



Universidade Estadual
da Região Tocantina
de Maranhão

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

JOÃO MANOEL DE OLIVEIRA SILVA

**PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA ANÁLISE AMBIENTAL, RESTAURAÇÃO
ECOLÓGICA E CUSTO LÍQUIDO DE NASCENTE EM AÇAILÂNDIA-MA**

Imperatriz

2023

JOÃO MANOEL DE OLIVEIRA SILVA

**PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA ANÁLISE AMBIENTAL, RESTAURAÇÃO
ECOLÓGICA E CUSTO LÍQUIDO DE NASCENTE EM AÇAILÂNDIA-MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, como requisito para obtenção de título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Me. Dalton Henrique Angelo
Coorientador: Dr. Michael Douglas Roque Lima

Imperatriz

2023

S586p

Silva, João Manoel de Oliveira

Proposta de metodologia para análise ambiental, restauração ecológica e custo líquido de nascente em Açailândia-MA. / João Manoel de Oliveira Silva. – Imperatriz, MA, 2023.

69 f.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Florestal) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2023.

1. Diagnóstico ambiental. 2. Restauração florestal. 3. Nascentes.
4. Imperatriz - MA. I. Título.

CDU 630*233

Ficha elaborada pelo Bibliotecário: **Mateus de Araújo Souza CRB13/955**

JOÃO MANOEL DE OLIVEIRA SILVA

**PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA ANÁLISE AMBIENTAL, RESTAURAÇÃO
ECOLÓGICA E CUSTO LÍQUIDO DE NASCENTE EM AÇAILÂNDIA-MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, como requisito para obtenção de título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Aprovado em: ____/____/____

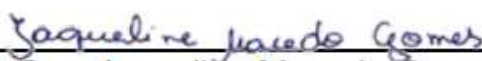
BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Dalton Henrique Angelo
Orientador
CCA/UEMASUL



Prof. Dra. Chaiane Rodrigues Schneider
1º membro
CCA/UEMASUL



Prof. Dra. Jaqueline Macedo Gomes
2º membro
CCA/UEMASUL

RESUMO

Uma área de preservação permanente (APP) abriga ecossistemas complexos que não deve ser afetado por fatores antrópicos, uma vez que suas funções são a preservação da vegetação, circulação da fauna e proteção dos recursos genéticos, entre outras. As nascentes determinam a origem de bacias hidrográficas e sua composição, e sua estabilidade é mantida por meio da vegetação que se estabelece em seu entorno, formando matas ciliares e de galeria, que garantem a estabilidade do solo, controle da vazão e preservam o ecossistema aquático, sendo cruciais para sua conservação. Esse trabalho tem como objetivo analisar as condições ambientais e impactos ambientais na Nascente Glória, no Parque Ambiental de Açailândia, por meio de um diagnóstico ambiental e parâmetros macromorfológicos, em forma de *check-list*, que direcione a uma restauração planejada em cronograma físico financeiro. Para tanto, foi realizada uma revisão de literatura sobre diagnósticos ambientais e uma quantificação dos custos líquidos da elaboração e execução do projeto de restauração. Como resultado a nascente foi classificada como perturbada, apresentando fragmentação da sua mata ciliar e ausência de vegetação no raio de 50m, conforme legislação vigente, princípio de erosão, presença de capim exótico e dejetos antrópicos. A presente pesquisa propõe a restauração, considera-se o plantio de mudas nativas de acordo com a fitofisionomia de mata ciliar em espaçamento 2 x 3m, com monitoramento de 5 anos até que a vegetação se estabeleça, com custo líquido presente aproximado de R\$ 61.897,43.

Palavras-chave: Diagnóstico ambiental. Espécies nativas. Restauração florestal. Economia florestal.

ABSTRACT

A permanent preservation area (APP) houses complex ecosystems that should not be affected by anthropic factors, since its functions are the preservation of vegetation, circulation of fauna and protection of genetic resources, among others. Springs determine the origin of watersheds and their composition, and their stability is maintained through the vegetation that is established around them, forming riparian and gallery forests, which guarantee soil stability, flow control and preserve the aquatic ecosystem, being crucial for their conservation. This work aims to analyze the environmental conditions and environmental impacts at Nascente Glória, in the Açailândia Environmental Park, through an environmental diagnosis and macromorphological parameters, in the form of a checklist, which directs a planned restoration in a physical and financial schedule. As a result, the source was classified as disturbed, showing fragmentation of its riparian forest and absence of vegetation within a radius of 50m, according to current legislation, principle of erosion, presence of exotic grass and anthropic waste. This research proposes restoration, considering the planting of native seedlings according to the phytophysiognomy of the riparian forest in 2 x 3m spacing, with monitoring for 5 years until the vegetation is established, with an approximate net present cost of R\$ 61,897,43.

