

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
CURSO ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

Giulia Micheluzzi

**Desenvolvimento de um Protocolo para a Conservação de Nascentes e  
Entornos**

Florianópolis

2024

Giulia Micheluzzi

**Desenvolvimento de um Protocolo para a Conservação de Nascentes e Entornos**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientador: Prof. Rodrigo de Almeida Mohedano, Dr.

Florianópolis

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC

Micheluzzi, Giulia

Desenvolvimento de um Protocolo para a Conservação de Nascentes e Entornos / Giulia Micheluzzi ; orientador, Rodrigo de Almeida Mohedano, coorientador, Bruno Segalla Pizzolatti, 2024.

76 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. Conservação de Nascentes. 3. Protocolo de Conservação de Nascentes e seus Entornos. 4. Sustentabilidade Corporativa. I. de Almeida Mohedano, Rodrigo. II. Segalla Pizzolatti, Bruno . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. IV. Título.

Giulia Micheluzzi

**Desenvolvimento de um Protocolo para a Conservação de Nascentes e Entornos**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheira Sanitarista e Ambiental e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Florianópolis, 11 de julho de 2024.



Prof. Bruno Segalla Pizzolatti, Dr.

Coordenador do Curso

**Banca Examinadora**



Prof. Rodrigo de Almeida Mohedano, Dr.

Orientador



Mariane Goerdts Pauli

Engmetria Projeto e Licenciamentos



Grasiela Fagundes Minatto Cardoso

Engie Brasil Energia

Florianópolis, 2024.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao fechar este significativo capítulo da minha vida, gostaria de expressar minha gratidão a todos que tornaram esta jornada tão especial. Primeiramente, um agradecimento especial à minha família, especialmente a Derci, Pedro e Mhanoel. Sou grata pela oportunidade que vocês me proporcionaram, e por todo o amor, apoio, incentivo e atenção que recebi.

Agradeço profundamente ao Vitor e à Gabi, que estiveram ao meu lado, oferecendo suporte e incentivo durante toda essa caminhada. Sem vocês, eu não teria chegado até aqui, muito obrigada!

Também quero agradecer ao meu orientador, professor Rodrigo, cuja dedicação, paciência e apoio foram essenciais para que eu pudesse concluir esta etapa.

Por fim, quero expressar minha gratidão aos amigos que fiz ao longo dos anos na UFSC. Cada um desempenhou um papel importante, tornando esta fase incrivelmente significativa e memorável.

## RESUMO

A conservação de nascentes é crucial para a sustentabilidade ambiental e a gestão eficaz de recursos hídricos, especialmente no contexto corporativo. Este trabalho desenvolve um protocolo destinado ao setor corporativo para a conservação de nascentes e seus entornos. O protocolo inclui etapas como o diagnóstico ambiental inicial, a seleção de técnicas de restauração adaptativas, o isolamento da área, o controle de espécies exóticas invasoras e o monitoramento contínuo. Essas etapas são projetadas para se adaptarem a diferentes níveis de degradação, proporcionando uma implementação flexível e eficiente. Portanto, o estudo propõe cenários de intervenção conforme o estado da vegetação circundante e estima os custos associados a cada cenário. Além disso, o estudo estabelece indicadores ambientais específicos para monitorar as intervenções propostas no protocolo. Dessa forma, o protocolo busca oferecer uma abordagem sistemática e replicável para a conservação de nascentes aplicada ao meio corporativo.

**Palavras-chave:** Conservação de Nascentes; Protocolo de Conservação de Nascentes e seus Entornos; Sustentabilidade Corporativa.

## ABSTRACT

Spring conservation is crucial for environmental sustainability and effective water resource management, especially in the corporate context. This work develops a protocol aimed at the corporate sector for the conservation of springs and their surroundings. The protocol includes stages such as initial environmental diagnosis, selection of adaptive restoration techniques, area isolation, control of invasive exotic species, and continuous monitoring. These stages are designed to adapt to different levels of degradation, providing flexible and efficient implementation. Therefore, the study proposes intervention scenarios based on the state of the surrounding vegetation and estimates the costs associated with each scenario. Moreover, the study establishes specific environmental indicators to monitor the interventions proposed in the protocol. In this way, the protocol seeks to provide a systematic and replicable approach to spring conservation applied to the corporate environment.

**Keywords:** Spring Conservation; Spring and Surroundings Conservation Protocol; Corporate Sustainability. .

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de Bacias Hidrográficas. ....	15
Figura 2: Nascentes de encosta e abastecida por lençol freático. ....	16
Figura 3: Nascente de depressão tipo olho d'água. ....	16
Figura 4: Nascente de depressão tipo difusa. ....	17
Figura 5: Nascente de contato de lençol artesiano. ....	17
Figura 6: Nascente artesianas de falha geológica. ....	17
Figura 7: Nascentes artesianas de rochas cársticas. ....	17
Figura 8: Área de Preservação Permanente entorno das nascentes, com raio de 50 m. ....	22
Figura 9: Área de Preservação Permanente entorno das nascentes, com raio de 15 m. ....	23
Figura 10: Área de Preservação Permanente ao longo do curso d'água. ....	24
Figura 11: Fluxograma da metodologia.....	33
Figura 12: Principais etapas da proteção de nascentes e do seu entorno. ....	34
Figura 13: Fluxograma dos objetivos das etapas de proteção de nascentes e seu entorno. ....	36
Figura 14: Fluxograma das etapas de proteção de nascentes e seu entorno e identificação de possíveis custos. ....	36
Figura 15: Etapas do protocolo de proteção da nascente e seu entorno. ....	39
Figura 16: Fluxograma com cenário com área sem ou com pouca vegetação. ....	42
Figura 17: Área de Preservação Permanente isolada com cerca. ....	43
Figura 18: Resultados esperados com a Técnica Plantio Total por mudas. Situação inicial (A), situação após implantação (B), resultado esperado em 2 anos (C), resultado esperado em 10 anos (D). ....	44
Figura 19: Resultados esperados com a Técnica Regeneração Natural com Manejo de Nucleação. Situação inicial (A), situação após implantação (B), resultado esperado em 2 anos (C), resultado esperado em 10 anos (D). ....	44
Figura 20: Associação de técnicas de plantio. ....	46
Figura 21: Fluxograma com cenário com área com presença de espaços sem vegetação.....	47

Figura 22: Resultados esperados com a Técnica Plantio de Adensamento. Situação inicial (A), situação após implantação (B), resultado esperado em 2 anos (C), resultado esperado em 10 anos (D).....	48
Figura 23: Resultados esperados com a Técnica Plantio de Enriquecimento. Situação inicial (A), situação após implantação (B), resultado esperado em 2 anos (C), resultado esperado em 10 anos (D).....	48
Figura 24: Fluxograma com cenário com área com vegetação presente. ....	50

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Formulário para Diagnóstico e Caracterização de Nascentes.....	40
Quadro 2: Custo do Cenário 1 para 1 hectare.....	54
Quadro 3: Custo do Cenário 2 para 1 hectare.....	56
Quadro 4: Custo do Cenário 3 para 1 hectare.....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Impactos Urbanos na Dinâmica das Nascentes.....	18
Tabela 2: Custo das etapas gerais das ações.....	37
Tabela 3: Exemplos de indicadores de recuperação de nascentes. ....	51

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
3.1	NASCENTES .....	15
3.2	AMEAÇAS E DESAFIOS PARA A CONSERVAÇÃO DE NASCENTES ....	18
3.3	LEGISLAÇÃO .....	20
<b>3.4.1</b>	<b>Código das Águas</b> .....	<b>20</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Política Nacional dos Recursos Hídricos</b> .....	<b>21</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Novo Código Florestal, Lei 12.727/2012 e Lei 14.653/2023</b> .....	<b>22</b>
3.4	MEDIDAS PARA A CONSERVAÇÃO DE NASCENTES .....	24
<b>3.4.1</b>	<b>Recuperação de Áreas Degradadas</b> .....	<b>25</b>
3.4.1.1	<i>Regeneração Natural</i> .....	27
3.4.1.2	<i>Plantio de Adensamento</i> .....	28
3.4.1.3	<i>Plantio de Enriquecimento</i> .....	29
3.4.1.4	<i>Plantio em Área Total</i> .....	30
3.5	AÇÕES AMBIENTAIS CORPORATIVAS .....	31
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>33</b>
4.1	ELABORAÇÃO DO PROTOCOLO DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES E ÁREAS CIRCUNDANTES.....	33
<b>4.1.1</b>	<b>Estabelecimento de Cenários para Proteção</b> .....	<b>34</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Definição de Indicadores de Recuperação de Nascentes</b> .....	<b>35</b>
4.2	VERIFICAÇÃO DO CUSTO DOS CENÁRIOS PROPOSTOS .....	36
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>39</b>
5.1	ETAPAS DO PROTOCOLO DE NASCENTES E SEU ENTORNO .....	39
<b>5.1.1</b>	<b>Áreas Prioritárias para Conservação de Nascentes</b> .....	<b>39</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Protocolo de Conservação de Nascentes</b> .....	<b>40</b>
<b>5.1.3</b>	<b>Indicadores de Recuperação de Nascentes</b> .....	<b>51</b>
5.2	ESTIMATIVA DE CUSTOS DO PROJETO.....	53
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>60</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>62</b>

<b>ANEXO 1 – CÁLCULO DO CUSTO POR CENÁRIO .....</b>	<b>71</b>
---	-----------

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural vital e suporta a vida de outros recursos como vegetais, animais e minerais. No entanto, seu significado vai além da pura necessidade biológica. O acesso à água pode ter um grande impacto na saúde humana e no bem-estar, bem como na autossuficiência econômica de uma região ou país (PINTO, 2003).

Embora o planeta esteja efetivamente repleto de água, uma fração mínima está prontamente disponível para uso humano, cerca de 2,5% (BARBOSA, 2014). A água é fundamental nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), destacando-se no sexto objetivo da Agenda 2030, que visa "assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos". Assim, garantir o acesso universal à água e ao saneamento é uma prioridade global (ONU BRASIL, 2024).

Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022), 82,9% da população brasileira tem acesso à água através da rede geral de distribuição; 9,0% utilizam poço profundo ou artesianos; 3,2% são abastecidos por poço raso, freático ou cacimba; e 1,9% dependem de fonte, nascente ou mina. Portanto, as nascentes desempenham um papel crucial tanto na manutenção quanto na formação dos recursos hídricos urbanos e no fornecimento de água potável (FARIAS *et al.*, 2020).

O Brasil possui incontáveis nascentes, responsáveis por alimentar os mais diversos corpos hídricos, como rios, lagos e bacias hidrográficas. Entretanto, as nascentes vêm sendo sistematicamente degradadas e impactadas crescentemente pelo avanço do processo urbano-industrial e pela expansão da agricultura e pelas mudanças climáticas (MALTCHIK; MEDRI, 2006). De acordo com o Relatório Anual de Desmatamento (2023) publicado pelo MapBiomas, o Brasil registrou a perda de aproximadamente 8.558.237 hectares de vegetação nativa nos últimos cinco anos.

Os impactos ambientais causados pela atividade humana são, em grande parte, resultado do uso do meio ambiente para extração dos recursos necessários à produção de bens e serviços, assim como pela eliminação de materiais e energia residuais não utilizados (BARBIERI, 2007). A necessidade acentuada na utilização dos recursos naturais promove fenômenos como o manejo inadequado dos solos; desmatamentos incontroláveis; e uso abusivo de fertilizantes, corretivos e pesticidas.

Toda ação gera graves problemas ambientais, sobretudo em áreas próximas a nascentes e zonas ribeirinhas, direcionando-se sobre a qualidade e a quantidade da água em microbacias (PINTO, 2003).

A conservação de nascentes é um imperativo não apenas ecológico, mas também socioeconômico, uma vez que a qualidade e quantidade desse recurso são vitais para diversas atividades humanas (BARBOSA *et al.*, 2012; CALVÃO *et al.*, 2010).

Nesse sentido, uma gama de entidades, tanto governamentais quanto não-governamentais, ao redor do mundo estão empenhadas em desenvolver esforços para combater o desperdício de água e a degradação dos recursos hídricos (CASTRO, 2007). Paralelamente, grandes empresas reconhecem que a população está vigilante a essas mudanças e entendem que qualquer valor destinado à questão ambiental não representa um custo, mas sim um investimento que consolida a marca junto à sociedade (BATALHA, 2013).

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um protocolo de conservação de nascentes e seus entornos, direcionado ao setor corporativo. Sendo assim, busca-se fornecer um guia prático para empresas interessadas em engajar-se voluntariamente em projetos de conservação ambiental. O protocolo inclui fluxogramas de decisão adaptados ao estado de degradação da área circundante à nascente, além de apresentar uma estimativa dos custos associados à proteção dessas áreas e indicadores que facilitam o acompanhamento e avaliação das intervenções realizadas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O trabalho tem por objetivo desenvolver um protocolo de conservação de nascentes e dos seus entornos voltado ao meio corporativo.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Estabelecer cenários de proteção para determinar os procedimentos em cada caso;
2. Definir indicadores de recuperação de nascentes para o acompanhamento das ações propostas no protocolo;
3. Avaliar os custos associados aos procedimentos de manutenção e recuperação de nascentes para os diferentes cenários identificados.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

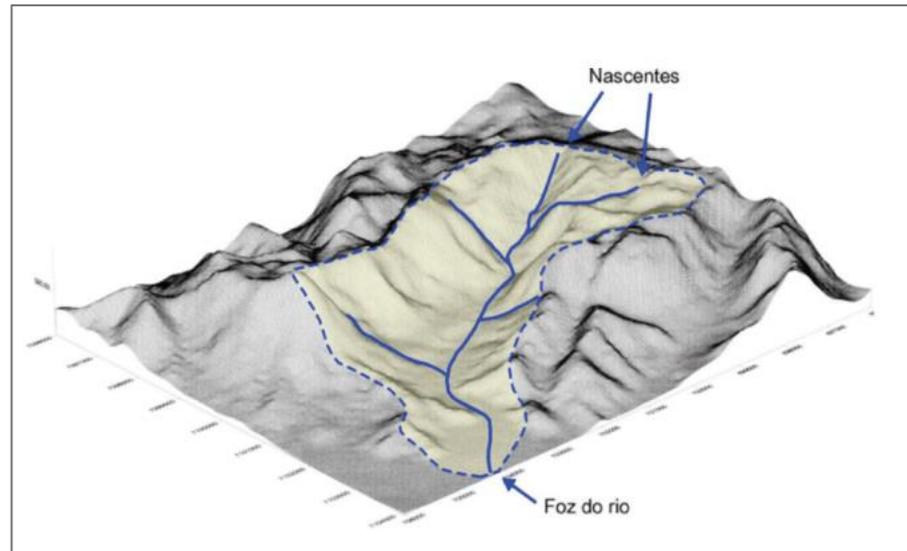
#### 3.1 NASCENTES

De acordo com o novo Código Florestal, Lei Federal nº 12.651/2012, a nascente é definida como o afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água. A Agência Nacional de Águas (ANA) (2015) define nascentes como o local onde se inicia um curso d'água, caracterizado pelo ponto de maior altitude do curso, onde seu trecho de drenagem mais a montante emerge no terreno, podendo ou não apresentar escoamento superficial de água.

As nascentes, que geralmente se formam em regiões montanhosas conhecidas como bacias de cabeceira, emergem de formações subterrâneas e representam afloramentos do lençol freático, estes afloramentos dão origem aos fluxos de água que são fundamentais para a formação da rede de drenagem (CASTRO, 2001; CALHEIROS *et al.*, 2009).

As grandes bacias hidrográficas são constituídas por um agrupamento de pequenas bacias, geralmente localizadas em áreas de maior declividade. Essas áreas são conhecidas como bacias hidrográficas de cabeceira, onde ocorre a formação das nascentes (VALENTE; GOMES, 2011). Portanto, as bacias de cabeceira localizam-se nas montanhas e são divididas em nascentes que dão origem aos rios que são visíveis na superfície (Figura 1). Essas nascentes são de grande importância nas áreas rurais, porque são o ponto de partida para os cursos d'água, tais como rios, ribeirões e córregos. Elas se desenvolvem quando os aquíferos atingem a superfície, permitindo que a água armazenada abaixo do solo emergja (mina) ao ar livre (CASTRO, 2007).

**Figura 1: Esquema de Bacias Hidrográficas.**



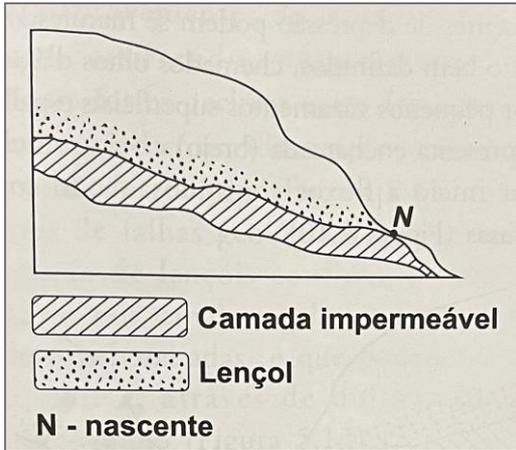
Fonte: Adaptado de Maia *et al.* (2013 *apud* CCJ, 2008)

Para preservar as nascentes, é crucial entender seus diferentes tipos (PINTO, 2003). Em relação ao regime de vazão, as nascentes podem ser classificadas como perenes, quando mantêm um fluxo contínuo de água ao longo de todo o ano; intermitentes, que apresentam fluxo de água apenas durante as estações chuvosas e secam durante a estação seca; e efêmeras, que são temporárias, surgem durante períodos de chuvas e persistem por alguns dias antes de desaparecerem (CASTRO, 2007).

Quanto às origens, segundo Valente e Gomes (2011) identificam seis principais tipos de nascentes: nascente de encosta (Figura 2), caracterizada pelo contato de camadas geológicas, geralmente localizadas no sopé de morros; nascente de depressão (Figura 3), formada por "olhos d'água" – pontos onde a água borbulha à superfície; nascente difusa (Figura 4), que ocorre em áreas encharcadas; nascente de lençol artesianos (Figura 5), originadas em locais de acentuado declive e aquíferos confinados, frequentemente em zonas de contato geológico; nascente de falha geológica (Figura 6), que se formam onde as falhas geológicas permitem que o nível freático alcance a superfície; e nascente de rochas cársticas (Figura 7), originadas em canais ou dutos cársticos, ou mesmo em dolinas.

