham realizar a análise e classificação das nascentes por eles conhecidas e promover as melhorias necessárias para a recuperação da APP.

## REFERÊNCIAS

ALLAN-SILVA, Giliander. Caracterização geomorfométrica de uma feição erosiva principiada por nascente no Chapadão Diamante, Serra da Canastra (MG). **Caderno de Geografia**. V. 30, Número Especial 1, 2020. Páginas 52 - 76. Disponível em: <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2020v30nesp1p52-76>. Acesso em: 15/01/2024.

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

Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais. **Cartilha sobre a nova lei florestal de Minas Gerais**: Orientações aos produtores rurais. Belo Horizonte, MG. Dez. 2013.

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. Acesso em: 15 mai. 2024.

BRASIL. **Constituição da república federativa do Brasil de 1988**. Artigo 225. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 19 jan. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 16 set. 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho 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, 2000. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9985.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm). Acesso em: 19 jan. 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 16 set. 2023.

BORGES, L. A. C. **Aspectos técnicos e legais que fundamentam o estabelecimento das áreas de preservação permanente (APP)**. 2008. 210 f. 2008. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

BORGES, L. A. C.; PEREIRA, J. L. A. R.; PEREIRA, J. A. A.; COELHO JUNIOR, L. M.; BARROS, D. A. Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 41, n. 7, p. 1202-1210, jul. 2011.

CALHEIROS, R. O.; TABAI, F. V.; BOSQUILIA, S. V.; CALAMARI, M.. **Preservação e Recuperação das Nascentes de Água e Vida**. Cadernos da Mata Ciliar, Secretaria do Estado de Meio Ambiente, Departamento da Proteção da Biodiversidade. São Paulo, v. 1, p. 1-32, 2009. ISSN 1981-6235 versão online. Disponível em:  
[https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/Cadernos\\_Mata\\_Ciliar\\_1\\_Preservacao\\_Nascentes.pdf](https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/Cadernos_Mata_Ciliar_1_Preservacao_Nascentes.pdf). Acesso em: 15 de jan. 2024.

CAPELLARI, A.; BOTTI, M. A água como bem jurídico, econômico e social: A necessidade de proteção das nascentes. **OpenEdition Journals, Cidades, Comunidades e Territórios**, 2018. Disponível em:  
<http://journals.openedition.org/cidades/657>. Acesso em: 15 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**, Universidade Federal de Goiás. Goiás, v. 34, n. 2, p. 275-293, mai./ago. 2014.

DALPIZZOL, Juliane et al. Avaliação de técnicas nucleadoras em uma Área de Preservação Permanente no Planalto Serrano. **Biodiversidade**, v. 20, n. 2, 2021. Disponível em:  
<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/issue/view/672>. Acesso em: 15 de mai. 2024.

EMBRAPA. **Contando Ciência na Web**. Disponível em:  
[https://www.embrapa.br/contando-ciencia/agua/-/asset\\_publisher/EIjjNRSeHvoC/content/vamos-economizar-agua-/1355746?inheritRedirect=false#:~:text=Enquanto%2097%25%20da%20%C3%A1gua%20da,rios%20e%20lagos%20do%20planeta](https://www.embrapa.br/contando-ciencia/agua/-/asset_publisher/EIjjNRSeHvoC/content/vamos-economizar-agua-/1355746?inheritRedirect=false#:~:text=Enquanto%2097%25%20da%20%C3%A1gua%20da,rios%20e%20lagos%20do%20planeta). Acesso em 30 dez. 2023.

EMBRAPA. **Diagnostico de recuperação e proteção de nascentes em propriedades rurais de Machadinho, Machadinho, RS**. 2013. Disponível em:  
<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/971488/recuperacao-e-protecao-de-nascentes-em-propriedades-rurais-de-machadinho-rs>. Acesso em: 15/01/2024.

EMBRAPA. **Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos da Região do Alto Paranaíba, Minas Gerais**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, nº 44. Rio de Janeiro, RJ, 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) Universidade Federal de Minas Gerais, 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**, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 228-254, 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**, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, v. 17, n. 32, p. 103-120, jun. 2005.

GOOGLE. **Google Earth website**. Disponível em: <https://earth.google.com/web>. Acessado em 10 jul. 2023.

GOOGLE. **Google Earth website**. Disponível em: <https://earth.google.com/web>. Acessado em 05 mai. 2024.

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

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Bases Cartográficas Contínuas do Brasil**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/basescartograficas/#/mapa/>. Acesso em: 12 fev. 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Biomass e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil**. 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/biomass/#/home/>. Acesso em: 01 fev. 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/patrocinio.html>. Acesso em: 22 jan. 2024.

IDE Sisema. **Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos**. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>. Acesso em 22 jan. 2024.

IEF. Instituto Estadual de Florestas. **Programa de Regularização Ambiental de Minas Gerais**. 21 jun. 2023. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/programa-de-regularizacao-ambiental-pra>. Acesso em 26 jun. 2024.