Keywords: Environmental diagnoses. Native species. Forest restoration. Forest Economy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Área desapropriada para a construção do Parque Ambiental de Açailândia.....	24
Figura 2 -	Vegetação pioneira se desenvolvendo na área mais próxima do corredor asfaltado	25
Figura 3 -	Imagem de cima da nascente Glória, via <i>google maps</i>	25
Figura 4 -	Lagoa do Joaquim: Corpo hídrico abastecido pela Nascente Glória.....	26
Figura 5 -	Visualização aérea do parque ambiental.....	29
Figura 6 -	Nascente Glória em dois momentos de visitação.....	30
Figura 7 -	Corredor asfaltado.....	31
Figura 8 -	Visão da parte mais exposta da Nascente Glória	32
Figura 9 -	Vegeta�o no entorno da Nascente Glória	32
Figura 10-	Visão da parte exposta da Nascente Glória em rela�o ao corredor asfaltado	34
Figura 11-	Canal construído para passagem da água do afloramento	34
Figura 12-	Toras de madeiras cortadas e empilhadas ao redor da nascente	35
Figura 13-	Hastes de bambu para tutoramento de mudas em um projeto de recupera�o	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Parâmetros macroscópicos de diagnóstico ambiental de nascentes	28
Tabela 2 –	Marcação e pontuação dos parâmetros observados.....	33
Tabela 3 –	Procedimentos de recuperação da nascente.....	37
Tabela 4 –	Insumos para implantação ano 0.....	39
Tabela 5 –	Tratos Silviculturais-Primeira Manutenção ano 0.....	39
Tabela 6 –	Tratos Silviculturais-Segunda Manutenção ano 0.....	40
Tabela 7 –	Tratos Silviculturais-Terceira Manutenção ano 1.....	40
Tabela 8 –	Tratos Silviculturais-Quarta e última Manutenção ano 1.....	41
Tabela 9 –	Lista de espécies sugeridas restauração ambiental, com índices de diversidade de Shannon-Weaver e Pielou.	42
Tabela 10 –	Rendimento da Implantação-novembro-mês 02-Ano 0.....	46
Tabela 11 –	Rendimento da Primeira manutenção-fevereiro-mês 05 - Ano 0	47
Tabela 12 –	Rendimento da Segunda manutenção-maio-mês 08 - Ano 0	48
Tabela 13 –	Rendimento da Terceira manutenção-novembro-mês 14 -Ano 1	49
Tabela 14 –	Rendimento da Quarta e última manutenção-maio-mês 20-Ano 1	50
Tabela 15 –	Orçamento da Mão de Obra.....	52
Tabela 16 –	Custo líquido do projeto de restauração em dólares	53

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	08
2	OBJETIVOS.....	11
2.1	Geral.....	11
2.2	Específicos	11
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3.1	Recursos hídricos.....	12
3.2	Bioma Cerrado.....	12
3.3	Bioma Amazônico.....	13
3.4	Mata ciliar.....	14
3.5	Recuperação de áreas degradadas (RAD)	15
3.6	Técnicas e legislação para recuperação de uma nascente	17
3.6.1	Semeadura direta	17
3.6.2	Plantio de mudas	18
3.6.3	Regeneração Natural.....	18
3.7	Diagnóstico de impacto em nascentes	19
3.7.1	Método espontâneo (Ad-hoc)	20
3.7.2	Redes de interação (Networks)	20
3.7.3	Modelos de Simulação	21
3.7.4	Superposição de cartas (Overlay Mapping)	21
3.7.5	Listagem de controles (Check List)	21
3.7.6	Matrizes de interações	22
3.8	Custos de Restauração de uma Nascente.....	22
3.9	Parque ecológico.....	23
4	METODOLOGIA.....	24
4.1	Área de estudos.....	24
4.2	Procedimentos metodológicos.....	26
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
5.1	Diagnóstico Ambiental.....	30
5.2	Restauração.....	36
5.2.1	Procedimentos de implantação da restauração	36
5.2.2	Escolha das mudas	41
5.3	Tratos culturais	43
5.3.1	Adubação.....	43
5.3.2	Quantidade de mudas e Plantio	44
5.3.3	Tutoramento	44
5.3.4	Irrigação	45
5.4	Monitoramento	45
5.4.1	Planejamento	45
5.4.2	Implantação	45
5.4.3	Manutenção	46
6	CONCLUSÃO	54
	REFERÊNCIAS.....	55
	APÊNDICES.....	64

1 INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas são o meio pelo qual áreas mais voltadas para o centro dos continentes recebem água, um meio natural para permitir seu fluxo constante na região, tendo sua origem na água que emerge para a superfície e, a partir das condições desse ponto, se forma o fluxo do corpo hídrico, podendo ser definida como descarga natural de água suficientemente grande para fluir em pequeno curso de água ou que pode dar origem a uma fonte de acúmulo em forma de represa ou regatos, ribeirões e rios (PEREIRA et al., 2011).