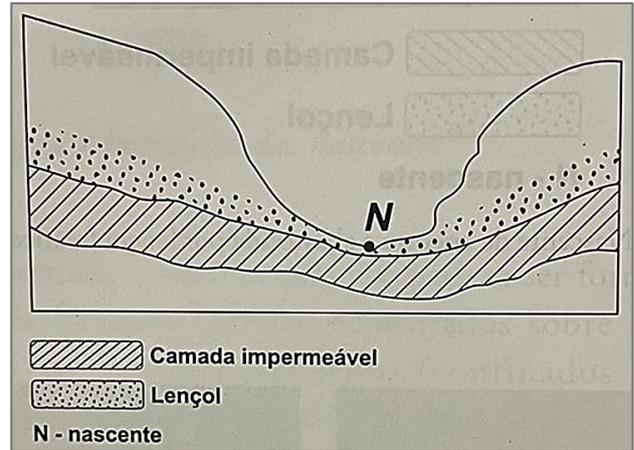
**Figura 2: Nascentes de encosta e abastecida por lençol freático.**

**Figura 3: Nascente de depressão tipo olho d'água.**



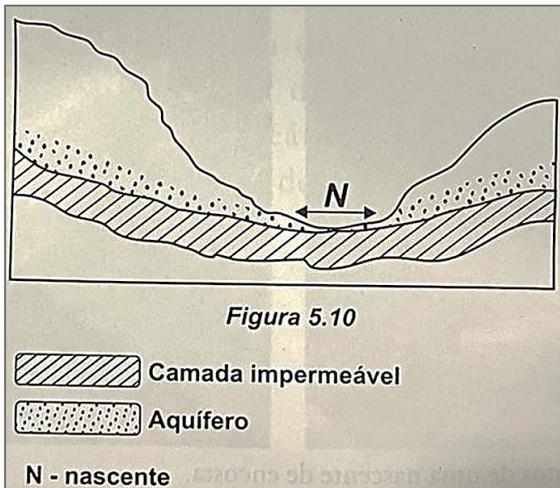
Fonte: Valente e Gomes (2011).

**Figura 4: Nascente de depressão tipo difusa.**



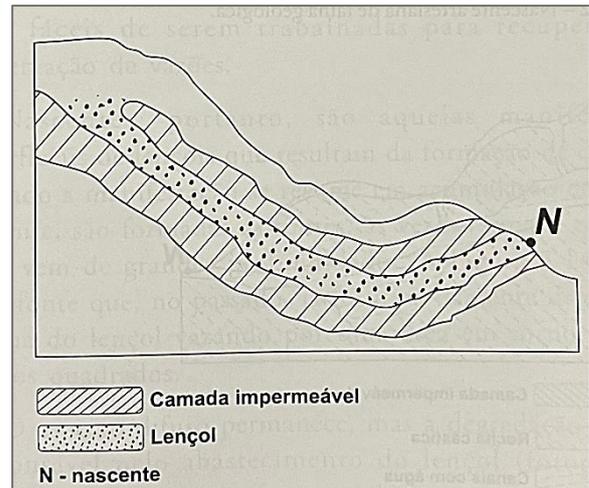
Fonte: Valente e Gomes (2011).

**Figura 5: Nascente de contato de lençol artesiano.**



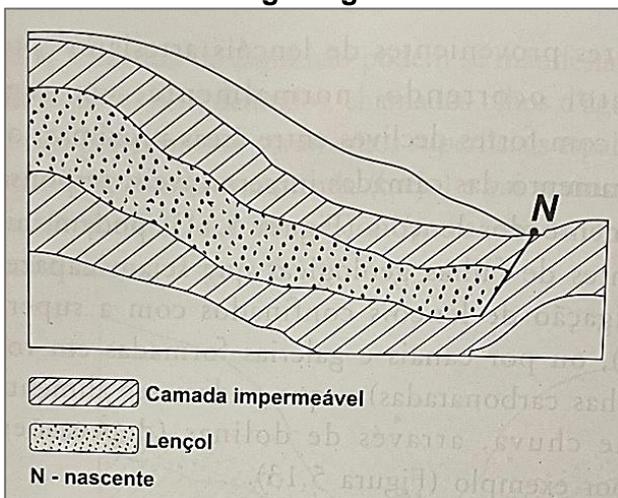
Fonte: Valente e Gomes (2011).

**Figura 6: Nascente artesiana de falha geológica.**

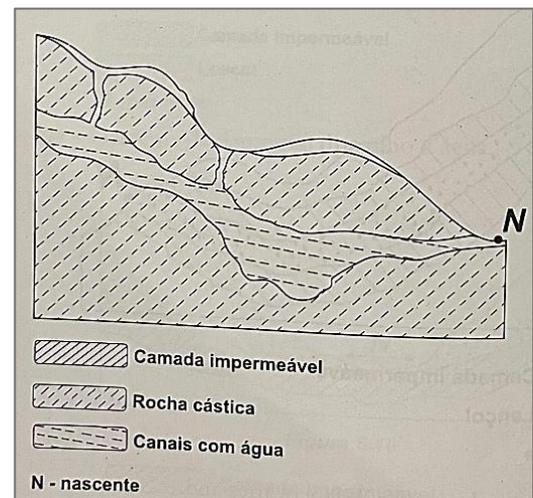


Fonte: Valente e Gomes (2011).

**Figura 7: Nascentes artesianas de rochas cársticas.**



Fonte: Valente e Gomes (2011).



Fonte: Valente e Gomes (2011).

### 3.2 AMEAÇAS E DESAFIOS PARA A CONSERVAÇÃO DE NASCENTES

De acordo com o Relatório Anual de Desmatamento (2023) publicado pelo MapBiomas, apesar da redução de 11,6% no desmatamento no Brasil em 2023 comparado a 2022, as Áreas de Preservação Permanente continuam sendo afetadas. Nesse período, observou-se um aumento no desmatamento dessas áreas nos biomas Cerrado, Caatinga e Pantanal, representando 0,3% do total desmatado no país.

Mesmo com as legislações existentes visando a proteção de nascentes, a realidade ainda é bastante alarmante (CASTRO, 2007). A degradação ambiental nessas áreas está principalmente associada ao desmatamento e à ausência de cercamento (REIS *et al.*, 2021). Além disso, fatores naturais e sociais, bem como a organização desses elementos no ambiente, influenciam significativamente a dinâmica das nascentes (FELIPPE, 2009 *apud* TROPMAIR, 2004).

Na pesquisa realizada por Pieroni *et al.* (2019), observou-se que as nascentes avaliadas apresentavam um alto nível de degradação. Constatou-se que o estado de conservação das nascentes está intrinsecamente ligado à proximidade com estradas e à falta de proteção e vegetação, sendo esses os impactos mais recorrentes.

Nesse mesmo sentido, Castro (2007) destaca que as principais ameaças às nascentes são: o desmatamento intensivo de florestas nativas; incêndios; pastoreio excessivo; construção inadequada de estradas; urbanização em áreas não apropriadas; reflorestamentos mal planejados; descarte contínuo de lixo em rios; despejo de esgoto diretamente nos cursos d'água; e poluição química. Segundo Felipe (2009) ainda há impactos ambientais urbanos que interferem na dinâmica das nascentes, apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1: Impactos Urbanos na Dinâmica das Nascentes.**

<b>Impactos</b>	<b>Consequências gerais no sistema hídrico</b>	<b>Consequências para as nascentes</b>
-----------------	--	--

Impermeabilização do solo	Aumento da quantidade e da velocidade do escoamento superficial. Redução da recarga dos aquíferos. Intensificação dos processos erosivos, aumento da carga sedimentar para os cursos d'água, assoreamento e inundações	Descaracterização, redução da vazão, desaparecimento
Resíduos líquidos e sólidos (combustível, esgoto, lixões, etc.)	Poluição das águas subterrâneas	Redução na qualidade da água
Retirada de água subterrânea	Rebaixamento do nível freático	Redução da vazão, desaparecimento
Retirada da cobertura vegetal	Intensificação dos processos erosivos, assoreamento, inundações. Diminuição da retenção de água. Aumento da energia dos fluxos superficiais	Descaracterização, redução da vazão, desaparecimento
Construções	Drenagem de nascentes. Aterramento.	Descaracterização, desaparecimento
Canalização de rios	Aumento da velocidade e da energia dos fluxos. Alteração no padrão de influência/efluência dos rios	Descaracterização, redução da vazão
Ilha de calor	Alteração no padrão de chuvas. Alteração no padrão de recarga	Alteração da vazão

Fonte: Adaptado de Felipe (2009).

As nascentes e seus entornos são considerados como áreas de proteção permanente, conforme estabelecido em legislação. No entanto, quando localizadas em contextos urbanos, sofrem com o impacto da urbanização desordenada e, frequentemente, com a negligência do poder público em conter esse avanço e assegurar sua preservação (MOURA *et al.*, 2023).

Conseqüentemente, a perda de uma nascente tende a reduzir o número de cursos d'água, o que, por sua vez, reduzirá o volume de água disponível na região. Dado que as nascentes são inestimáveis para as propriedades agrícolas, é crucial que toda atenção seja direcionada para garantir sua proteção. Uma vez que o desenvolvimento do entorno urbano altera os fluxos da nascente, ela poderia não mais existir no local, se tornar temporariamente nascente ou mudar para locais mais baixos. Esse desaparecimento e mudança são causados pela interrupção da cadeia de processos hidrológicos que, uma vez perturbada, pode mudar as características das nascentes (CASTRO, 2007; FELIPPE, 2009).

### 3.3 LEGISLAÇÃO

A conservação da vegetação, do solo e dos recursos hídricos depende da aplicação eficaz da legislação brasileira. A implementação de técnicas de manejo integrado em sub-bacias hidrográficas começou a apresentar benefícios significativos em 1987.

No Brasil, as leis mais importantes que regulam a utilização e a proteção das águas incluem o Código das Águas, instituído pelo Decreto Federal nº 24.643 de 10 de julho de 1934; a Lei das Águas de 1997 (Lei nº 9.433); o Novo Código Florestal (Lei nº 12.651 de 2012); a Lei nº 12.727 de 2012; e a recente Lei Federal nº 14.653 de 2023, que se concentra na preservação da vegetação em áreas próximas a nascentes fluviais.

#### 3.4.1 Código das Águas

O Decreto nº 24.643, conhecido como Código das Águas, foi estabelecido em 1934 e permitiu que o estado interviesse para evitar o uso perigoso das águas subterrâneas. De acordo com esse Código, o uso de rios e nascentes dentro das fronteiras de propriedades privadas, bem como aqueles que separam duas

propriedades, deve ser condicionado aos interesses da comunidade. As nascentes e as águas em terrenos privados, por outro lado, são classificadas como particulares a menos que sejam consideradas águas comuns, públicas ou de uso coletivo (BRASIL, 1934).

Em 1938, o Decreto-lei nº 852 reafirmou as diretrizes do Código das Águas, destacando a importância de diferenciar água de recurso hídrico. Água é descrita como um elemento natural, reciclável e de distribuição aleatória, essencial para a vida. Já o termo recurso hídrico refere-se especificamente à água considerada um bem econômico e utilizável para fins diversos. A legislação sublinha que a proteção deve abranger a água em todas as suas formas, não apenas como recurso econômico, reforçando a necessidade de preservar esse valioso componente ambiental em seu contexto mais amplo (BRASIL, 1938).

### **3.4.2 Política Nacional dos Recursos Hídricos**

A Lei nº 9.433/97, que define a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelece a bacia hidrográfica como a principal unidade para o planejamento da gestão integrada de recursos hídricos, promovendo uma abordagem participativa e descentralizada na administração desses recursos. Essa legislação foi fundamental para a criação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, além dos comitês de bacia hidrográfica e das agências de água, que são entidades essenciais no Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Essas organizações são essenciais para uma gestão eficaz da água porque enfatizam a importância de considerar como outros recursos naturais interagem com os recursos hídricos (BRASIL, 1997).

Além disso, o Decreto Federal nº 50.877, de 1961, especifica a definição de poluição hídrica como qualquer modificação das características físicas, químicas ou biológicas das águas que possa resultar em danos à saúde, segurança e bem-estar da população, assim como comprometer seu uso para atividades agrícolas, industriais, comerciais e recreativas, além de afetar negativamente a vida aquática normal. Essa definição sublinha a importância de proteger a qualidade da água de qualquer contaminação que possa prejudicar tanto o ambiente natural quanto os humanos (BRASIL, 1961).

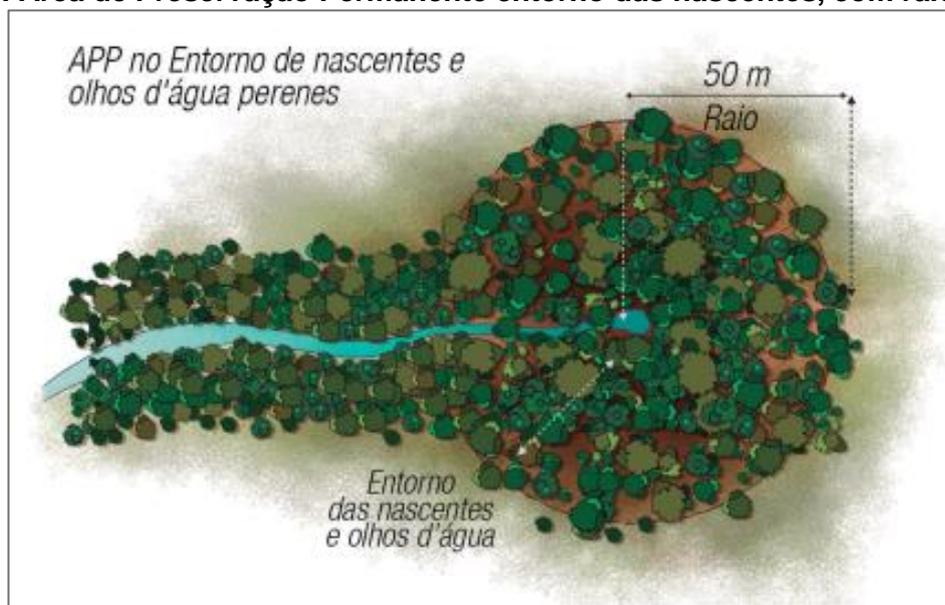
### 3.4.3 Novo Código Florestal, Lei 12.727/2012 e Lei 14.653/2023

A Lei Federal nº 12.651/2012, conhecida como o novo Código Florestal, revogou o Código Florestal anterior (Lei nº 4.771/1965), introduzindo diretrizes atualizadas para a gestão sustentável das florestas e demais vegetações nativas. Essa lei faz uma distinção clara entre nascente definida como o afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água, e olho d'água, descrito como o afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente (BRASIL, 2012a).

A legislação também enfatiza a importância das Áreas de Preservação Permanente ao redor das nascentes, estipulando que qualquer supressão nesses locais só pode ocorrer por motivos de utilidade pública e mediante autorização específica (BRASIL, 2012a).

A fim de complementar o novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), a Lei Federal nº 12.727/2012 introduziu mudanças significativas para ajustar e esclarecer alguns pontos. Entre as alterações, destaca-se a ênfase na proteção das nascentes e na restauração das Áreas de Preservação Permanente especificando que, em áreas rurais e urbanas, estas devem compor um raio de no mínimo 50 metros (Figura 8). Contudo, para áreas dedicadas à manutenção de atividades agrossilvipastoris, ecoturismo ou turismo rural, o raio mínimo requerido para a Área de Preservação Permanente é reduzido para 15 metros (Figura 9) (BRASIL, 2012b).

**Figura 8: Área de Preservação Permanente entorno das nascentes, com raio de 50 m.**



Fonte: Adaptado de Bedê (2013).

**Figura 9: Área de Preservação Permanente entorno das nascentes, com raio de 15 m.**



Fonte: Adaptado de Bedê (2013).

Avançando ainda mais nas questões ambientais, a Lei Federal nº 14.653/2023 introduziu medidas adicionais para promover a conservação. Essa lei estabeleceu que Áreas de Preservação Permanente, Reservas Legais e outras áreas sob restrições administrativas, conforme definido pela legislação ambiental, agora são elegíveis para pagamentos por serviços ambientais com uso de recursos públicos, com uma atenção especial às regiões ao redor das nascentes (BRASIL, 2023).

Nesse sentido, a Política Nacional de Remuneração por Serviços Ecológicos, criada pela Lei no 14.119 de 2021 e derivada do Projeto de Lei no 312/2015, posteriormente renomeado para Projeto de Lei no 5.028/2019, tem objetivos claros, diretrizes e ações. Além disso, a lei estabeleceu padrões para a implementação da política, bem como o estabelecimento do Cadastro Nacional de Remuneração por Serviços Ecológicos e do Programa Federal de Remuneração por Serviços Ecológicos, bem como contratos de remuneração por serviços ecossistêmicos ou ambientais. A Lei 14.119/21 também define várias formas de pagamento, como compensações, títulos verdes, comodato e cotas de reserva ambiental, bem como métodos diretos, monetários e não monetários.

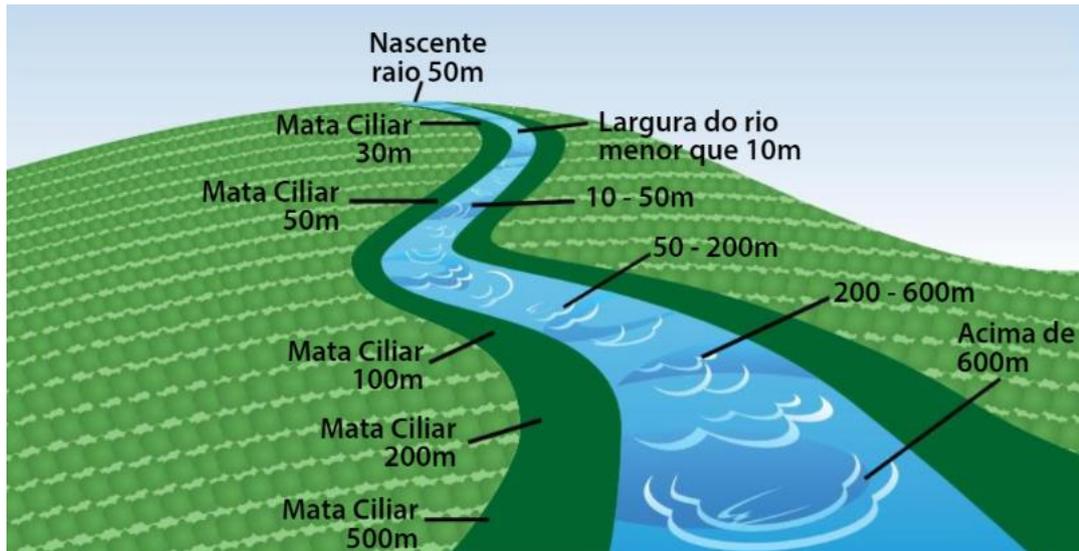
### 3.4 MEDIDAS PARA A CONSERVAÇÃO DE NASCENTES

As abordagens para a conservação de nascentes devem incluir aspectos fundamentais como o controle da erosão do solo através de métodos físicos e barreiras vegetativas, a redução da contaminação química e biológica, e a minimização da perda de água pela transpiração das plantas. Além disso, é crucial garantir que as atividades nas proximidades das nascentes não introduzam poluentes que possam comprometer a saúde humana ou animal, tais como contaminação química, aumento de partículas minerais no solo, acúmulo de matéria orgânica ou a presença de coliformes (CASTRO, 2007).

Devido à sua capacidade de reter possíveis contaminantes, a vegetação ciliar é essencial para proteger corpos hídricos (RANGEL NETO *et al.*, 2020). As vegetações que recobrem as margens dos rios e de suas nascentes são comumente denominadas matas ciliares (KUNTSCHIK *et al.*, 2014). Essa atua na manutenção da integridade e estabilidade da microbacia hidrográfica, conforme apontado por Pinto (2003), citando Lima e Zakia (2000 e 2001).