IEF. Instituto Estadual de Florestas. **Manual Técnico do Programa de Regularização Ambiental de Minas Gerais - PRA-MG**. 2021. Disponível em: [http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2021/REGULARIZACAO\\_IMOVEIS\\_RURAI\\_S/Manual\\_PRA.pdf\\_Interativo.pdf](http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2021/REGULARIZACAO_IMOVEIS_RURAI_S/Manual_PRA.pdf_Interativo.pdf). Acesso em 21 jan. 2024.

IEF. Instituto Estadual de Florestas. **Manual Técnico do Programa de INMET**. Instituto Nacional de Meteorologia. **Balanco Hídrico**. Disponível em: <https://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhs/mapaperiodoacum>. Acesso em 22 jan. 2024.

MANEJEBEM. **Restauração da Biodiversidade**. Técnicas de Restauração da biodiversidade local voltadas para a agricultura familiar. Website. Disponível em: <https://www.manejebem.com.br/publicacao/novidades/tecnicas-de-restauracao-da-biodiversidade-local-voltadas-para-a-agricultura-familiar>. Acesso em 18 mar. 2024.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Ambiental Rural**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/dados-abertos/item/8243-cadastro-ambiental-rural.html>. Acesso em 26 jun. 2024.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. 2009. **Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente e Mudança Climática nº. 5**, de 08 de setembro de 2009, Brasília. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/IN0005-090909.PDF>. Acesso em 09 jan. 2024.

MARÇAL JUNIOR, O; ARAÚJO, G. M. **Fauna e Flora do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba**. FUNDEP. Uberlândia, 2007. 76 pag.

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**, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 330-346, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/48128>. Acesso em: 12 mai. 2024.

OLIVEIRA, M.C.P; OLIVEIRA, B.T.A.O; DIAS, M.M.N; SILVA, B.M; SILVA, S.V.B; FELIPPE, M.F. Avaliação macroscópica da qualidade das nascentes do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora. **Revista de Geografia**, Juiz de Fora, v. 3, n. 1, 2013.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Declaração Universal dos Direitos da Água**. Nova York, 1992. Disponível em: [http://www.recife.pe.gov.br/cidadaniaambiental/upload/pdf/material\\_adicional/declaracao\\_universal\\_dos\\_direitos\\_da\\_agua\(anexo2\).pdf](http://www.recife.pe.gov.br/cidadaniaambiental/upload/pdf/material_adicional/declaracao_universal_dos_direitos_da_agua(anexo2).pdf). Acesso em 12 mai. 2024.

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

PEREIRA, L.C. **Uso e conservação de nascentes em assentamentos rurais**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012. 181 f.

PEREIRA, P. H. V.; PEREIRA, S. Y.; YOSHINAGA, A.; PEREIRA, P. R. B. Nascentes: análise e discussão dos conceitos existentes. **Fórum ambiental da Alta Paulista**, v. 7. São Paulo, 2011.

RODRIGUES, ABM; GIULIATTI, NM; JÚNIOR, AP. Aplicação de metodologias para recuperação de áreas degradadas nos biomas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Aplicada**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 333–369, jan./fev. 2020. ISSN 2595-3621. DOI: 10.34115/basrv4n1-021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BASR/article/view/6996>. Acesso em: 27 abr. 2024.

SANTOS, R.S.; RODRIGUES, A.C.; PAULA, J.R.; SILVA, A.G. Desenvolvimento de Maclura tinctoria, Hymenaea courbaril e Tibouchina granulosa, submetidas a diferentes formulações e doses de adubo. **Seminário de Iniciação Científica IFMG**, São João Evangelista, 2016.

SILVA, E. M; MALVINO, S. S. A. B. Análise climática do município de Patrocínio (MG). **Caminhos de Geografia**, v. 10, n. 16, p. 93-108, 2005. Disponível em: <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>. Acesso em 18 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**, v. 33, n.1, p. 76-86, 2019. DOI: 10.14295/ras.v33i1.29254. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/29254>. Acesso em: 19 jan. 2024.

VALLEJO, R.; MOREIRA, F. Conceitos de restauro ecológico e planejamento da gestão florestal pós-incêndio. **Ecologia do Fogo e Gestão de Áreas Ardidas**. Portugal: Isapress, 2010. Disponível em: [https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/3894/1/REP-Ecologia\\_do\\_Fogo.Web.Lowresolution.pdf](https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/3894/1/REP-Ecologia_do_Fogo.Web.Lowresolution.pdf). Acesso em: 10 fev. 2024.

VILELA, D. F. **Estratégias para a recuperação da vegetação no entorno de nascentes**. 2006. Tese (mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, 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](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.

VIOLA, M. R. **Fundamentos de hidrologia e manejo de bacias hidrográficas**. Lavras, 2020. 200p.