Segundo Fellipe e Magalhães Júnior (2013), estes acúmulos de água são oriundos de nascentes, definidos pela infiltração da água subterrânea de modo perene ou não, a formação de um canal de drenagem a jusante e a origem natural das nascentes, sendo as matas ciliares as formações vegetais que margeiam os corpos hídricos, rios, córregos, lagos, represas e nascentes, denominadas como áreas de preservação permanente (MARANHÃO, 2021).

As matas ciliares desempenham importante função ambiental, mais notadamente na manutenção da qualidade da água, estabilidade dos solos, das áreas marginais, regularização do regime hídrico, corredores para o movimento da fauna, assim como para a dispersão vegetal e manutenção do ecossistema aquático (ALVARENGA et al., 2006).

No Brasil, as nascentes devem ser protegidas, de acordo com a Lei nº 12.651/2012, Artigo 4º, inciso V, “as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros” podendo ser menor, conforme artigo 61-A dessa lei, “nas Áreas de Preservação Permanente, é autorizada, exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008” e ainda delimitadas conforme § 5º, no entorno de nascentes e olhos d’água perenes, será admitida a manutenção das mesmas atividades supracitadas, sendo obrigatória a recomposição do raio mínimo de 15 (quinze) metros. (BRASIL, 2012).

O propósito da proteção dessa vegetação como APP é evitar que nascentes e cursos hídricos fiquem expostos, pois em regiões que perderam essa cobertura, como no caso de cidades construídas nas margens de rios, as cheias são frequentes em função da vazão descontrolada, e ainda, como no caso de plantações de pastos, o

solo desprotegido fica suscetível à erosão. A supressão da mata ciliar pode provocar comportamentos indesejáveis em sua dinâmica, como a diminuição da infiltração e aumento do escoamento superficial (PEREIRA et al., 2011).

As matas ciliares e de galeria desempenham importante papel na manutenção da quantidade e qualidade das águas, estabilidade dos solos e controle de processos erosivos (FERREIRA, 2007). O Cerrado é responsável por dar origem às principais bacias hidrográficas do Brasil, devido ao fato de possuir em sua área um grande número de nascentes, sendo geralmente chamado de “berço das águas” (RIBEIRO, 2012).

A completa alteração da superfície de uma área e suas condições edáficas geram impactos que vão além da perda de cobertura vegetal. Em propriedades rurais é comum ultrapassar o limite da área de reserva legal e da APP, e em áreas próximas a corpos hídricos, os proprietários tendem a usar a área no entorno deles, acabando com a mata ciliar, interferindo no seu funcionamento e levando à lixiviação do solo nas margens, que agora está descoberto e por consequência observa-se inundações e o acúmulo de resíduos sólidos no leito e poluição por conta dos rejeitos das atividades. A pecuária extensiva é uma causa importante de impactos em nascentes por conta do caminhar do gado para dessedentação e compactação devido ao pisoteio (ROSOLEN & ZANZARINI, 2007).

No município de Açailândia, no estado do Maranhão, apresenta florestas latifoliadas do tipo amazônico e com predominância dos biomas cerrado e amazônico. Nela, a Nascente Glória, um olho d'água perene, alimenta o curso da água do Riacho Açailândia e também da Lagoa do Joaquim, que serve para abastecimento da população local (AÇAILÂNDIA, 2023). Na observação *in loco* da nascente observou-se que mesmo estando dentro da área do parque ambiental, ela não está devidamente protegida, o que insere sobre o alerta sobre a aplicação da legislação ambiental, citado na Lei Federal 12.651/2012, para a restauração dessa área.

Embora esteja dentro da área do parque ambiental de Açailândia, as condições naturais da nascente estão visualmente alteradas por ações antrópicas diversas, como áreas impermeabilizadas por asfalto, supressão de vegetação e a pressão do crescimento urbano. É notória a curta distância entre a nascente e a área pública de circulação, o que incide sobre o perigo em que se encontra a nascente e posterior curso natural.