De acordo com Oliveira Filho (1994), as matas ciliares são formações florestais associadas aos cursos d'água, estendendo-se por consideráveis extensões para fora das margens que exibem variações notáveis em composição florística e estrutura comunitária. Ainda se destaca a importância crítica dessas matas para a qualidade de água dos rios, controle do regime hídrico, a erosão das margens, conservação da ictiofauna e enriquecimento da paisagem. Além disso, o Código Florestal, Lei nº 12.651 de 2012, classifica as matas ciliares como Áreas de Preservação Permanente (Figura 10) (BRASIL, 2012a).

**Figura 10: Área de Preservação Permanente ao longo do curso d'água.**



Fonte: Adaptado de FAEG (2016).

O papel das Áreas de Preservação Permanente inclui proteger os ecossistemas contidos nas zonas próximas a nascente, como também a conservação das zonas que recarregam os aquíferos. Como resultado, as matas ciliares têm desempenhado importantes papéis na influência da qualidade da água, regulação do regime hídrico e na estabilização das margens fluviais. Essas são influenciadas pelas enchentes e pelo aporte de nutrientes dos ecossistemas aquáticos adjacentes (CASTRO, 2007).

### 3.4.1 Recuperação de Áreas Degradadas

Marta, Mendes e Farias (2015) abordam que desde a promulgação da Constituição Federal de 1988, tem sido imposto tanto ao Poder Público quanto à sociedade o dever e o compromisso de preservar o meio ambiente para as gerações presentes e futuras. Em áreas privadas, os direitos de propriedade são exercidos de maneira limitada, conforme a legislação vigente, especialmente sob as diretrizes do novo Código Florestal, Lei nº 12.651/2012, e suas alterações pela Lei nº 12.727 de 17 de outubro de 2012, assegurando que tais direitos sejam exercidos não apenas com objetivos econômicos e sociais, mas também com propósitos conservacionistas.

De acordo com o artigo 7º do novo Código Florestal, é obrigação do proprietário, possuidor ou ocupante a qualquer título, seja pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, manter as áreas situadas em Áreas de Preservação

Permanente. Caso haja supressão de vegetação nativa, essa deve ser obrigatoriamente recomposta (BRASIL, 2012a).

Nesse sentido, a resolução CONAMA n° 429, de 28 de fevereiro de 2011, dispõe sobre procedimentos de recuperação das Áreas de Preservação Permanente, destacando que a recuperação dessas áreas poderá ser realizada por regeneração natural de espécies nativas, plantio de espécies nativas e plantio de espécies nativas associada a condução da regeneração natural (BRASIL, 2011).

Segundo Castro (2007), as estratégias de planejamento destinada à conservação ou restauração de uma nascente deve se basear no princípio de otimizar as condições do solo para maximizar a infiltração da água da chuva. Essa água infiltrada acumula-se em um aquífero subjacente, que subsequentemente alimenta uma ou mais nascentes vinculadas a ele. As nascentes com melhores condições apresentam água transparente, cobertura vegetal elevada e pouco uso de animais (REIS *et al.*, 2021).

Para garantir o sucesso da recuperação da área e evitar desperdício de recursos e trabalho, algumas ações realizadas podem ser ineficazes caso existam agentes degradantes, como o gado e as atividades agrícolas se não forem removidos adequadamente, as áreas destinadas à recuperação devem ser isoladas (BRASIL, 2010; BENINI *et al.*, 2016).

Neste contexto, o uso estratégico da vegetação é essencial para a conservação de nascentes, devendo-se principalmente ao fato de que a decisão de restaurar Áreas de Preservação Permanente é motivada por requisitos legais, bem como por sua importância para proteger os recursos hídricos da região e criar corredores ecológicos para fauna e flora, conectando-os às florestas remanescentes locais (VALENTE; GOMES, 2011; BENINI *et al.*, 2016). Deste modo, o objetivo da restauração florestal é restaurar uma floresta em áreas onde a cobertura original foi degradada ou destruída por ações humanas. O processo envolve a reintrodução de espécies nativas e a recuperação dos processos ecológicos, que são essenciais para sua sustentabilidade (MARTINS, 2020).

As técnicas primordiais empregadas para a revitalização de nascentes no Brasil incluem a condução da regeneração natural, o enriquecimento e o plantio total em Áreas de Preservação Permanente. A seleção da técnica mais apropriada é determinada conforme o estágio de degradação do local e a proximidade com remanescentes florestais (BETIOLO, 2020).

### 3.4.1.1 *Regeneração Natural*

A restauração florestal passiva, isto é, sem intervenção ativa, apresenta-se como um método de baixo custo e ecologicamente benéfico para restaurar as florestas nativas em locais que foram removidos ou degradados. Essa abordagem promove a diversidade de espécies em um ambiente restaurado e garante a preservação do patrimônio genético local (MARTINS, 2020; BENINI *et al.*, 2016).

Em diversos locais, as florestas têm a capacidade de se regenerar naturalmente, e a restauração florestal pode ser alcançada simplesmente mediante a proteção dessas florestas em processo de regeneração natural (WILSON *et al.*, 2021).

A regeneração natural é influenciada por diferentes fatores, incluindo o histórico de uso do solo, o tempo desde o abandono do local e a proximidade de fragmentos florestais remanescentes (MARTINS, 2020). A preservação e recuperação das matas ciliares e das nascentes por meio da regeneração natural da vegetação são consideradas instrumentos eficazes para manter o equilíbrio ecológico (ALVES FILHO, 2022).

Quando adequadamente localizadas, as florestas naturais exercem efeitos benéficos sobre os ciclos hidrológicos. Isso ocorre porque o solo sob a cobertura florestal fornece uma resistência significativa ao escoamento superficial e facilita a formação de uma camada de solo mais porosa, o que aumenta a infiltração de água (VALENTE; GOMES, 2011). Através da regeneração natural, é possível reduzir a vulnerabilidade das nascentes a problemas como erosão e assoreamento (COSTA *et al.*, 2023).

A adoção da Regeneração Natural é apropriada para a remoção de agentes disruptivos ou barreiras que impedem a regeneração, tais como fogo, invasão por espécies não nativas ou a presença de animais domésticos. É relevante mencionar que certos animais, quando gerenciados de forma apropriada, podem ser empregados efetivamente para auxiliar no controle de espécies invasoras através do pastejo (MORAES *et al.*, 2013). Esta abordagem é recomendada em contextos em que há uma densidade reduzida de plantas e uma diversidade limitada de espécies nativas regenerativas, uma certa distância de remanescentes de vegetação nativa, presença de solos compactados e uma prevalência elevada de espécies invasoras (SKORUPA *et al.*, 2021).

Embora a regeneração passiva normalmente envolva o abandono da área para que a natureza siga seu curso, muitas vezes são necessárias intervenções mínimas para facilitar esse processo. Medidas como o cercamento da área e a criação de aceiros são importantes para proteger a área contra os impactos negativos do gado e do fogo, que podem atrasar significativamente ou impedir o processo de regeneração natural (MARTINS, 2020).

### **Técnica de Nucleação Aplicada**

A técnica de nucleação, também referida como "ilhas de árvores" ou "plantio de aglomerados", consiste no estabelecimento de pequenas ilhas de árvores que: 1) criam habitats para dispersores de sementes; 2) oferecem sombra para inibir o crescimento de plantas heliófilas e outras condições que favorecem o desenvolvimento arbóreo; e 3) permitem a exportação de sementes das árvores plantadas para a área circundante (WILSON *et al.*, 2021).

Nesses núcleos, observa-se um aumento das interações interespecíficas, incluindo relações entre plantas, entre plantas e microorganismos, entre plantas e animais, além de níveis de predação e associações que influenciam os processos reprodutivos vegetais, como polinização e dispersão de sementes. Deste modo, esses núcleos propiciam a expansão da vegetação secundária ao longo do tempo e aceleram o processo de sucessão natural (EMBRAPA, 2024d).

A nucleação aplicada simula o processo natural de sucessão e seus atributos contribuem para que a área circundante se regenere mais rapidamente do que seria possível apenas através da regeneração natural. Esse método é eficaz somente se as florestas tiverem capacidade de regeneração natural (por exemplo, se as condições abióticas e bióticas forem favoráveis), situação na qual pode facilitar e acelerar o processo de sucessão (WILSON *et al.*, 2021).

#### **3.4.1.2 Plantio de Adensamento**

O método de plantio adensado, caracterizado pelo plantio de mais de mil mudas por hectare, é recomendado para a recuperação de áreas altamente degradadas, demonstrando eficácia nesses contextos (SALOMÃO *et al.*, 2013). Esse método envolve o plantio intensivo de mudas com o objetivo de incrementar a

cobertura vegetal, especialmente em áreas que não se regenerariam naturalmente. Destaca-se que essa técnica utiliza espécies que já são parte da flora local (EZEZINOS, 2021).

Na aplicação desta estratégia, o adensamento é empregado para ocupar clareiras dentro de áreas em regeneração com espécies de crescimento rápido, visando a cobertura completa da área em restauração. Com a técnica de adensamento, obtêm-se uma resposta mais rápida no controle de espécies invasoras exóticas ou na mitigação de processos erosivos. Alternativamente, o adensamento pode incluir espécies escolhidas pelo proprietário, incluindo espécies exóticas ou nativas de valor econômico (SKORUPA *et al.*, 2021).

Este método é usado em áreas onde a regeneração natural é insuficiente, principalmente onde há poucos arbustos e árvores e lacunas na vegetação, muitas vezes com a presença de gramíneas exóticas invasoras, como a braquiária. Nesses casos, realiza-se um processo de preenchimento ou adensamento, normalmente com espaçamento de 3 x 2 m ou 2 x 2 m entre as plantas. O adensamento auxilia a restaurar as florestas controlando a propagação de espécies invasoras e facilitando o crescimento de espécies que suportam o sombreamento. Por outro lado, devido ao fato de que essa abordagem requer o plantio de mudas, os custos associados à sua aplicação são superiores aos da regeneração natural (BENINI *et al.*, 2016).

Essa condição é apropriada se existir regeneração natural na área. No entanto, é essencial introduzir indivíduos de espécies nativas, especialmente da fase inicial de sucessão (espécies de cobertura), nos locais onde ocorrem lacunas na regeneração natural (SKORUPA *et al.*, 2021).

#### 3.4.1.3 *Plantio de Enriquecimento*

O Plantio de Enriquecimento é empregado para aumentar a diversidade vegetal em áreas que já apresentam sinais de regeneração natural, como as capoeiras. Esse método pode envolver o plantio (parcial) ou a semeadura de espécies que atraem animais ou que possuem valor econômico. Recomenda-se dar prioridade a espécies nativas locais, focando particularmente em seus produtos madeireiros e não-madeireiros, como frutos, sementes e mel (MORAES *et al.*, 2013).

O enriquecimento é apropriado para áreas que já apresentam uma regeneração natural de espécies pioneiras, mas requerem a introdução de espécies

mais tardias no ciclo de sucessão ecológica. Isso garante que a floresta ou a savana permaneçam estáveis, em vez de declinar com o desaparecimento das espécies pioneiras, sejam elas arbóreas (florestas) ou herbáceas (savanas) (SKORUPA *et al.*, 2021).

Este método é utilizado em áreas cobertas por vegetação, mas a diversidade de espécies florísticas é limitada. O enriquecimento consiste na inclusão de espécies dos estágios finais de sucessão, especialmente aquelas que interagem com a fauna e/ou de diferentes tipos de vegetação originalmente presentes em cada bioma, como arbustos, lianas e plantas herbáceas. A introdução de indivíduos de espécies que já existem no local - cultivadas a partir de sementes de outros fragmentos do mesmo tipo florestal - também pode contribuir para o resgate da diversidade genética. Uma vantagem desse método é que ele capitaliza sobre a regeneração natural já ocorrendo na região (BENINI *et al.*, 2016).

#### 3.4.1.4 *Plantio em Área Total*

O plantio total envolve a introdução de mudas de árvores em toda a área que precisa ser restaurada (MARTINS, 2020). Quando a área não apresenta potencial para regeneração natural, são essenciais os procedimentos operacionais que abrangem as fases pré-plantio, plantio e pós-plantio (SKORUPA *et al.*, 2021). Essa técnica deve ser empregada apenas quando a vegetação nativa estiver significativamente degradada e houver a necessidade de introduzir mudas de espécies arbóreas, devido ao alto custo e à extensividade da intervenção requerida (MORAES *et al.*, 2013). A técnica de plantio total é necessária quando a área recuperada está a mais de 50 metros de um fragmento florestal existente e tem poucos ou nenhum arbusto ou árvore. Esse método pode ser realizado utilizando mudas (plantio convencional) ou sementes (semeadura direta) de espécies florestais nativas (BENINI *et al.*, 2016).

As mudas são introduzidas em toda a área durante o plantio convencional. Isso é feito por meio de módulos ou grupos específicos que facilitam a implementação de espécies de estágios iniciais e finais de sucessão (BENINI *et al.*, 2016). Os espaçamentos mais comuns são 2m x 2m e 3m x 2m (EMBRAPA, 2024a). Esse reflorestamento pode ser estruturado em linhas com espaçamentos regulares, ideal

para grandes áreas onde a mecanização é possível, ou através de plantio aleatório, que é mais adequado para áreas menores (MARTINS, 2020).

A semeadura direta representa uma alternativa de regeneração, onde as sementes são distribuídas diretamente sobre o solo da área a ser reflorestada, eliminando a necessidade de plantar mudas previamente. A semeadura das sementes pode ser realizada em linhas, em áreas totais ou em pontos específicos (BENINI *et al.*, 2016).

### 3.5 AÇÕES AMBIENTAIS CORPORATIVAS

Nas últimas décadas, houve uma transformação significativa no ambiente operacional das empresas. Anteriormente reconhecidas somente como entidades econômicas focadas em solucionar questões econômicas fundamentais, as empresas agora enfrentam novos desafios e papéis que devem ser assumidos para se adaptarem às mudanças no contexto em que atuam (BELLEN, 2013).

Empresas que buscam ter uma gestão ambiental e projetos sustentáveis estão procurando não somente uma forma de serem vistas pela sociedade, mas também obter maior competitividade, inovação e fortalecimento das relações com seus clientes, cujos quais estão adequados a um novo contexto econômico, caracterizando-se por uma rígida postura, voltada à expectativa de interagir com organizações que sejam éticas, possuem boa imagem institucional no mercado e que principalmente atuem de forma ecologicamente responsável (BATALHA, 2013).

Integrado à sustentabilidade corporativa, o conceito de ESG (*Environmental, Social and Governance*), que em português traduz-se como Ambiental, Social e Governança, é fundamental nas estratégias organizacionais, influenciando as escolhas sobre práticas sustentáveis e os resultados esperados tanto por *stakeholders* quanto pela sociedade em geral. Esse conceito estabelece um conjunto de critérios e práticas que orientam a função e os deveres das empresas em relação aos aspectos ambientais, sociais e de governança, delineando como essas entidades devem se posicionar frente aos desafios modernos de sustentabilidade (CALDERAN *et al.*, 2021).

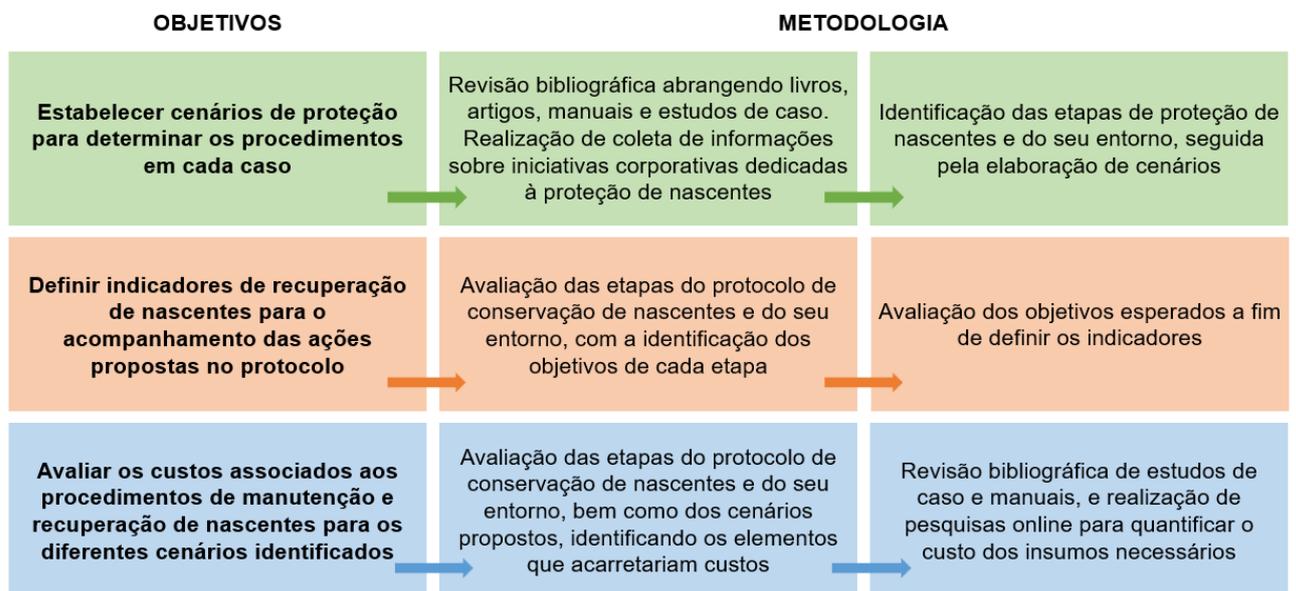
A responsabilidade ambiental empresarial envolve ações que transcendem as exigências legais e adotam um caráter voluntário, por meio de iniciativas, programas e propostas que buscam preservar o ambiente natural, evitando contaminações e

assegurando sua qualidade para o usufruto das gerações futuras (BELLEN, 2013 *apud* DIAS, 2006).

## 4 METODOLOGIA

A presente pesquisa fundamenta-se em uma revisão bibliográfica, na qual foram consultados artigos de revisão, estudos de caso, livros, manuais e a legislação vigente. Esse levantamento bibliográfico serviu como base para o desenvolvimento e a definição de um protocolo de conservação de nascentes e seus entornos. A Figura 11 apresenta, de forma esquemática, as etapas que serão seguidas para atingir os objetivos estabelecidos.

**Figura 11: Fluxograma da metodologia**



Fonte: Elaborado pela autora.

### 4.1 ELABORAÇÃO DO PROTOCOLO DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES E ÁREAS CIRCUNDANTES

Realizou-se uma revisão bibliográfica narrativa com o objetivo de compreender as principais etapas de proteção de nascentes e seus entornos. A pesquisa abrangeu uma variedade de documentos, incluindo artigos, teses, dissertações, manuais e textos online. Artigos de "revisão narrativa", uma forma tradicional de revisão de literatura, são publicações que buscam apresentar de forma abrangente o desenvolvimento de um tema específico e explorar as metodologias utilizadas por acadêmicos e pesquisadores na análise desse assunto (CAVALCANTE; OLIVEIRA, 2020 *apud* BOTELHO *et al.*, 2011; ROTHER, 2007).