## ANEXO I – Espécies vegetais observadas na região

Nome científico	Nome popular	Umidade	Local
<i>Tachigali rugosa</i>	Açoita-cavalo	D/U	RN
<i>Lafoensia pacari</i>	Amarelinho	D	RN
<i>Tachigali rugosa</i>	Angá	D/U	RN
<i>Anadenanthera peregrina</i>	Angico	D	RN
<i>Annona coriacea</i>	Araticum	D	CR
<i>Annona cacans</i>	Araticum Cagão	D	RN
<i>Lithraea molleoides</i>	Arueirinha	D	CR
<i>Miroxylon peruiferum</i>	Bálsamo	D	RN
<i>Ocotea glaziovii Mez</i>	Canela	D/U	RN
<i>Terminalia glabrescens Mart.</i>	Capitão	D	RN
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	D	CR
<i>Cecropia pachystachya</i>	Embaúba	U	RN
<i>Ficus adhatodifolia</i>	Gameleira	D/U	CR
<i>Terminalia argentea</i>	Garrote	D	CR
<i>Psidium guajava</i>	Goiaba	D/U	CR
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	Guatambú	D	CR
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	Imbiruçu	D/U	RN
<i>Inga edulis</i>	Ingá	U	RN
<i>Tabebuia vellosi</i>	Ipê Amarelo	D/U	CR
<i>Tabebuia avellanedae</i>	Ipê Roxo	D/U	RN
<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá (pioneiro)	D	RN
<i>Genipa americana L.</i>	Jenipapo	U	RN
<i>AcrocomiaaculeataLodd. exMart</i>	Macaúba	D	CR
<i>Calophyllum brasiliense Cambess.</i>	Mangue	D/U	CR
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Óleo, copaíba	D/U	CR
<i>Euterpe edulis</i>	Palmito	U	CR
<i>Caesalpinia Ferrea</i>	Pau Ferro	D	CR
<i>Xylopia emarginata Mart.</i>	Pindaíba	U	CR
<i>Tapirira guianensis</i>	Pombo	D/U	CR
<i>Myrsine guianensis</i>	Pororoca	U	CR
<i>Sapindus saponária</i>	Saboeiro	D/U	CR
<i>Croton Urucurana</i>	Sangra D´água	D/U	RN
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Tamboril	D	RN

D = Drenada; U = Úmida; CR = Comum da Região; RN = Região da Nascente

Fonte: Autoria própria

## ANEXO II - Fauna observada na região de estudo durante o levantamento de campo

<b>Nome científico</b>	<b>Nome popular</b>
<i>Piaya cayana</i>	Alma de gato
<i>Guira guira</i>	Anu-branco
<i>Crotophaga ani</i>	Anu-preto
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	Arapaçu
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	Beija-flor-de-bico-vermelho
<i>Anthracothorax nigricollis</i>	Beija-flor-de-veste-preta
<i>Galbula ruficauda</i>	Beija-flor-grande
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi
<i>Sicalis flaveola</i>	Canario-da-terra
<i>Caracara plancus</i>	Carcará
<i>Athene cunicularia</i>	Coruja-buraqueira
<i>Theristicus caudatus</i>	Curicaca
<i>Asthenes moreirae</i>	Garrincha
<i>Milvago chimachima</i>	Gavião carrapateiro
<i>Heterospizias meridionalis</i>	Gavião-marrom
<i>Falco sparverius</i>	Gaviãozinho
<i>Cyanocorax cyanopogon</i>	Gralha
<i>Crypturellus parvirostris</i>	Inhambu-chororó
<i>Furnarius rufus</i>	João de barro
<i>Sapajus libidinosus</i>	Macaco-prego
<i>Psittacara leucophthalma</i>	Maritaca
<i>Icterus pyrrhopterus</i>	Merro
<i>Callithrix penicillata</i>	Mico-estrela
<i>Sporophila caeruleascens</i>	Papa-capim
<i>Amazona aestiva</i>	Papagaio
<i>Gnorimopsar chopi</i>	Pássaro-preto
<i>Rhynchotus rufescens</i>	Perdiz
<i>Brotogeris chiriri</i>	Periquito
<i>Colaptes campestris</i>	Pica-pau do campo
<i>Patagioenas picazuro</i>	Pomba-asa-branca
<i>Nasua nasua</i>	Quati
<i>Camptostoma obsoletum</i>	Risadinha
<i>Columbina squammata</i>	Rolinha-fogo-apagou
<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha-roxa
<i>Mimus saturninus</i>	sabiá do campo
<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-laranjeira

<b>Nome científico</b>	<b>Nome popular</b>
<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaço
<i>Aramides cajaneus</i>	Saracura-três-potes
<i>Cariama cristata</i>	Siriema
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Tamandua Bandeira
<i>Tyrannus savana</i>	Tesourinha
<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-tico
<i>Ramphastos toco</i>	Tucano

Fonte: Autoria própria

## Anexo III - Fauna existente na região da nascente relatada por moradores

<b>Nome científico</b>	<b>Nome popular</b>
<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato
<i>Bubo virginianus</i>	Corujão
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Curiango
<i>Didelphis albiventris</i>	Gambá
<i>Penelope obscura</i>	Jacu
<i>Conepatus semistriatus</i>	Jaratataca
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	Lobo guará
<i>Crax fasciolata</i>	Mutum
<i>Puma concolor</i>	Onça parda
<i>Coendou longicaudatus boliviensis</i>	Porco-espinho
<i>Icterus jamacaii</i>	Sofreu
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá Meleta
<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatupeba

Fonte: Autoria própria