Para que possa reestabelecer as funções ecológicas desta nascente, é preciso conhecer os efeitos degradantes e como se sucederam no local, fazendo da análise em campo uma ferramenta essencial na efetiva restauração florestal. Para tanto, é necessário buscar na literatura métodos diagnósticos ambientais para estabelecer critérios e elaborar uma metodologia eficiente para diagnosticar a nascente Glória.

Com uma metodologia definida, pode-se aplicar na referida nascente com o levantamento de todos os efeitos degradantes existentes neste corpo hídrico que servirá de base para a elaboração de um projeto de restauração ecológica.

Para o Estado do Maranhão, existe uma metodologia específica para elaboração de projeto de recuperação de áreas degradadas ou alteradas (PRAD) através de termo de referência do projeto estabelecido nos termos da Portaria N ° 027, de 29 de abril de 2021 (MARANHÃO, 2021), havendo necessidade de quantificar os custos totais do projeto.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar um diagnóstico ambiental na Nascente Glória, no parque ambiental de Açailândia, e propor um método de restauração com planejamento físico e financeiro.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar levantamento bibliográfico sobre análise ambiental prévia em restauração de nascentes;
- Propor diretrizes para diagnóstico ambiental para a nascente Glória;
- Aplicar e analisar as diretrizes nas condições ambientais e efeitos antrópicos da Nascente Glória;
- Propor técnicas de restauração baseadas nos resultados encontrados após o diagnóstico;
- Calcular o custo presente da restauração ecológica da nascente através de cotações.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Recursos Hídricos

De acordo com o artigo 2º da Lei nº 9.433 de Janeiro de 1997, os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos incluem assegurar à atual e futuras gerações a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, bem como a sua utilização racional.

Nesse sentido é exigido pela lei que haja um controle adequado, manutenção e distribuição dos recursos hídricos a fim de garantir seu uso futuro e viável. A degradação das matas ciliares só começou a ser vista como problema a partir de 1980, pois a análise dos problemas envolvendo a substituição da cobertura florestal por áreas agrícolas se mostrou preocupante, não só pelos processos erosivos e perda da fertilidade nessas áreas, como pela extinção brutal de animais e plantas (BARBOSA, 2006).

O início do desenvolvimento dos municípios foi marcado pelas constantes mudanças em relação à forma como deveriam ser usados os recursos disponíveis. “Lembro que, como Geógrafos não devemos estudar o meio físico como produto final, como objeto único e isolado em si, mas como o meio integrado e dinâmico, em que os seres vivos, entre eles e o homem, se conectam e desenvolvem suas atividades” (TROPMAIR, 2006). Frente a um crescimento constante e desenfreado, houve uma preocupação com a forma como as comunidades vinham explorando as áreas ao redor e como usavam seus recursos.

Desmatamento de florestas para exploração de madeira, plantação de pastos, construção de estradas e estruturas urbanas em áreas que hoje são registradas como reservas legais e APP's (áreas de preservação permanente). Toda área de preservação permanente é uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o uso gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

3.2 Bioma Cerrado

Segundo Ribeiro & Walter (1998), o termo Cerrado é usado para designar o conjunto de ecossistemas que ocorrem no Brasil Central como matas de galeria,

campos e savanas. Dos seis grandes biomas brasileiros (Pantanal; Caatinga; Cerrado, Pampas; Floresta Atlântica; Amazônia), o Cerrado se encontra como a segunda maior em área, depois do bioma Amazônico. Abrigando vasta biodiversidade, é considerado um “*hotspot*”, um ecossistema de importância mundial para conservação (KLINK & MACHADO, 2005). Possui duas estações bem definidas, onde seu período chuvoso tem duração de outubro a maio e no resto do ano ocorre um período seco, com uma precipitação anual média variando de 750 a 2000mm (EITEN, 1994).

Ainda segundo Klink e Machado (2005) possui cerca de 7000 espécies vegetais (das quais 44% são endêmicas do Cerrado), 837 espécies de aves, 199 de mamíferos, 180 répteis, 150 anfíbios e 1.200 peixes, além de cerca 90.000 espécies de invertebrados. O Cerrado brasileiro tem uma presença comum de áreas rupestres, áreas brejosas e capões de mata. Sua fitofisionomia comum é árvores e arbustos baixos em coexistência com gramíneas, variando de formações florestais a áreas de campos limpos (ROQUETTE, 2018).