Buscou-se nas bases de dados do Google Acadêmico e na plataforma CAPES utilizando as palavras-chave: 'conservação de nascentes', 'proteção de nascentes', 'recuperação de nascentes', 'restauração de vegetação nativa' e 'restauração de áreas degradadas'. Os critérios de inclusão aplicados aos documentos obtidos incluem publicações a partir do ano 2000, documentos em língua portuguesa e artigos de revisão. Nessa etapa inicial, analisaram-se os primeiros 30 documentos, excluindo publicações de opinião e estudos que não abordassem diretamente a conservação ou recuperação de nascentes e vegetação circundante. Selecionaram-se artigos, manuais e estudos de caso relevantes.

Adicionalmente, conduziu-se uma pesquisa no Google focada em iniciativas corporativas de conservação, utilizando os termos 'prêmio conservação de nascentes' e 'prêmio recursos naturais nascentes'. Analisaram-se os primeiros 30 resultados, descartando documentos e sites que não apresentassem relação direta com a proteção de nascentes. Incluíram-se documentos que continham informações detalhadas sobre práticas efetivas de proteção.

#### **4.1.1 Estabelecimento de Cenários para Proteção**

A partir da análise da revisão bibliográfica, identificaram-se as principais etapas de proteção de nascentes e de seus entornos, conforme ilustrado na Figura 12. Com base nessas informações, desenvolveu-se o protocolo e elaboraram-se cenários específicos para demonstrar a aplicação prática do protocolo em áreas com diferentes condições de estágio vegetativo.

**Figura 12: Principais etapas da proteção de nascentes e do seu entorno.**

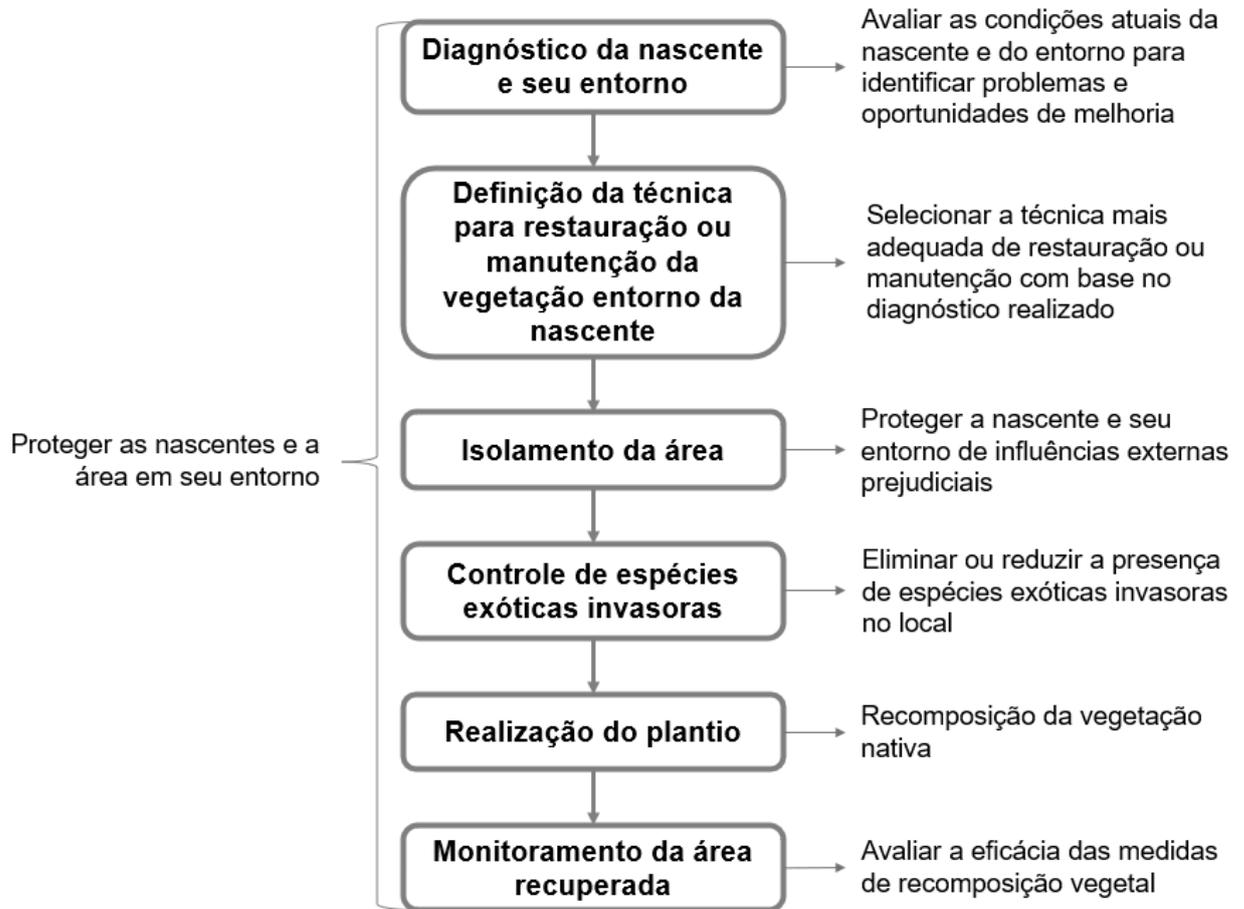


Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.1.2 Definição de Indicadores de Recuperação de Nascentes

Os indicadores de recuperação de nascentes foram definidos com base no protocolo de conservação de nascentes e áreas circundantes previamente desenvolvido. Sendo assim, avaliou-se cada etapa do protocolo de conservação. Essa análise permitiu a identificação dos objetivos específicos de cada etapa dentro do protocolo (Figura 13).

**Figura 13: Fluxograma dos objetivos das etapas de proteção de nascentes e seu entorno.**



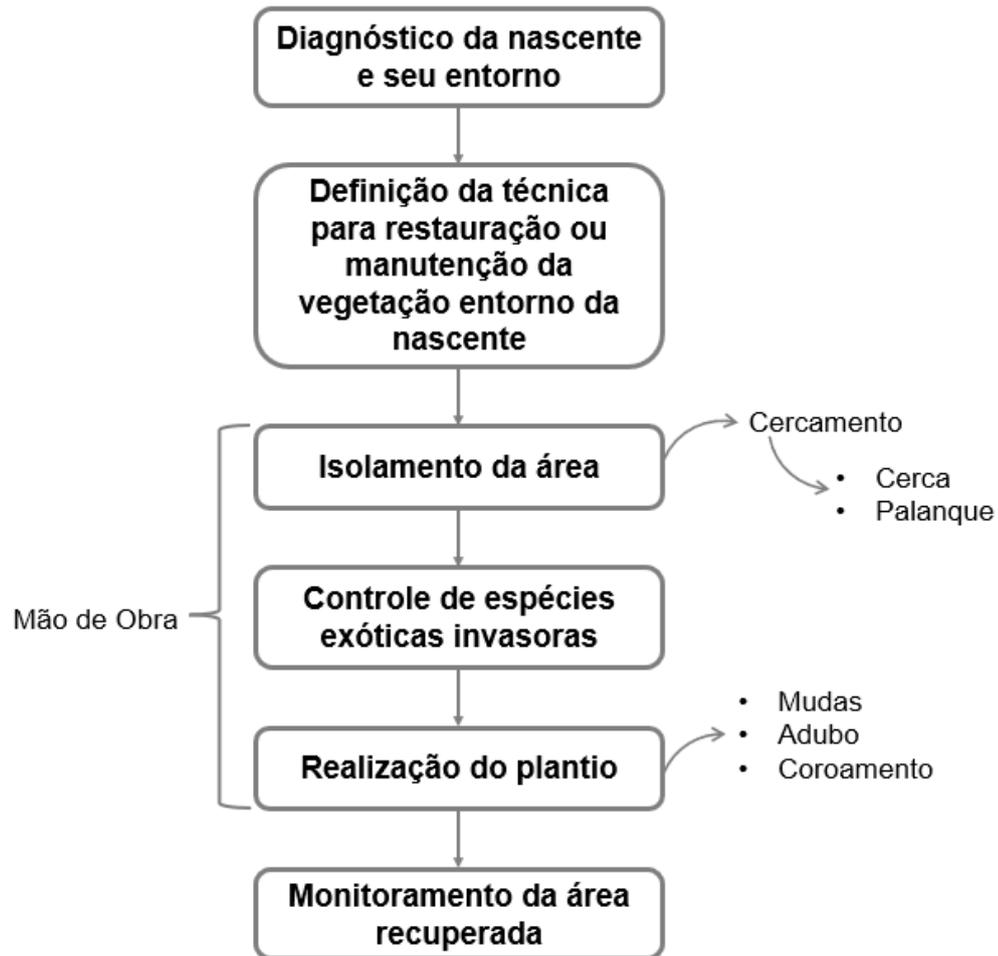
Fonte: Elaborado pela autora.

Após estabelecer os objetivos específicos de cada etapa do protocolo de conservação de nascentes e seus entornos, procedeu-se à identificação dos indicadores correspondentes. Os indicadores servirão para sinalizar se os objetivos de cada etapa estão sendo cumpridos adequadamente.

#### 4.2 VERIFICAÇÃO DO CUSTO DOS CENÁRIOS PROPOSTOS

Identificaram-se os custos através da avaliação dos cenários de proteção de nascentes e seus entornos, levando a realização de uma análise das etapas contidas no protocolo de conservação. Essa análise envolveu a identificação dos elementos que gerariam custos significativos, indicado na Figura 14.

**Figura 14: Fluxograma das etapas de proteção de nascentes e seu entorno e identificação de possíveis custos.**



Fonte: Elaborado pela autora.

Consideraram-se os gastos com mão de obra, instalação de cercamento, incluindo o custo de cercas e palanques, e as despesas relacionadas ao plantio, tais como a aquisição de mudas, adubo e atividades de coroamento.

A partir disso, realizou-se uma revisão bibliográfica de estudos de caso e manuais, complementada por pesquisas on-line, com o intuito de quantificar o custo dos insumos requeridos para a implementação de cada cenário proposto, indicado na Tabela 2. Considerou-se a 20 g de adubo químico e 2 L de adubo orgânico por muda, de acordo com IMASUL (2016).

**Tabela 2: Custo das etapas gerais das ações.**

Atividades	Dados	Valor Unitário (R\$)
Adubação química	0,02 kg por muda	R\$ 9,00/kg*
Adubação orgânica	2 L por muda	R\$ 0,20/L**

Mudas Nativas	-	R\$ 3,50***
Mão de Obra	-	R\$ 200,00/dia
Cercamento	Arame Farpado	R\$ 0,48/m***
	Palanques	R\$ 24,00/unidade***

Dados de \* MULTIJARDINS (2024); \*\* MFRURAL (2024); \*\*\* Fernandes (2022).

Fonte: Elaborado pela autora.

Para o plantio por adensamento, adotaram-se dois possíveis espaçamentos entre as plantas: 3 x 2 metros ou 2 x 2 metros, conforme especificado por Benini *et al.* (2016). Já para o plantio total, os espaçamentos entre as plantas foram estabelecidos em 3 x 2 metros ou 2 x 2 metros, seguindo as diretrizes da Embrapa (2024a). No que se refere ao plantio de enriquecimento, considerou-se por um espaçamento de 6 x 6 metros baseado em Benini *et al.* (2016). Para a técnica de regeneração natural com manejo de nucleação, de acordo com a Embrapa (2024d), os espaços entre os núcleos geralmente não são manejados. No entanto, para propósitos de cálculo, utilizaram-se os espaçamentos definidos para o plantio total e por adensamento.

Nos casos em que existem dois espaçamentos possíveis entre as plantas, calculou-se o custo para ambas as configurações.

Com base nas informações apresentadas na Tabela 2, procedeu-se ao cálculo do custo de cada cenário. Para o cercamento, optou-se por utilizar um palanque a cada três metros e três linhas paralelas de arame. Estabeleceu-se que uma pessoa é capaz de plantar 150 mudas por dia e realizar 100 coroamentos por dia, conforme orientações do IMASUL (2016). Foi considerado que a instalação da cerca é completada em três dias. Os cálculos detalhados para cada cenário foram realizados utilizando planilha Excel, que está disponível no ANEXO .

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 ETAPAS DO PROTOCOLO DE NASCENTES E SEU ENTORNO

Foram identificadas etapas para a proteção das nascentes e seu entorno (Figura 15), que servem como guia para uma melhor atuação de acordo com a característica do local e nascente.

**Figura 15: Etapas do protocolo de proteção da nascente e seu entorno.**



Fonte: Elaborado pela autora.

#### 5.1.1 Áreas Prioritárias para Conservação de Nascentes

Para direcionar adequadamente os esforços iniciais, é importante priorizar as áreas de atuação. Recomenda-se que a seleção inicial se concentre em áreas que a companhia já conheça para facilitar a implementação e o acompanhamento das ações de conservação. Assim, para garantir que as atividades de conservação sejam realizadas onde a companhia possui maior capacidade de atuação e impacto, a área prioritária deve estar dentro da área de influência direta da companhia.

Além disso, pode haver prioridades adicionais dentro da área de influência escolhida. Para aumentar as intervenções nessas áreas, podem ser consideradas regiões que enfrentam estresse hídrico ou risco hídrico elevado. Essa abordagem permite que os recursos sejam distribuídos de maneira eficaz.

### 5.1.2 Protocolo de Conservação de Nascentes

A primeira etapa em todas as atuações consiste no diagnóstico da nascente e do seu entorno, que compreende a identificação das principais características da nascente, vegetação em seu entorno e comunidade que utiliza os recursos provenientes dela.

O diagnóstico é conduzido por um técnico ou analista na área, que realiza uma visita para examinar as características do local utilizando o Formulário para Diagnóstico e Caracterização de Nascentes, disposto no Quadro 1. Durante essa análise, o responsável deve indicar as informações pertinentes à nascente em questão.

**Quadro 1: Formulário para Diagnóstico e Caracterização de Nascentes.**

<u>Nome Técnico(a):</u>		<u>Data da visita:</u>	
<u>Localização Geográfica:</u>		<u>Coordenadas:</u>	
<u>Proprietário(a):</u>			
<u>Bacia Hidrográfica Associada:</u>		<u>Área Associada/kmz:</u>	
<u>Nascente:</u> ( ) Sem proteção ( <i>especifique</i> ): ( ) Com proteção, mas possui acessos		<u>Aspecto Visual Água:</u> ( ) Límpida ( ) Turva ( ) Coloração ( <i>especifique</i> ):	
<u>Estado da Vegetação:</u> ( ) Preservada ( ) Degradada ( ) Inexistente <i>Descrição da Vegetação (tipos de plantas, densidade):</i>		<u>Presença de Erosão:</u> ( ) Sim ( ) Não <i>Se sim, descreva:</i>	<u>Condições do Solo:</u> ( ) Compactado ( ) Erodido <i>Outros (especifique):</i>
<u>Sazonalidade:</u> ( ) Perene ( ) Intermitente <i>(descreva):</i>	<u>Tipo de Solo:</u> ( ) Argiloso ( ) Arenoso <i>(descreva):</i>	<u>Cheiro da Água:</u> ( ) Sem odor ( ) Odor ( <i>descreva</i> ):	<u>Presença de Lixo:</u> ( ) Não ( ) Sim ( <i>descreva</i> ):
<u>Atividades Antrópicas nas Proximidades:</u> ( ) Agricultura ( ) Mineração		<u>Uso da Nascente:</u> ( ) Aquicultura ( ) Irrigação	

<input type="checkbox"/> Pecuária <input type="checkbox"/> Urbanização <input type="checkbox"/> Outras ( <i>especifique</i> ):	<input type="checkbox"/> Recreação <input type="checkbox"/> Uso doméstico <input type="checkbox"/> Próxima ao <input type="checkbox"/> Dessedentação esgoto/fossa séptica              de animais
<u>Extrato Vegetacional</u> <input type="checkbox"/> Herbáceo <input type="checkbox"/> Arbóreo <input type="checkbox"/> Arbustivo <input type="checkbox"/> Ausente	<u>Existência de Práticas de Conservação</u> <input type="checkbox"/> Cercamento <input type="checkbox"/> Reflorestamento <input type="checkbox"/> Outras ( <i>especifique</i> ):
<u>Relatório Fotográfico disponível em:</u>	<u>Observações Gerais:</u>

Fonte: Adaptado de Vessoni (2019 *apud* Felipe, 2009).

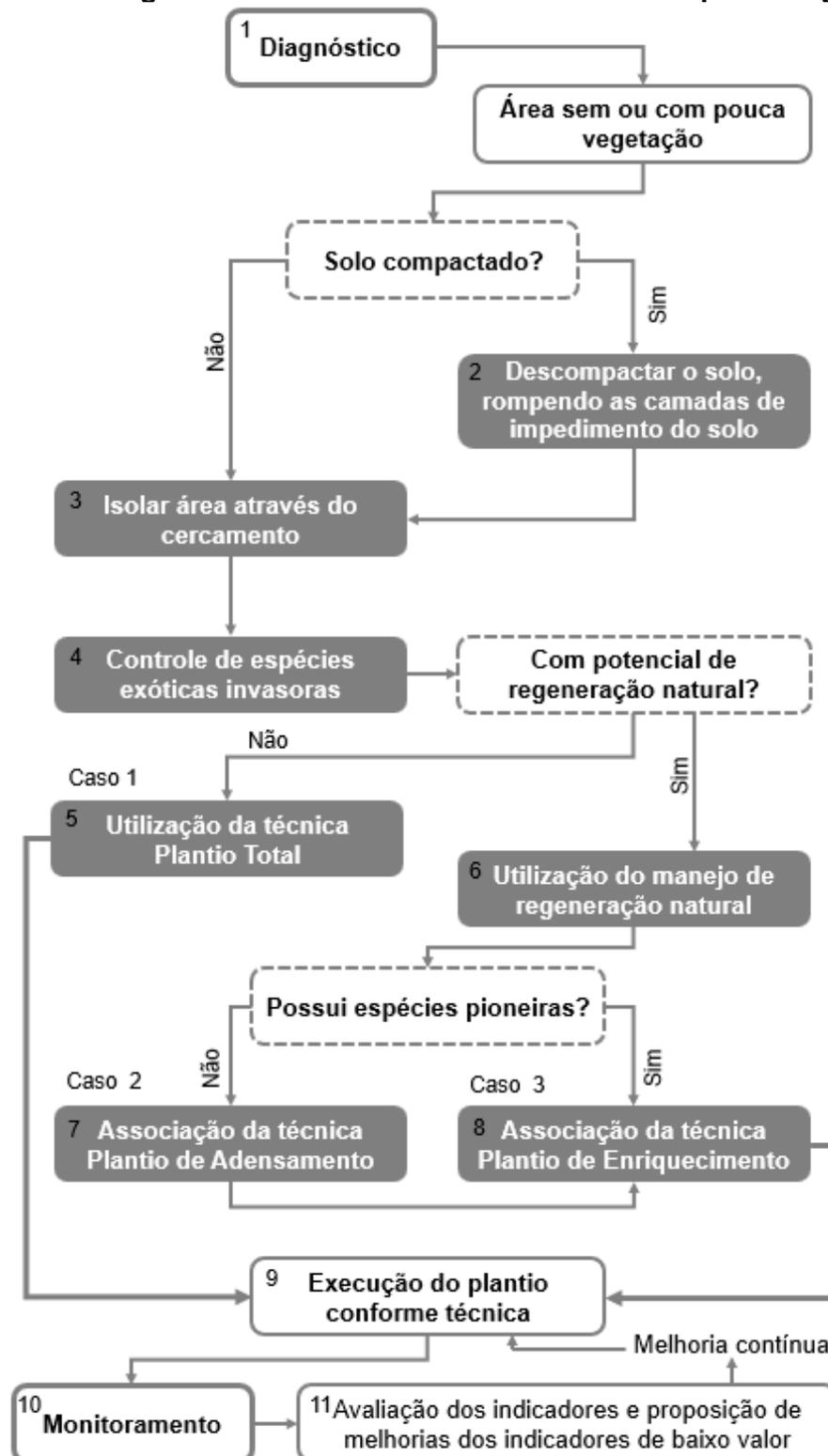
Com o preenchimento do formulário será realizado o cadastro da nascente, com o propósito de manter um banco de dados contendo informações essenciais sobre nascentes que estão ou foram protegidas. Esse registro visa a organização e preservação de dados relevantes para o monitoramento e gestão desses recursos naturais.

Assim, a partir do diagnóstico inicial, realiza-se a tomada de decisão para a proteção da nascente e de seu entorno. Para este trabalho, foram elaborados cenários que permitem ações mais precisas na proteção dessas áreas.

#### 5.1.2.1 *Cenário 1*

O Cenário 1 está relacionado a uma nascente que possui baixa ou nenhuma cobertura vegetal no seu entorno, como identificado na Figura 16.

Figura 16: Fluxograma com cenário com área sem ou com pouca vegetação.



Fonte: Elaborado pela autora.

Em situações em que o solo está compactado, a primeira medida necessária é sua descompactação. Conforme Skorupa *et al.*, (2021), a compactação do solo promove o escoamento superficial da água, reduzindo sua infiltração e podendo

dificultar ou mesmo impedir o estabelecimento de plantio e a germinação de sementes de outras áreas.

Após a descompactação, é essencial isolar a área ao redor da nascente, respeitando a Área de Preservação Permanente. Baggio *et al.*, (2013) enfatizam que para o sucesso da recuperação ecológica, o isolamento da área é indispensável, garantindo a proteção efetiva do ambiente recuperado. Nesta etapa, é possível empregar cercas convencionais (Figura 17) ou optar pela implementação de cercas vivas, levando em consideração a maturidade da vegetação circundante. Além disso, é recomendável a sinalização da Área de Preservação Permanente por meio de placas indicativas.

**Figura 17: Área de Preservação Permanente isolada com cerca.**



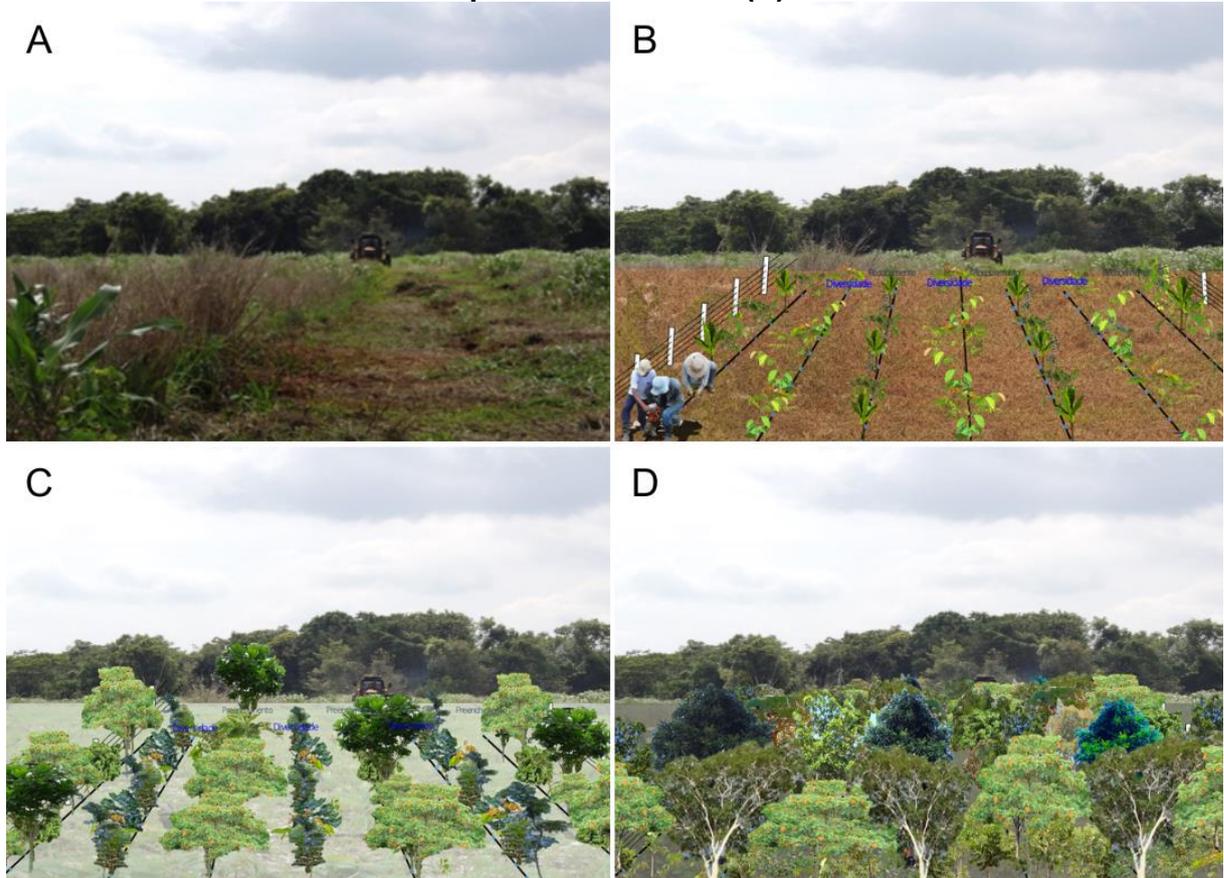
Fonte: IMASUL (2016).

O próximo passo no processo de restauração é o controle de espécies exóticas invasoras, uma etapa crucial para criar um ambiente que favoreça a formação de uma estrutura florestal nativa. De acordo com a Bioflora Tecnologia da Restauração (2016), é essencial minimizar a competição entre espécies exóticas invasoras e nativas para estabelecer condições adequadas para o crescimento de flora local.

A partir das etapas iniciais, deve-se verificar se a área possui potencial de regeneração natural. Quando essa não apresenta tal potencial, deve-se adotar a técnica de plantio total (Figura 18). Conforme Benini *et al.*, (2016), áreas que carecem de vegetação arbórea ou arbustiva e estão localizadas a mais de 50 metros de um fragmento florestal necessitam da implementação da técnica de plantio total, como

ilustrado no Caso 1 da Figura 16. Essa técnica envolve uma intervenção mais intensa e custosa (MORAES *et al.*, 2013).

**Figura 18: Resultados esperados com a Técnica Plantio Total por mudas. Situação inicial (A), situação após implantação (B), resultado esperado em 2 anos (C), resultado esperado em 10 anos (D).**



Fonte: Adaptado de Embrapa (2024a).

Se a área demonstrar potencial de regeneração natural, pode-se recorrer a técnicas associadas ao manejo de regeneração natural. Uma dessas técnicas é a regeneração natural com manejo de nucleação, que, conforme recomendado pela Embrapa (2024d), deve ser estabelecida em 10% da área total, como ilustrado na Figura 19.

**Figura 19: Resultados esperados com a Técnica Regeneração Natural com Manejo de Nucleação. Situação inicial (A), situação após implantação (B), resultado esperado em**

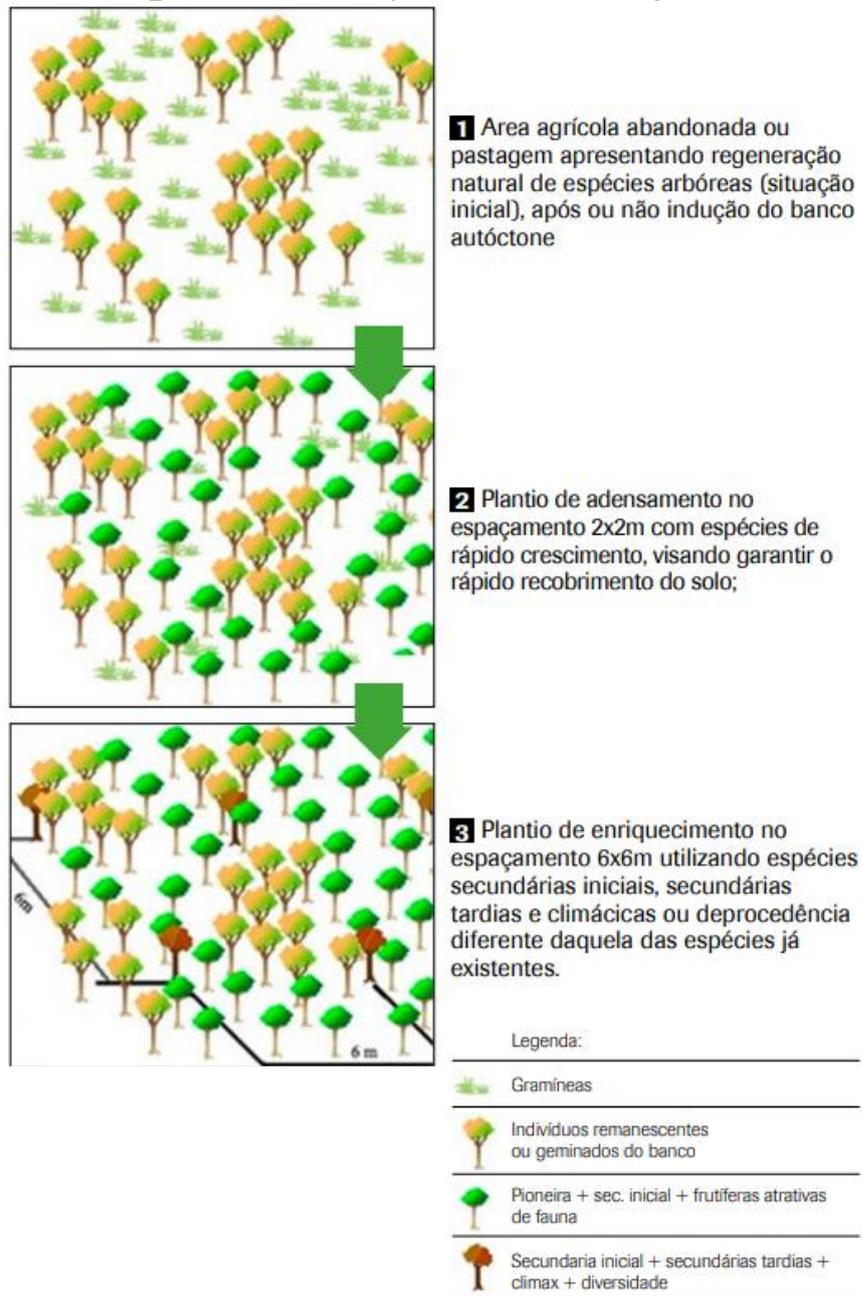
2 anos (C), resultado esperado em 10 anos (D).



Fonte: Adaptado de Embrapa (2024d).

Na ausência de espécies pioneiras, é possível combinar três técnicas: regeneração natural, plantio de adensamento e plantio de enriquecimento (Figura 20).

**Figura 20: Associação de técnicas de plantio.**



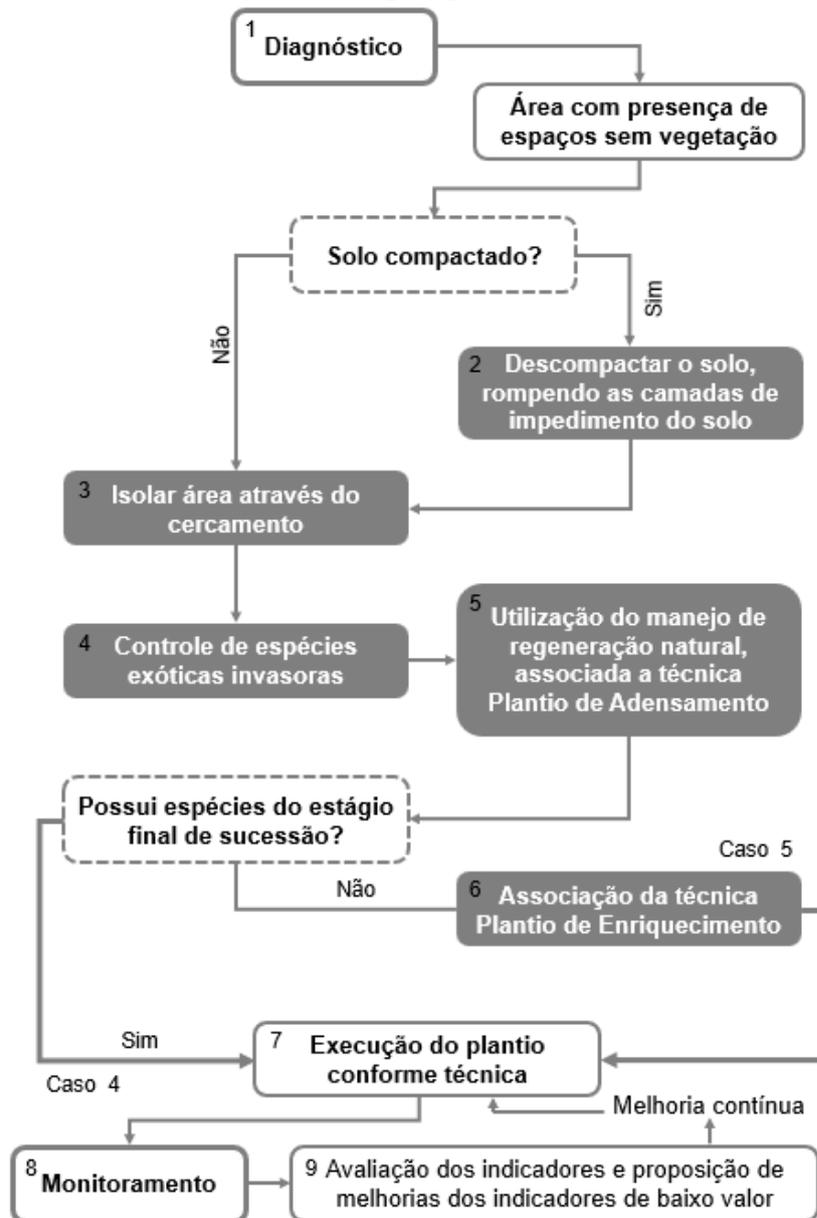
Fonte: Adaptado de Benini *et al.*, (2016).

Os custos de implementação destas técnicas são menores em comparação com o plantio em área total, devido à menor quantidade de mudas, sementes e insumos necessários (INSTITUTO ESCOLHAS, 2023).

#### 5.1.2.2 Cenário 2

O Cenário 2 corresponde a uma área ao redor de uma nascente que possui vegetação, mas também apresenta espaços desprovidos de vegetação, conforme ilustrado na Figura 21.

**Figura 21: Fluxograma com cenário com área com presença de espaços sem vegetação.**



Fonte: Elaborado pela autora.

Neste cenário, as etapas iniciais incluem a descompactação do solo, se necessário, o cercamento da área e o controle de espécies invasoras, procedimentos semelhantes aos implementados no Cenário 1. Para o Cenário 2, emprega-se a

técnica de manejo de regeneração natural em conjunto com o plantio de adensamento (Figura 22).

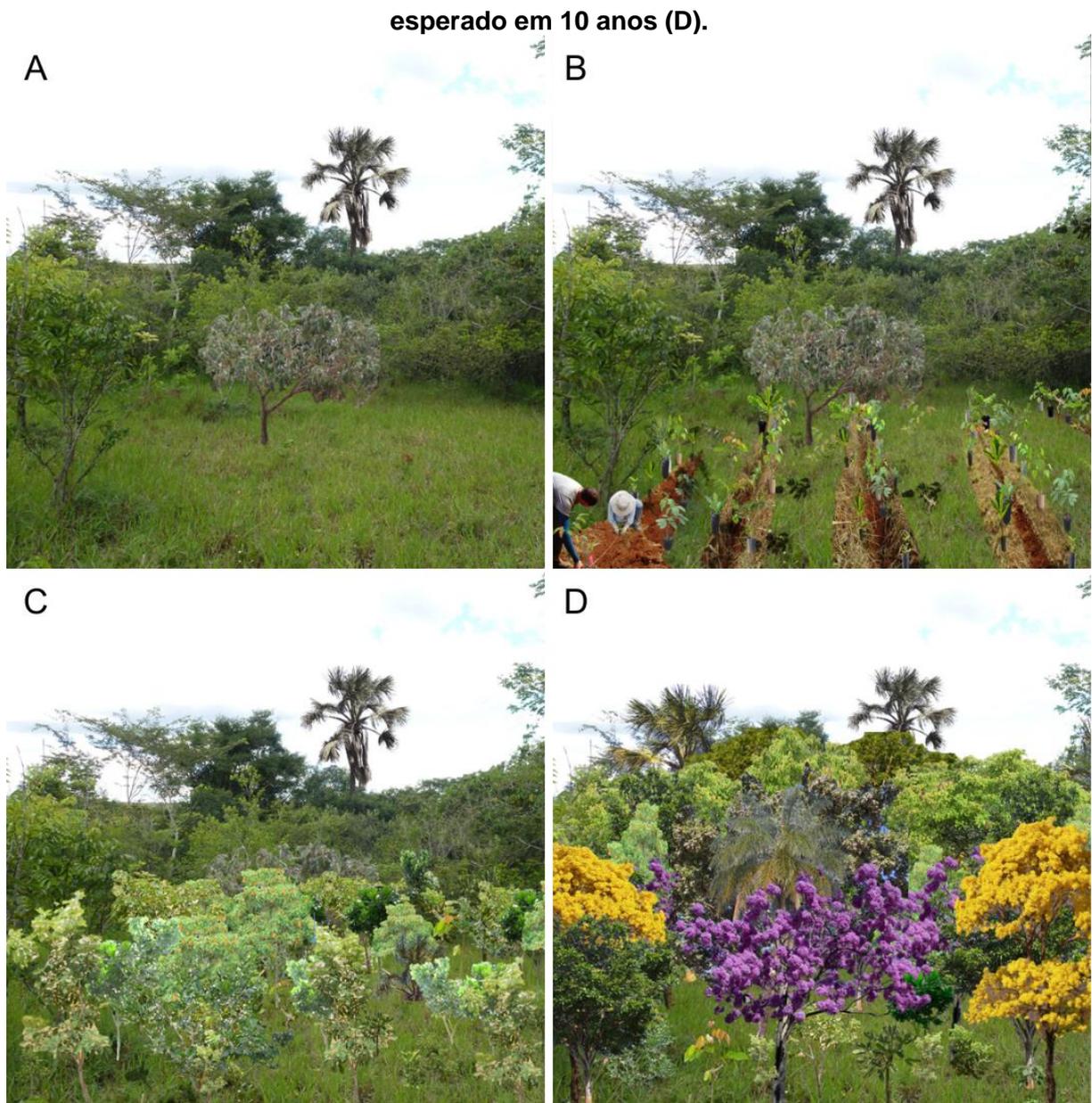
**Figura 22: Resultados esperados com a Técnica Plantio de Adensamento. Situação inicial (A), situação após implantação (B), resultado esperado em 2 anos (C), resultado esperado em 10 anos (D).**



Fonte: Adaptado de Embrapa (2024b).

Se a área não apresentar vegetação em estágios finais de sucessão, é recomendável utilizar a técnica de plantio de enriquecimento (Figura 20 e Figura 23).

**Figura 23: Resultados esperados com a Técnica Plantio de Enriquecimento. Situação inicial (A), situação após implantação (B), resultado esperado em 2 anos (C), resultado**



Fonte: Adaptado de Embrapa (2024c).

### 5.1.2.3 *Cenário 3*

O Cenário 3 corresponde a uma área ao redor de uma nascente que já possui vegetação, conforme mostrado na Figura 24.

Figura 24: Fluxograma com cenário com área com vegetação presente.



Fonte: Elaborado pela autora.

Neste cenário, as etapas iniciais incluem o isolamento da área por meio de cercamento e o controle de espécies exóticas invasoras, conforme exemplificado no Cenário 1.

Essa abordagem visa permitir que os processos naturais ocorram sem interferências, com a intervenção humana limitando-se ao controle dos fatores de degradação, conforme descrito por Skorupa *et al.*, (2021). Adicionalmente, a técnica de plantio por enriquecimento pode ser implementada caso a área apresente uma baixa diversidade de espécies em estágios finais de sucessão.

#### 5.1.2.4 Monitoramento pós-recuperação

A última etapa do processo é o monitoramento, que, conforme indicado por Benini *et al.*, (2016) é essencial para a tomada de decisões eficazes. Essa fase tem como objetivo verificar se as medidas de recomposição vegetal foram eficazes, visando que as nascentes restauradas mantenham suas funções ecológicas e continuem a fornecer serviços ambientais de alta qualidade.

O monitoramento compreende atividades regulares, que incluem inspeções na área restaurada, análises periódicas da qualidade da água e manutenção das técnicas de plantio empregadas. De acordo com IMASUL (2016), a manutenção deve ser conduzida por até 30 meses após o plantio ou até que a cobertura do solo esteja completamente sombreada pelas copas das árvores.

### 5.1.3 Indicadores de Recuperação de Nascentes

Os indicadores permitem o acompanhamento do progresso e dos resultados obtidos. Assim, para facilitar o monitoramento das ações estabelecidas no protocolo de conservação de nascentes, foram selecionados exemplos de indicadores (Tabela 3) que podem ser adotados para monitorar e avaliar a eficácia das intervenções.

**Tabela 3: Exemplos de indicadores de recuperação de nascentes.**

Indicador	Informações	Unidade de Medida
Área de Vegetação Restaurada	Metros quadrados ou hectares de vegetação nativa restaurada ao redor das nascentes	Metros quadrados (m <sup>2</sup> ) ou hectares (ha)
Ambiente Restaurado em Áreas de Baixo Potencial de Regeneração Natural	Avaliação da eficácia das técnicas de restauração em ambientes onde a regeneração natural é limitada	Metros quadrados (m <sup>2</sup> ) ou hectares (ha)
Nascente Protegida em Área Anteriormente Não Preservada	Quantificação do número de nascentes que foram protegidas em áreas que anteriormente não possuíam medidas de conservação implementadas	Número de nascentes
Número de Áreas Restauradas Utilizando a Técnica do Plantio Total	Quantificação das áreas onde foi aplicado o plantio total para restauração	Metros quadrados (m <sup>2</sup> ) ou hectares (ha)
Número de Áreas Restauradas Utilizando o Manejo de Regeneração Natural por Nucleação	Quantificação das áreas onde foi aplicado o manejo de regeneração natural por nucleação para restauração	Metros quadrados (m <sup>2</sup> ) ou hectares (ha)

Número de Áreas Restauradas Utilizando a Técnica do Plantio por Enriquecimento	Quantificação das áreas onde foi aplicado o plantio por enriquecimento para restauração	Metros quadrados (m <sup>2</sup> ) ou hectares (ha)
Número de Áreas Restauradas Utilizando a Técnica do Plantio por Adensamento	Quantificação das áreas onde foi aplicado o plantio por adensamento para restauração	Metros quadrados (m <sup>2</sup> ) ou hectares (ha)
Extensão de Cercamento Realizado	Medição da extensão total de cercas instaladas para proteger as nascentes e suas áreas adjacentes.	Metros (m)
Número de Plantas Exóticas Invasoras Removidas	Quantificação das plantas exóticas invasoras que foram efetivamente eliminadas	Número de plantas
Número de Mudas Plantadas	Contagem das mudas plantadas como parte das atividades de recomposição vegetal	Número de mudas
Número de Nascentes Protegidas	Contagem total de nascentes	Número de nascentes
Número de Famílias Beneficiadas	Número de famílias que se beneficiaram do programa de conservação de nascentes	Número de famílias
Recursos Financeiros Alocados	Valor investido no programa de conservação de nascentes	Reais ou moeda local
Biodiversidade da Área	Medição da variedade e quantidade de espécies presentes após a intervenção, refletindo a saúde ecológica da área	Número de Espécies
Estágio Sucessional da Floresta	Avaliação do estágio de desenvolvimento da vegetação, indicando o progresso da recuperação florestal	Categoria Sucessional (Pioneira, Secundária Inicial, Secundária Tardia, Clímax)
Altura Média das Árvores	Indicativo do crescimento e desenvolvimento vertical das árvores na área recuperada	Metros (m)
Diâmetro do Peito (DAP)	Medição do diâmetro das árvores a 1,30 metros do solo	Centímetros (cm)
Cobertura da Serrapilheira	Avaliação da quantidade de material orgânico decomposto no solo, essencial para a saúde do solo e regeneração florestal	Quilogramas por metro quadrado (kg/m <sup>2</sup> )

Fonte: Elaborado pela autora.

O indicador Área de Vegetação Restaurada quantifica os hectares de vegetação nativa restaurada, servindo como um reflexo direto do sucesso das técnicas de restauração em ampliar a cobertura vegetal. Similarmente, o indicador Ambiente Restaurado em Áreas de Baixo Potencial de Regeneração Natural avalia a eficácia das técnicas de restauração em condições onde a regeneração natural é limitada.

O indicador Nascente Protegida em Área Anteriormente Não Preservada aponta para o número de nascentes que agora estão protegidas, ressaltando a eficácia das medidas de conservação em áreas que antes estavam vulneráveis à degradação.

Para detalhar as técnicas específicas de plantio utilizadas, diversos indicadores foram estabelecidos. O Número de Áreas Restauradas Utilizando a Técnica do Plantio Total, por exemplo, mostra a aplicação dessa abordagem intensiva em áreas onde a vegetação nativa foi severamente degradada. Os indicadores para Manejo de Regeneração Natural por Nucleação, Plantio por Enriquecimento, e Plantio por Adensamento quantificam respectivamente as áreas onde essas técnicas específicas foram aplicadas, refletindo a diversidade de métodos empregados para atender às diferentes condições e necessidades de restauração.

O Número de Plantas Exóticas Invasoras Removidas e o Número de Mudas Plantadas fornecem uma visão quantitativa das ações realizadas para controlar espécies invasoras e reestabelecer a vegetação nativa, respectivamente.

Esses indicadores são recomendados para serem aplicados na implementação do protocolo, permitindo uma avaliação contínua da eficácia das estratégias de conservação de nascentes e restauração vegetal.

## 5.2 ESTIMATIVA DE CUSTOS DO PROJETO

Realizou-se uma estimativa de custo das etapas de recuperação de nascentes e dos seus entornos a fim de auxiliar empresas a planejar os investimentos necessários. Os valores utilizados estão descritos na metodologia (Item 5.2).

No cenário 1 (Quadro 2), caracteriza-se uma área com pouco ou sem vegetação, na qual foram explorados diferentes casos de intervenção com técnicas de plantio variadas, objetivando maximizar a restauração vegetal eficaz e custo-

eficiente. Esse cenário foi modelado para uma área de 1 hectare para facilitar a análise comparativa dos custos associados a cada abordagem de plantio.

**Quadro 2: Custo do Cenário 1 para 1 hectare.**

Atividades	Dados	Valor Unitário (R\$)	Valor Cenário 1 (R\$)		
			Caso 1	Caso 2	Caso 3
Plantio	2 x 2 m	R\$ 3,50/muda	R\$ 8.750,00	R\$ 7.875,00	R\$ 875,00
	3 x 2 m	R\$ 3,50/muda	R\$ 5.833,33	R\$ 5.250,00	R\$ 583,33
	6 x 6 m	R\$ 3,50/muda	-	R\$ 777,78	R\$ 777,78
Adubação química	2 x 2 m	R\$ 0,18/muda	R\$ 450,00	R\$ 405,00	R\$ 45,00
	3 x 2 m	R\$ 0,18/muda	R\$ 300,00	R\$ 270,00	R\$ 30,00
	6 x 6 m	R\$ 0,18/muda	-	R\$ 40,00	R\$ 40,00
Adubação orgânica	2 x 2 m	R\$ 0,40/muda	R\$ 1.000,00	R\$ 900,00	R\$ 100,00
	3 x 2 m	R\$ 0,40/muda	R\$ 666,67	R\$ 600,00	R\$ 66,67
	6 x 6 m	R\$ 0,40/muda	-	R\$ 88,89	R\$ 88,89
Mão de Obra	2 x 2 m	R\$ 200,00/dia	R\$ 8.333,33	R\$ 7.500,00	R\$ 833,33
	3 x 2 m	R\$ 200,00/dia	R\$ 5.555,56	R\$ 5.000,00	R\$ 555,56
	6 x 6 m	R\$ 200,00/dia	-	R\$ 740,74	R\$ 740,74
	Cercamento	R\$ 200,00/dia	R\$ 600,00	R\$ 600,00	R\$ 600,00
Material Cercamento			R\$ 3.776,00	R\$ 3.776,00	R\$ 3.776,00
Total considerando espaçamento 2 x 2 m e 6 x 6 m			<b>R\$ 22.909,33</b>	<b>R\$ 22.703,41</b>	<b>R\$ 7.876,74</b>
Total considerando espaçamento 3 x 2 m e 6 x 6 m			<b>R\$ 16.731,56</b>	<b>R\$ 17.143,41</b>	<b>R\$ 7.258,96</b>

Fonte: Elaborado pela autora.

No caso 1, adotou-se a técnica de plantio total em 100% da área, selecionada especificamente para situações em que não existe potencial de regeneração natural. Os custos associados à este caso foram de R\$ 22.909,33 para o espaçamento de 2 x 2 metros e R\$ 16.731,56 para o espaçamento de 3 x 2 metros. Esse cenário reflete o custo mais elevado devido à necessidade de intervenção intensiva, evidenciando

como a ausência de potencial regenerativo natural influencia significativamente os custos de restauração.

Ao comparar os custos associados às ações de plantio documentadas pelo IMASUL (2014) em Campo Grande/MS, observa-se que o plantio de mudas em linhas com espaçamento de 3 x 2 metros por hectare resultaram em um custo total de R\$ 11.123,68, incluindo insumos e mão de obra. Em contraste, no Caso 1 deste estudo, o custo para o plantio total com o mesmo espaçamento alcançou R\$ 16.027,56, este valor inclui o cercamento, mão de obras e insumos.

O caso 2 integrou técnicas de regeneração natural com manejo de nucleação em 10% da área e técnicas de plantio de adensamento e enriquecimento em 80% da área. Esse caso foi implementado em áreas que possuem potencial de regeneração natural, porém carecem de espécies pioneiras. Os custos registrados foram de R\$ 22.703,41 para o espaçamento de 2 x 2 metros no plantio de adensamento e nucleação, e de 6 x 6 metros no plantio de enriquecimento, e de R\$ 17.143,41 para o espaçamento de 3 x 2 metros no plantio de adensamento e nucleação, e 6 x 6 metros no plantio de enriquecimento. A adoção de uma estratégia mista resultou em custos inferiores em comparação ao caso 1, refletindo a vantagem de incorporar a regeneração natural sempre que possível.

No caso 3, empregou-se a técnica de regeneração natural com manejo de nucleação em 10% da área e plantio de enriquecimento em 80% da área. Essa configuração foi adequada para áreas que detêm potencial de regeneração natural e a presença de espécies pioneiras, apresentando os menores custos entre os casos analisados: R\$ 7.876,74 para o espaçamento de 2 x 2 metros para o manejo de nucleação, e 6 x 6 metros no plantio de enriquecimento, e R\$ 7.258,96 para o espaçamento de 3 x 2 metros para o manejo de nucleação, e 6 x 6 metros no plantio de enriquecimento. A presença de espécies pioneiras facilita a recuperação natural e diminui a necessidade de intervenções dispendiosas.

Ao comparar os custos associados as ações de plantio do IMASUL (2014), realizado em 2014, em Campo Grande/MS, verifica-se que para o Plantio de mudas em linhas por hectare de com o espaça 3 x 2 m teve um custo total de R\$ 11.123,68, considerando os insumos e a mão de obra. Verificou-se no Caso 1 o valor para o plantio total de R\$ 16.027,56, com o mesmo espaçamento.

No cenário 2 (Quadro 3), que abrange uma área com vegetação existente, mas com espaços sem cobertura vegetal, adotaram-se abordagens diferenciadas para

otimizar a restauração dos espaços degradados. Esse cenário contempla áreas com potencial de regeneração natural, mas em diferentes estágios de sucessão ecológica, influenciando assim a escolha das técnicas de restauração aplicadas e os custos associados.

**Quadro 3: Custo do Cenário 2 para 1 hectare.**

Atividades	Dados	Valor Unitário (R\$)	Valor Cenário 2 (R\$)	
			Caso 4	Caso 5
Plantio	2 x 2 m	R\$ 3,50	R\$ 5.250,00	R\$ 5.250,00
	3 x 2 m	R\$ 3,50	R\$ 3.500,00	R\$ 3.500,00
	6 x 6 m	R\$ 3,50	-	R\$ 486,11
Adubação química	2 x 2 m	R\$ 0,18/muda	R\$ 270,00	R\$ 270,00
	3 x 2 m	R\$ 0,18/muda	R\$ 180,00	R\$ 180,00
	6 x 6 m	R\$ 0,18/muda	-	R\$ 25,00
Adubação orgânica	2 x 2 m	R\$ 0,40/muda	R\$ 600,00	R\$ 600,00
	3 x 2 m	R\$ 0,40/muda	R\$ 400,00	R\$ 400,00
	6 x 6 m	R\$ 0,40/muda	-	R\$ 55,56
Mão de Obra	2 x 2 m	R\$ 200,00/dia	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00
	3 x 2 m	R\$ 200,00/dia	R\$ 3.333,33	R\$ 3.333,33
	6 x 6 m	R\$ 200,00/dia	-	R\$ 462,96
	Cercamento	R\$ 200,00/dia	R\$ 600,00	R\$ 600,00
Material Cercamento			R\$ 3.776,00	R\$ 3.776,00
Total considerando espaçamento 2 x 2 m e 6 x 6 m			<b>R\$ 15.496,00</b>	<b>R\$ 16.525,63</b>
Total considerando espaçamento 3 x 2 m e 6 x 6 m			<b>R\$ 11.789,33</b>	<b>R\$ 12.818,96</b>

Fonte: Elaborado pela autora.

No caso 4, integrou-se a técnica de regeneração natural com manejo de nucleação em 10% da área, complementada pela técnica de plantio de adensamento em 50% da área. Direcionou-se essa abordagem para áreas que já contêm espécies no estágio final de sucessão. Os custos totais para essa técnica foram de R\$ 15.496,00 para um espaçamento de 2 x 2 metros no plantio de adensamento e

nucleação e R\$ 11.789,33 para um espaçamento de 3 x 2 metros no plantio de adensamento e nucleação. A presença de espécies em estágio final de sucessão permite uma recuperação mais rápida e menos custosa, uma vez que a infraestrutura ecológica existente facilita o estabelecimento e crescimento de novas plantas.

O caso 5 também aplicou a técnica de regeneração natural com manejo de nucleação em 10% da área, mas associou-a às técnicas de plantio de adensamento e enriquecimento em 50% da área. Essa estratégia foi adotada para áreas que, embora possuam potencial de regeneração natural, carecem de espécies no estágio final de sucessão. O custo total ascendeu a R\$ 16.525,63 para o espaçamento de 2 x 2 no plantio de adensamento e nucleação, e de 6 x 6 metros no plantio de enriquecimento, e R\$ 12.818,96 para o espaçamento de 3 x 2 metros no plantio de adensamento e nucleação, e de 6 x 6 metros no plantio de enriquecimento. A ausência de espécies em estágio avançado de sucessão exige intervenções mais intensivas e diversificadas para promover uma recuperação ecológica eficaz, refletindo-se no aumento dos custos em comparação ao caso 4.

Ao comparar os custos associados às ações de plantio, conforme documentado pela Portaria nº 118, de 03 de outubro de 2022, para o bioma Mata Atlântica em Brasil (2022), observou-se que a combinação das técnicas de plantio por adensamento com plantio por enriquecimento, em áreas com condições ambientais propícias ao desenvolvimento de vegetação nativa, resultou em um custo de R\$ 3.655,00 por hectare. Em contrapartida, no Caso 5 deste estudo, que aplicou o plantio por regeneração natural com nucleação juntamente com as técnicas de plantio de adensamento e enriquecimento, os custos foram significativamente maiores. Especificamente, o custo estimado foi de R\$ 8.442,96 por hectare com espaçamento de 3 x 2 metros nas técnicas de nucleação e adensamento e de R\$ 12.149,63 por hectare com espaçamento de 2 x 2 metros entre as plantas, nas mesmas técnicas. Esses valores foram estimados sem considerar os custos de cercamento, para permitir uma comparação direta.

No cenário 3 (Quadro 4), que aborda uma área com vegetação natural já presente, selecionaram-se técnicas de regeneração para maximizar a eficácia da conservação, aproveitando a infraestrutura ecológica existente. Projetou-se esse cenário para otimizar a utilização do potencial de regeneração natural da área, ajustando-se ao estágio de sucessão das espécies presentes.

**Quadro 4: Custo do Cenário 3 para 1 hectare.**

Atividades	Dados	Valor Unitário (R\$)	Valor Cenário 3 (R\$)	
			Caso 6	Caso 7
Plantio	2 x 2 m	R\$ 3,50	R\$ 875,00	R\$ 875,00
	3 x 2 m	R\$ 3,50	R\$ 583,33	R\$ 583,33
	6 x 6 m	R\$ 3,50	-	R\$ 291,67
Adubação química	2 x 2 m	R\$ 0,18/muda	R\$ 45,00	R\$ 45,00
	3 x 2 m	R\$ 0,18/muda	R\$ 30,00	R\$ 30,00
	6 x 6 m	R\$ 0,18/muda	-	R\$ 15,00
Adubação orgânica	2 x 2 m	R\$ 0,40/muda	R\$ 100,00	R\$ 100,00
	3 x 2 m	R\$ 0,40/muda	R\$ 66,67	R\$ 66,67
	6 x 6 m	R\$ 0,40/muda	-	R\$ 33,33
Mão de Obra	2 x 2 m	R\$ 200,00/dia	R\$ 833,33	R\$ 833,33
	3 x 2 m	R\$ 200,00/dia	R\$ 555,56	R\$ 555,56
	6 x 6 m	R\$ 200,00/dia	-	R\$ 277,78
	Cercamento	R\$ 200,00/dia	R\$ 600,00	R\$ 600,00
Material Cercamento			R\$ 3.776,00	R\$ 3.776,00
Total considerando espaçamento 2 x 2 m e 6 x 6 m			<b>R\$ 6.229,33</b>	<b>R\$ 6.847,11</b>
Total considerando espaçamento 3 x 2 m e 6 x 6 m			<b>R\$ 5.611,56</b>	<b>R\$ 6.229,33</b>

Fonte: Elaborado pela autora.

No caso 6, implementou-se a técnica de regeneração natural com manejo de nucleação em 10% da área, destinada a locais que já possuem espécies no estágio final de sucessão. Essa condição ecológica resultou em custos reduzidos, totalizando R\$ 6.229,33 para espaçamento de 2 x 2 metros e R\$ 5.611,56 para espaçamento de 3 x 2 metros. A presença de espécies em estágios avançados de sucessão diminuiu substancialmente a necessidade de intervenções externas, otimizando os recursos empregados na conservação.

O caso 7 combinou regeneração natural com manejo de nucleação em 10% da área com a técnica de plantio de enriquecimento em 30% da área. Optou-se por essa estratégia em áreas que possuem potencial de regeneração natural, mas ainda

carecem de espécies no estágio final de sucessão. Os custos associados a essa abordagem foram de R\$ 6.847,11 para o espaçamento de 2 x 2 metros no manejo de nucleação, e 6 x 6 metros no plantio por enriquecimento, e R\$ 6.229,33 para o espaçamento de 3 x 2 metros no manejo de nucleação, e 6 x 6 metros plantio por enriquecimento. O investimento adicional no plantio de enriquecimento é justificado pela necessidade de introduzir diversidade e facilitar a sucessão ecológica.

Para o cálculo, há custos adicionais que não foram considerados neste estudo, mas que podem ser relevantes para uma análise mais aprofundada. Entre esses, destacam-se a etapa inicial de visita à área, que inclui a hora trabalhada de um técnico ou analista para avaliar as condições da nascente e seu entorno. Essa etapa é crucial para determinar as necessidades específicas de cada área e elaborar um plano de ação adequado.

Outro fator a ser considerado são as etapas de monitoramento contínuo. Após a implementação das medidas de proteção e restauração, o acompanhamento regular é necessário para garantir a eficácia das intervenções e realizar ajustes conforme necessário. Esse monitoramento envolve custos adicionais relacionados à mão de obra especializada, transporte e possíveis insumos necessários para manutenção.

Adicionalmente, os valores das mudas, adubos e outros insumos podem variar significativamente. Fatores como o tamanho das mudas, o local de compra e a disponibilidade de fornecedores podem influenciar os custos finais. Essas variações devem ser cuidadosamente consideradas na elaboração do orçamento final, assegurando uma previsão de custos e adaptada às condições específicas de cada projeto.

Sendo assim, embora este estudo forneça uma estimativa detalhada dos custos associados à implementação do protocolo de proteção de nascentes e entornos, é fundamental reconhecer e incorporar possíveis custos adicionais na análise financeira.

## 6 CONCLUSÃO

O presente estudo objetivou desenvolver um protocolo de conservação de nascentes e dos seus entornos voltado ao meio corporativo. O protocolo segue etapas estratégicas que visam garantir uma abordagem eficaz na restauração ambiental. Essas etapas incluem: diagnóstico da nascente e seu entorno para compreender as condições existentes; definição das técnicas de restauração ou manutenção da vegetação apropriadas; isolamento da área para proteção contra influências externas; controle de espécies exóticas invasoras para manter a integridade ecológica; execução do plantio para restaurar a vegetação nativa; e monitoramento para avaliar a efetividade das medidas adotadas.

A aplicabilidade deste protocolo no contexto corporativo é identificada pela sua capacidade de se adaptar a diferentes cenários de degradação ambiental, permitindo que as empresas implementem ações de conservação de forma responsável. Os cenários delineados no trabalho variam conforme o grau de degradação e a presença de vegetação existente, o que permite às empresas identificar e aplicar a técnica mais adequada para cada situação.

Os indicadores de recuperação de nascentes estabelecidos são importantes para o protocolo, servindo como ferramentas para avaliar a eficácia das intervenções implementadas. Possibilitam o monitoramento do progresso das ações de restauração e proteção, ajustando as estratégias conforme necessário para otimizar os resultados. Assim, os indicadores são indispensáveis para a validação e aprimoramento contínuo do protocolo.

Além disso, a análise dos custos associados a cada cenário revelou diferenças significativas nos investimentos necessários, dependendo do estado inicial da área. Áreas altamente degradadas e sem sinais de regeneração natural requerem maiores intervenções, como o plantio total, que são mais onerosas. Por outro lado, áreas com vegetação existente ou com potencial de regeneração natural podem ser restauradas com técnicas menos invasivas e mais econômicas, como a regeneração natural pela técnica de nucleação e o plantio de enriquecimento.

A variação no espaçamento entre as plantas também influencia diretamente os custos. Espaçamentos mais densos, como 2 x 2 metros, implicam em um maior número de mudas por área, aumentando os custos de plantio em comparação com espaçamentos mais amplos, como 3 x 2 metros. Esse aspecto é crucial para o

planejamento financeiro das empresas ao adotar o protocolo, permitindo uma melhor alocação de recursos e maximização dos resultados ambientais.

Os resultados deste trabalho podem fundamentar projetos de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), pois incorporam metodologias de valoração dos serviços ambientais. Esta abordagem permite que os custos detalhados do protocolo sejam considerados na determinação de compensações financeiras para os produtores ou proprietários que implementarem as ações de conservação.

Em resumo, o protocolo apresentado pode ser utilizado como uma ferramenta adaptável para empresas comprometidas com ações de conservação ambiental, fornecendo uma metodologia para restaurar e proteger as nascentes e seus entornos.

## REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas (Brasil) (ANA). **Lista de Termos para o Thesaurus de Recursos Hídricos**. Brasília: ANA, 2015. Disponível em: <[https://cbhparanaiba.org.br/uploads/documentos/dicionario\\_ana/dicionario\\_recursos\\_hidricos\\_ana.pdf](https://cbhparanaiba.org.br/uploads/documentos/dicionario_ana/dicionario_recursos_hidricos_ana.pdf)>. Acesso em: 11 jun. 2024.

ALVARENGA, A. P. **Avaliação inicial da recuperação de mata ciliar em nascentes**. 2004. 175 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

ALVES FILHO, João. **Recursos hídricos no cerrado numa perspectiva de preservação e recuperação das nascentes**. 2022. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, Centro Universitário de Anápolis - UNIEVANGÉLICA, Anápolis, 2022. Disponível em: <<http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/20466/1/001%20-%20Jo%c3%a3o%20Alves%20Filho%20-%20Disserta%c3%a7%c3%a3o%20Final%20-%20Mestrado%20-%20ASSINADO.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2024.

AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê; BENINI, Sandra Medina (org.). **Bacias Hidrográficas: fundamentos e aplicações**. Tupã, SP: Anap, 2018. 222 p.

ANTONIO, Luciano Marcos. **Avaliação da qualidade da água em nascentes do município de Prudentópolis - PR**. 2023. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Stricto Sensu em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati – Pr, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14.001: Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientação para uso**. Rio de Janeiro: 2004.

ATTANASIO, Cláudia Mira. **Manual Técnico: restauração e monitoramento da mata ciliar e da reserva legal para a certificação agrícola - conservação da biodiversidade na cafeicultura**. Piracicaba, SP: Imaflora, 2008. 60 p. Disponível em: <<http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Manual%20T%C3%A9cnico%20Restaura%C3%A7%C3%A3o%20e%20Monitoramento%20da%20Mata%20Ciliar%20e%20da%20Reserva%20Legal%20para%20a%20Certifica%C3%A7%C3%A3o%20Agr%C3%ADcola%20-%20Conserva%C3%A7%C3%A3o%20da%20Biodiversidade%20na%20Cafeicultura.pdf>>. Acesso em: 09 maio 2024.

BAGGIO, Amilton João *et al.* **Recuperação e proteção de nascentes em propriedades rurais de Machadinho, RS**. Brasília: Embrapa, 2013. 25 p. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/33884537.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2024.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2007. 382 p.

BARBOSA, F. A. R.; PADISÁK, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G. **The role of water reservoirs in the conservation of Neotropical freshwater fauna**. *Hydrobiologia*, 13-28, 2012.

BARBOSA, V. **A última gota**. São Paulo: Planeta, 2014.

BATALHA, Marco Aurélio R. **Gestão ambiental e sustentabilidade**: uma nova realidade empresarial. Mar batalha, 2013. Disponível em: <[https://uniesp.edu.br/sites/\\_biblioteca/revistas/20170531141914.pdf](https://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20170531141914.pdf)>. Acesso em: 22 jun 2024.

BEDÊ, Júlio Cadaval. **Cartilha sobre a nova lei florestal de Minas Gerais**: orientações aos produtores rurais. Coordenação e elaboração dos textos: Júlio Cadaval Bedê. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2013. 53 p.

BELLEN, Hans Michael Van. **Gestão ambiental e sustentabilidade**. 2. ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2013. 126p.

BELLEN, Hans Michael Van. Indicadores de sustentabilidade - um levantamento dos principais sistemas de avaliação. **Cadernos EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, RJ, v. 2, n. 1, 2004. 14 p. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cebape/a/k77Q3nc4KhT3cfFJS9jRKwh/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 22 jun. 2024.

BENINI, Rubens. et al. **Cartilha de Restauração Florestal de Áreas de Preservação Permanente Alto Teles Pires, MT**. The Nature Conservancy, 2016, 76 p.

BETIOLO, Aline dos Santos. **Análise ambiental da microbacia do córrego das areias (RO)**: uma proposta de revitalização de nascentes com vistas a proteção dos recursos hídricos. 2020. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Ji, 2020.

BIANCHINI, Cláudia. **Indicadores de Qualidade Ambiental para a Indústria Cerâmica**. 2001. 163 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

BIOFLORA TECNOLOGIA DA RESTAURAÇÃO (Bahia). **Manual de restauração ecológica**: técnicos e produtores rurais no extremo sul da bahia. 2016. Disponível em: [https://www.mpba.mp.br/sites/default/files/biblioteca/meio-ambiente/downloads/2016/manual\\_restauracao\\_ecologica\\_2016.pdf](https://www.mpba.mp.br/sites/default/files/biblioteca/meio-ambiente/downloads/2016/manual_restauracao_ecologica_2016.pdf). Acesso em: 15 jun. 2024.

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. **Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares**. In: SIMPOSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: água e Biodiversidade, 5, 2002, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte, 2002. p. 123-145.

BRASIL. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 429, de 28 de fevereiro de 2011. Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente - APPs. Disponível em: <[https://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao\\_urbanismo\\_e\\_meio\\_ambiente/legisl](https://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legisl)

acao/leg\_federal/leg\_fed\_resolucoes/leg\_fed\_res\_conama/Resol-CONAMA-429-11\_(metologia-recuperacao-APPs).pdf>. Acesso em: 18 jun. 2024.

BRASIL. Decreto-lei n. 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d24643compilado.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%2024.643%2C%20DE%2010%20DE%20JULHO%20DE%201934.&text=Decreta%20o%20C%C3%B3digo%20de%20%C3%81guas.&text=%C3%81GUAS%20P%C3%9ABLICAS-,Art.,de%20uso%20comum%20ou%20dominicais](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643compilado.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%2024.643%2C%20DE%2010%20DE%20JULHO%20DE%201934.&text=Decreta%20o%20C%C3%B3digo%20de%20%C3%81guas.&text=%C3%81GUAS%20P%C3%9ABLICAS-,Art.,de%20uso%20comum%20ou%20dominicais)>. Acesso em: 14 abr. 2024.

BRASIL. Decreto-lei n. 852, de 11 de novembro de 1938. Mantém, com modificações, o decreto nº 24. 643, de 10 julho de 1934, e dá outras providências. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/1937-1946/del0852.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/del0852.htm)>. Acesso em: 14 abr. 2024.

BRASIL. Decreto-lei n. 50.877, de 29 de junho de 1961. Dispõe sobre o lançamento de resíduos tóxicos ou oleosos nas águas interiores ou litorâneas do país e dá outras providências. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1960-1969/decreto-50877-29-junho-1961-390520-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 14 abr. 2024.

BRASIL. **Lei n. 12.651**, 25 mai. 2012. 2012a. Dispõe de proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938/1981, 9.393/1996, e 11.428/2006; revoga as Leis nºs 4.771/1965, e 7.754/1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 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: 15 abr. 2024.

BRASIL. **Lei n. 12.727**, 17 out, 2012. 2012b. Altera as Leis nº 12.651/2012, 6.938/1981, 9.393/1996, e 11.428/ 2006; e revoga as Leis nº s 4.771/1965, e 7.754/1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm)>. Acesso em: 15 abr. 2024.

BRASIL. **Lei n. 14.653**, 23 ago. 2023. Altera as Leis n 12.651/2012, e 14.119/2021, para disciplinar a intervenção e a implantação de instalações necessárias à recuperação e à proteção de nascentes. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2023-2026/2023/Lei/L14653.htm#art1](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Lei/L14653.htm#art1)>. Acesso em: 15 abr. 2024.

BRASIL. **Lei n. 9.433**, 08 jan. 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001/ 1990, que modificou a Lei nº 7.990/1989. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm)>. Acesso em: 14 abr. 2024.

BRASIL. Portaria nº 118, de 3 de outubro de 2022. Institui Procedimento Operacional Padrão (POP) para Estimativa dos Custos de Implantação e Manutenção de Projeto de Recuperação Ambiental nos Biomas Brasileiros, para Compôr Valor Mínimo da Reparação por Danos Ambientais à Vegetação Nativa, em Processos Administrativos no âmbito do Ibama. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-118-de-3-de-outubro-de-2022-434890911>>. Acesso em: 26 jun. 2024.

BRASIL - World Wide Fund For Nature. **Nascentes do Brasil: estratégias para a proteção de cabeceiras em bacias hidrográficas**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2010. 141 p. Disponível em: <<https://comiteguandu.org.br/wp-content/uploads/2021/11/nascentes-do-brasil.pdf>>. Acesso: 01 nov. 2023.

BRUM, Thiago Tepassee de *et al.* Implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) no Hospital Municipal de Novo Hamburgo/RS. **Ambiência**, Guarapuava, v. 15, n. 2, p. 403-416, maio/ago. 2019. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/ambiencia.2019.02.10>.

CALDERAN, Andre Mafra et al. **ESG no Brasil**. Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN), v. 5, n. 1, 2021.

CALHEIROS, R. O. et al. Cadernos da Mata Ciliar n. 1: preservação e recuperação das nascentes, de água e vida. São Paulo: SMA, 2009. 35 p.

CALVÃO, L. B.; OLIVEIRA, A. A.; SANTOS, A. M. **Conservação de nascentes: aspectos ecológicos e legais**. Oecologia Brasiliensis, 323-334, 2010.

CASTRO, P. S. **Recuperação e conservação de nascentes**. CPT, 2001. 84p. (Série Saneamento e meio ambiente; n. 26).

CASTRO, P. S. **Recuperação e conservação de nascentes**. Viçosa: CPT, 2007. 272p.

CAVALCANTE, Lívia Teixeira Canuto; OLIVEIRA, Adélia Augusta Souto de. Métodos de Revisão Bibliográfica nos Estudos Científicos. **Psicologia em Revista**, Belo Horizonte, v. 26, n. 1, 2020, 83-102 p. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/per/v26n1/v26n1a06.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2024.

COCARI - Cooperativa Agropecuária e Industrial. **Projeto Olho D'Água**. 24º Prêmio Expressão de Ecologia, 2016-2017. 6 p. Disponível em: <<https://www.expressao.com.br/ecologia/cases/2016/COCARI.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2024.

COSTA, Aureliano Nogueira da et al. Monitoramento de vazão de nascentes em propriedades rurais de Santa Leopoldina/ES. In: Congresso Brasileiro de Reflorestamento Ambiental, VII., 2023, Vitória. **Área de concentração: 9 - Recursos hídricos**. Vitória, 2023. Disponível em: <<https://www.reflorestamentoambiental.com.br/trabalhos/Aureliano%20-%209%20-%20Recursos%20h%C3%ADricos%20-%20APROVADO.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2024.

ENGIE BRASIL ENERGIA. **Programa de Conservação de Nascentes**. Prêmio Ana, 2017. 26 p. Disponível em: <[https://www.ana.gov.br/arquivos/premioana/inscricao//20170630035801\\_ENGIE\\_Nascentes\\_ANA.pdf](https://www.ana.gov.br/arquivos/premioana/inscricao//20170630035801_ENGIE_Nascentes_ANA.pdf)>. Acesso em: 12 fev. 2024.

EMBRAPA (Brasília). **Estratégia de recuperação**: Plantio em Área Total. 2024a. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/plantio-por-mudas#:~:text=Estrat%C3%A9gia%20de%20recupera%C3%A7%C3%A3o%20%7C%20Plantio%20em%20%C3%81rea%20Total&text=Neste%20processo%20s%C3%A3o%20plantadas%20mudas,se%20quer%20recobrir%20o%20solo>>. Acesso em: 15 jun. 2024.

EMBRAPA (Brasília). **Estratégia de recuperação**: Regeneração Natural com Manejo Adensamento. 2024b. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/adensamento#:~:text=Consiste%20na%20introdu%C3%A7%C3%A3o%20de%20indiv%C3%ADduos,natural%20para%20suprimir%20esp%C3%A9cies%20inde-sej%C3%A1veis.>>>. Acesso em: 15 jun. 2024.

EMBRAPA (Brasília). **Estratégia de recuperação**: Regeneração Natural com Manejo Enriquecimento. 2024c. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/enriquecimento#:~:text=Consiste%20na%20introdu%C3%A7%C3%A3o%20de%20esp%C3%A9cies,com%20falhas%20da%20regenera%C3%A7%C3%A3o%20natural.>>>. Acesso em: 15 jun. 2024.

EMBRAPA (Brasília). **Estratégia de recuperação**: Regeneração Natural com Manejo Nucleação. 2024d. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/nucleacao>>. Acesso em: 20 jun. 2024.

EZEZINOS, Karen Esteves. **Diagnóstico da microbacia do ribeirão Achado no município de Santana do Paraíso/MG e proposição de medidas para revitalização de nascentes**. 2021. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão e Regulação de Recursos Hídricos PROFÁGUA, Instituto de Ciências Puras e Aplicadas, Universidade Federal de Itajubá, Itabira, 2021. Disponível em: <[https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/3185/Dissertacao\\_Karen\\_Esteves\\_Ezezinis\\_rev\\_final%20-%20Karen%20Esteves%20Ezezinis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/3185/Dissertacao_Karen_Esteves_Ezezinis_rev_final%20-%20Karen%20Esteves%20Ezezinis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 04 jun. 2024.

FAEG. **Novo Código Florestal Goiano: o que mudou?**. Goiânia: Sistema FAEG, 2016. 94 p.

FARIAS, Celso José et al. A recuperação e a preservação das nascentes na cidade de São José das Palmeiras - PR. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 14, supl., p. 42-53, 2020.

FELIPPE, M.. **Caracterização e tipologia de nascentes em Unidades de Conservação de Belo Horizonte - MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

FERNANDES, Rogê Fernando Tolentino. **Métodos de recuperação de nascentes:** análise comparativa de custos entre o método tradicional e o método não convencional morais - RNM. 2022. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil., Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/1580b100-9bd6-4320-90ad-4e1558f306f6/content>. Acesso em: 17 jun. 2024.

IBGE. **Censo 2022:** Cerca de oito a cada dez pessoas moravam em casas, mas cresce proporção de moradores em apartamentos. Rio de Janeiro: Estatísticas Sociais, 2024. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/39239-censo-2022-cerca-de-oito-a-cada-dez-pessoas-moravam-em-casas-mas-cresce-proporcao-de-moradores-em-apartamentos>>. Acesso em: 03 jun. 2024.

ICMBIO. Roteiro de apresentação para plano de recuperação de área degradada (PRAD) terrestre: Versão 03. Ministério do Meio Ambiente: ICMBio, 2013, 13p

IMASUL. **Métodos e Técnicas para Restauração da Vegetação Nativa:** documento técnico para orientação na restauração da vegetação nativa no bioma mata atlântica do mato grosso do sul. Campo Grande: Imasul, 2016. 114 p. Disponível em: <https://www.tnc.org.br/content/dam/tnc/nature/en/documents/brasil/restauracao-da-vegetacao-nativa-manual.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2024

Instituto Escolhas. **Estratégias de recuperação da vegetação nativa em ampla escala para o Brasil.** Relatório Técnico. São Paulo, 2023. Disponível em: <[https://escolhas.org/wp-content/uploads/2023/09/Relatorio\\_RecuperacaoVegetal\\_Final.pdf](https://escolhas.org/wp-content/uploads/2023/09/Relatorio_RecuperacaoVegetal_Final.pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2024.

KUNTSCHIK, Daniela Petenon *et al.* **Matas Ciliares.** 2. ed. São Paulo: SMA, 2014. 82 p. (Cadernos de Educação Ambiental, 7). Disponível em: <<https://smastr16.blob.core.windows.net/cea/2014/11/7-MATAS-CILIARES.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2024.

MAIA, Bianca Goulart de Oliveira *et al.* **Bacias Hidrográficas da Região de Joinville.** Joinville: Univille, 2013. 60 p. Disponível em: <[https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib\\_top/Comite%20Rio%20Cubatao%20Norte/Publicacoes/bacias-hidrograficas-da-regiao-de-joinville.pdf](https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/Comite%20Rio%20Cubatao%20Norte/Publicacoes/bacias-hidrograficas-da-regiao-de-joinville.pdf)>. Acesso em: 11 jun. 2024.

MALTCHIK, L.; MEDRI, V. **Impactos humanos em áreas úmidas brasileiras.** Acta Limnologica Brasiliensia, 125-136, 2006.

MFRURAL. Composto orgânico em Santa Catarina. Disponível em: <<https://www.mfrural.com.br/busca/composto-organico/estado/santa-catarina>>. Acesso em: 17 jun. 2024.

MOURA, L. S.; GOUVÊA, S. M.; SOUSA, J. E. P.; BESSA, R. L.; TOTA, J. S. Preservação de nascentes na cidade de Santarém – PA na região Amazônica. **Revista Tamoios**, v.19, n.1, p.178-192, 2023.

MULTIJARDINS. Fertilizantes. Disponível em: <<https://www.multijardim.com.br/adubo-fertilizante-granulado-npk-4-14-8-flores-e-frutos>>. Acesso em: 17 jun. 2024.

OLIVEIRA FILHO, A. T. **Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas**: uma proposta metodológica. Lavras-MG. Cerne, Lavras, v. 1, n. 1, p. 64-72, 1994.

ONU BRASIL. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil: Água potável e saneamento. Nações Unidas Brasil. 2024. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>>. Acesso em: 21 mai. 2024.

PIERONI, J. P.; BRANCO, K. G. R.; DIAS, G. R. do V.; FERREIRA, G. C. Avaliação do estado de conservação de nascentes em microbacias hidrográficas. **Revista Geociências**, São Paulo, SP: UNESP, v. 38, n. 1, p. 185-193, 2019.

PINTO, Lilian Vilela Andrade. **Caracterização física da sub-bacia do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG, e Proposta de Recuperação de suas nascentes**. 2003. 180 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas – PRAD. Instituto Água e Terra – IAT, 2024. Disponível em: <<https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Projeto-de-Recuperacao-de-Areas-Degradadas-ou-Alteradas-PRAD>>. Acesso em: 23 abr. 2024.

MapBiomass. **RAD2023**: Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2023 - São Paulo, Brasil - MapBiomass, 2024. 154 p. Disponível em: <[https://storage.googleapis.com/alerta-public/rad\\_2023/RAD2023\\_COMPLETO\\_FINAL\\_28-05-24.pdf](https://storage.googleapis.com/alerta-public/rad_2023/RAD2023_COMPLETO_FINAL_28-05-24.pdf)>. Acesso em: 03 mai. 2024.

MARTINS, S. **Restauração Florestal**. Universidade Federal de Viçosa, Pró-Reitoria de Extensão e Cultura, Divisão de Extensão-DEX, ISSN -1415-692X, Viçosa-MG, 2020. Disponível em: <<https://www.ecoagri.com.br/web/wp-content/uploads/Restaura%C3%A7%C3%A3o-Florestal.pdf>>. Acesso em: 06 mai. 2024.

MORAES, L. F. D.; ASSUMPÇÃO, J. M.; PEREIRA, T. S.; LUCHIARI, C. **Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/197954/1/manual-tecnico-restauracao.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2024.

MOURA, Luiz Antônio Abdalla de. **Qualidade e Gestão Ambiental**: sustentabilidade e ISO 14.001. 6. ed. Belo Horizonte: Del Rey, 2011. 432 p.

RABELO, Laudemira Silva; LIMA, Patricia Verônica P. Sales. Indicadores de Sustentabilidade: a possibilidade da mensuração do desenvolvimento sustentável. **Rede: Revista Eletronica do Prodema**, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 55-76, dez. 2007. Disponível em: <[https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/3630/1/2007\\_art\\_Israbelo.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/3630/1/2007_art_Israbelo.pdf)>. Acesso em: 23 jun. 2024.

RANGEL NETO, Reginaldo da Silva *et al.* Springs' Water Quality Assessment in Areas with Different Degrees of Forest Conservation: a Study in Tropical Climate Basins. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 231, n. 5, p. 1-16, 2020.

REIS, André Luiz Miranda *et al.* Parâmetros Macroscópicos para Avaliação do Estado de Conservação de Nascentes em Área de Proteção Ambiental. **Humboldt**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 3, p. 1-17, 2021. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/humboldt/article/view/55667/39448>>. Acesso em: 21 maio 2024.

SALOMÃO, R. P.; SANTANA, A. C.; BRIENZA JÚNIOR, S. Seleção de espécies da floresta ombrófila densa e indicação da densidade de plantio na restauração florestal de áreas degradadas na Amazônia. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 139-151, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cflo/a/DXHkqXzjwnpyTTRY7RxWL8n/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 04 jun 2024.

SKORUPA, Ladislau Araújo *et al.* **Roteiro para elaboração de um projeto de recomposição de áreas degradadas ou alteradas**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2021. 60 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/226663/1/Roteiro-para-elaboracao-de-um-projeto-de-recomposicao-de-areas-degradadas-ou-alteradas-Doc373.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2024.

STEGER, Ulrich. **Environmental Management Systems: Empirical Evidence and Further Perspectives**. European Management Journal, Lausanne, v. 18, n. 1, fev 2000.

UAB/UFMT. **Gestão Ambiental E Sustentabilidade**. Cuiabá/MT: Ed. UFMT, 2011. 102 p.

VALENTE, Osvaldo Ferreira; GOMES, Marcos Antônio. **Conservação de Nascentes: Produção de Água em Pequenas Bacias Hidrográficas**. Aprenda Fácil. Viçosa, MG, 2011.

VESSONI, Ricardo Henrique. **Conservação de nascentes e a degradação ambiental por ocupação do solo no bairro Nascente Imperial em Contagem (MG)**. Monografia do curso de especialização de gerenciamento em recursos hídricos do instituto de ciências biológicas – ICB da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte, 2019.

VIEIRA, Neise Ribeiro. **Poluição do Ar**. Rio de Janeiro: E-Papers, 2009. 220 p.

WILSON, Sarah Jane *et al.* **Manual de restauração por nucleação aplicada para florestas tropicais**. Conservation International, 2021. 78 p. Disponível em: <<https://www.conservation.org/docs/default-source/publication-pdfs/ci-manual-de-restauracao-por-nucleacao-aplicada-para-florestas-tropicais.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2024.

## ANEXO 1 – CÁLCULO DO CUSTO POR CENÁRIO

Informações iniciais para cálculo dos cenários.

Área		
%	Valor	Unidade
100%	1	ha
100%	10000	m <sup>2</sup>
80%	8000	m <sup>2</sup>
50%	5000	m <sup>2</sup>
30%	3000	m <sup>2</sup>
10%	1000	m <sup>2</sup>

Mudas Plantadas		
% de área plantada	Espaçamento (m x m)	Mudas
100%	2 x 2	2500,0
100%	3 x 2	1666,7
80%	2 x 2	2000,0
80%	3 x 2	1333,3
80%	6 x 6	222,2
50%	2 x 2	1250,0
50%	3 x 2	833,3
50%	6 x 6	138,9
30%	6 x 6	83,3
10%	2 x 2	250,0
10%	3 x 2	166,7

Valor	
Dado	Valor
Muda	R\$ 3,50
Adubação Química	R\$ 0,18
Adubação Orgânica	R\$ 0,40
Mão de Obra	R\$ 200,00
Cercamento total	R\$ 3.776,00

Espaçamento da plantação	
Espaçamento (m x m)	Área (m <sup>2</sup> )
2 x 2	4
3 x 2	6
6 x 6	36

Mão de obra			
% de área plantada	Dado	Espaçamento (m x m)	Dias necessários
100%	Cercamento	-	3,0
100%	Plantio	2 x 2	16,7
100%	Plantio	3 x 2	11,1
80%	Plantio	2 x 2	13,3

80%	Plantio	3 x 2	8,9
80%	Plantio	6 x 6	1,5
50%	Plantio	2 x 2	8,3
50%	Plantio	3 x 2	5,6
50%	Plantio	6 x 6	0,9
30%	Plantio	6 x 6	0,6
10%	Plantio	2 x 2	1,7
10%	Plantio	3 x 2	1,1
100%	Coroamento	2 x 2	25,0
100%	Coroamento	3 x 2	16,7
80%	Coroamento	2 x 2	20,0
80%	Coroamento	3 x 2	13,3
80%	Coroamento	6 x 6	2,2
50%	Coroamento	2 x 2	12,5
50%	Coroamento	3 x 2	8,3
50%	Coroamento	6 x 6	1,4
30%	Coroamento	6 x 6	0,8
10%	Coroamento	2 x 2	2,5
10%	Coroamento	3 x 2	1,7

Cálculo por cenário.

Cenário 1						
	Caso 1		Caso 2		Caso 3	
Dados	Espaçamento - Porcentagem de área	Valor	Espaçamento - Porcentagem de área	Valor	Espaçamento - Porcentagem de área	Valor
Plantio	2 x 2 m - 100%	R\$ 8.750,00	2 x 2 m - 80% + 10%	R\$ 7.875,00	2 x 2 m - 10%	R\$ 875,00
	3 x 2 m - 100%	R\$ 5.833,33	3 x 2 m - 80% + 10%	R\$ 5.250,00	3 x 2 m - 10%	R\$ 583,33
	6 x 6 m	R\$ -	6 x 6 m - 80%	R\$ 777,78	6 x 6 m - 80%	R\$ 777,78
Adubação Química	2 x 2 m - 100%	R\$ 450,00	2 x 2 m - 80% + 10%	R\$ 405,00	2 x 2 m - 10%	R\$ 45,00
	3 x 2 m - 100%	R\$ 300,00	3 x 2 m - 80% + 10%	R\$ 270,00	3 x 2 m - 10%	R\$ 30,00
	6 x 6 m	R\$ -	6 x 6 m - 80%	R\$ 40,00	6 x 6 m - 80%	R\$ 40,00
Adubação Orgânica	2 x 2 m - 100%	R\$ 1.000,00	2 x 2 m - 80% + 10%	R\$ 900,00	2 x 2 m - 10%	R\$ 100,00
	3 x 2 m - 100%	R\$ 666,67	3 x 2 m - 80% + 10%	R\$ 600,00	3 x 2 m - 10%	R\$ 66,67
	6 x 6 m	R\$ -	6 x 6 m	R\$ 88,89	6 x 6 m - 80%	R\$ 88,89
Mão de Obra	2 x 2 m - 100%	R\$ 8.333,33	2 x 2 m - 80% + 10%	R\$ 7.500,00	2 x 2 m - 10%	R\$ 833,33

	3 x 2 m - 100%	R\$ 5.555,56	3 x 2 m - 80% + 10%	R\$ 5.000,00	3 x 2 m - 10%	R\$ 555,56
	6 x 6 m	R\$ -	6 x 6 m - 80%	R\$ 740,74	6 x 6 m - 80%	R\$ 740,74
	Cercamento	R\$ 600,00	6 x 6 m - 80%	R\$ 600,00	Cercamento	R\$ 600,00
Valor	<b>Total 2 x 2 m</b>	<b>R\$ 22.909,33</b>	<b>Total 2 x 2 m</b>	<b>R\$ 22.703,41</b>	<b>Total 2 x 2 m + 6 x 6 m</b>	<b>R\$ 7.876,74</b>
	<b>Total 3 x 2 m</b>	<b>R\$ 16.731,56</b>	<b>Total 3 x 2 m</b>	<b>R\$ 17.143,41</b>	<b>Total 3 x 2 m + 6 x 6 m</b>	<b>R\$ 7.258,96</b>

Cenário 2				
	Caso 4		Caso 5	
Dados	Espaçamento - Porcentagem de área	Valor	Espaçamento - Porcentagem de área	Valor
Plantio	2 x 2 m - 50% + 10%	R\$ 5.250,00	2 x 2 m - 50% + 10%	R\$ 5.250,00
	3 x 2 m - 50% + 10%	R\$ 3.500,00	3 x 2 m - 50% + 10%	R\$ 3.500,00
	6 x 6 m	R\$ -	6 x 6 m - 50%	R\$ 486,11
Adubação Química	2 x 2 m - 50% + 10%	R\$ 270,00	2 x 2 m - 50% + 10%	R\$ 270,00
	3 x 2 m - 50% + 10%	R\$ 180,00	3 x 2 m - 50% + 10%	R\$ 180,00
	6 x 6 m	R\$ -	6 x 6 m - 50%	R\$ 25,00
Adubação Orgânica	2 x 2 m - 50% + 10%	R\$ 600,00	2 x 2 m - 50% + 10%	R\$ 600,00
	3 x 2 m - 50% + 10%	R\$ 400,00	3 x 2 m - 50% + 10%	R\$ 400,00
	6 x 6 m	R\$ -	6 x 6 m - 50%	R\$ 55,56
Mão de Obra	2 x 2 m - 50% + 10%	R\$ 5.000,00	2 x 2 m - 50% + 10%	R\$ 5.000,00
	3 x 2 m - 50% + 10%	R\$ 3.333,33	3 x 2 m - 50% + 10%	R\$ 3.333,33
	6 x 6 m	R\$ -	6 x 6 m - 50%	R\$ 462,96
	Cercamento	R\$ 600,00	Cercamento	R\$ 600,00
Valor	<b>Total 2 x 2 m</b>	<b>R\$ 15.496,00</b>	<b>Total 2 x 2 m + 6 x 6 m</b>	<b>R\$ 16.525,63</b>
	<b>Total 3 x 2 m</b>	<b>R\$ 11.789,33</b>	<b>Total 3 x 2 m + 6 x 6 m</b>	<b>R\$ 12.818,96</b>

Cenário 3				
	Caso 6		Caso 7	
Dados	Espaçamento - Porcentagem de área	Valor	Espaçamento - Porcentagem de área	Valor
Plantio	2 x 2 m - 10%	R\$ 875,00	2 x 2 m - 10%	R\$ 875,00
	3 x 2 m - 10%	R\$ 583,33	3 x 2 m - 10%	R\$ 583,33
	6 x 6 m	R\$ -	6 x 6 m - 30%	R\$ 291,67
Adubação Química	2 x 2 m - 10%	R\$ 45,00	2 x 2 m - 10%	R\$ 45,00
	3 x 2 m - 10%	R\$ 30,00	3 x 2 m - 10%	R\$ 30,00
	6 x 6 m	R\$ -	6 x 6 m - 30%	R\$ 15,00
Adubação Orgânica	2 x 2 m - 10%	R\$ 100,00	2 x 2 m - 10%	R\$ 100,00
	3 x 2 m - 10%	R\$ 66,67	3 x 2 m - 10%	R\$ 66,67
	6 x 6 m	R\$ -	6 x 6 m - 30%	R\$ 33,33
Mão de Obra	2 x 2 m - 10%	R\$ 833,33	2 x 2 m - 10%	R\$ 833,33
	3 x 2 m - 10%	R\$ 555,56	3 x 2 m - 10%	R\$ 555,56
	6 x 6 m	R\$ -	6 x 6 m - 30%	R\$ 277,78
	Cercamento	R\$ 600,00	Cercamento	R\$ 600,00
Valor	<b>Total 2 x 2 m</b>	<b>R\$ 6.229,33</b>	<b>Total 2 x 2 m + 6 x 6 m</b>	<b>R\$ 6.847,11</b>
	<b>Total 3 x 2 m</b>	<b>R\$ 5.611,56</b>	<b>Total 3 x 2 m + 6 x 6 m</b>	<b>R\$ 6.229,33</b>