O cerrado brasileiro é um bioma de grande importância hídrica, pois é a partir dele que se originam as grandes bacias hidrográficas brasileiras, por isso é chamado de “berço das águas do Brasil”. Ele abriga 8 das doze principais bacias hidrográficas brasileiras e alimenta seis delas a partir de seus afloramentos. Ele também abriga 3 dos principais aquíferos brasileiros (Urucuia, Guarani e Bambuí). Desse modo, graças ao imenso potencial hídrico ele pode ser considerado o “o Berço das Águas” (SOUSA et al, 2019).

Por causa da estrutura de savana o Cerrado foi amplamente usado para o cultivo de monoculturas, passando por mudanças devido ao uso de corretivos no solo e perdendo cerca de metade da sua cobertura vegetal, com a agricultura avançando até matas ciliares. Sua cobertura vegetal garante o fluxo hídrico entre diferentes regiões do Brasil, ele garante o transporte de umidade e vapor d’água da bacia amazônica para as regiões sul e sudeste, permitindo a regularidade do regime de chuvas (LIMA, 2019).

3.3 Bioma Amazônico

A Amazônia se trata de um grande domínio de terras baixas florestadas, considerada a maior floresta tropical do mundo, situada entre a barreira gerada pelas

terras cisandinas e pelas bordas dos planaltos Brasileiro e Guianense (AB' SABER, 2003). Seu clima típico é o equatorial úmido, com temperaturas variando entre 22° e 28° C e possuindo uma precipitação média anual de 3.300mm, mas na fronteira entre Brasil, Colômbia e Venezuela, a precipitação anual média pode chegar a 3.500mm (COSTA, 2019). Suas condições típicas envolvem uma fortíssima incidência de energia solar, abastecimento quase permanente de ar úmido, acarretando na forte precipitação, e ausência de estações secas definidas na maior parte de seus subespaços regionais.

Esse bioma ocupa uma área de quase 7 milhões de quilômetros quadrados, ocorrendo em nove países. Abrigando mais de 40.000 espécies de plantas, 3000 espécies de peixes, 1300 espécies de aves e 400 espécies de mamífero, ela também concentra 1/5 de toda a água doce do planeta em seus rios (THE NATURE CONSERVANCY, 2023).

A vegetação está diretamente relacionada com a composição do clima, graças à evapotranspiração. Segundo Nobre (2014), quase 90% da água atmosférica oriunda dos continentes é devido à evapotranspiração, pois as árvores atuam como estações elevatórias que bombeiam água para a atmosfera, retornando como chuva. A grande umidade característica em relação ao seu tamanho, como a maior floresta tropical do mundo contribui para esse fenômeno com tanto impacto, em cada país onde está presente, que ela é considerada um grande “resfriador” atmosférico (IBF, 2020).

As principais mudanças ocorridas no bioma, principalmente no Brasil, são devidas à expansão da fronteira agrícola, baseada em monoculturas, construção de estradas e projetos de colonização, em decorrência das políticas de ocupação dos governos militares na década de 1960, a partir do qual tais mudanças passaram a ser promovidas (ESCADA et al. 2023).

3.4 Mata ciliar

De acordo com a denominação de Ribeiro & Walter (1998) a mata ciliar é uma formação vegetal que acompanha rios de grande e médio, em que as árvores não formam matas de galeria, caracterizando-se por:

- Ser estreita em ambas as margens, com a largura em cada margem sendo proporcional à do leito do rio, tendo a largura maior em áreas mais planas, dificilmente ultrapassando os 100m de largura em cada;

- Ocorrer geralmente em terrenos acidentados;
- Possuir diferentes graus de caducifólia na estação seca, o que a diferencia da mata de galeria, que é perenifólia;
- Ocorrer em solos rasos como cambissolos, plintossolos ou litólicos, profundos como latossolos e podzólicos ou ainda em solos aluviais.
- Camada de serapilheira menos profunda que a das matas de galeria;
- Árvores predominantemente eretas, de 20 a 25m de altura, alguns com 30m, tipicamente caducifólias, com algumas sempre-verdes, dando a ela um aspecto semidecíduo;
- Possuir uma cobertura arbórea de 90% na estação chuvosa, podendo ser inferior a 50% na estação seca em alguns trechos;
- Desenvolver-se ao lado do leito de rios, em locais sujeitos a grandes enchentes (RIBEIRO & WALTER, 1998).

No Artigo 2º da Lei 4771 de 1965, as matas ciliares são protegidas como Áreas de Preservação Permanente, já que envolvem a vegetação no entorno de rios, lagoas, nascentes e reservatórios. A largura mínima para a vegetação de entorno varia conforme a largura do curso d'água, variando de 30 a 600m. A largura mínima deve ser de 50m para nascentes.

De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (2000), há certos objetivos que devem ser cumpridos para a área protegida cumprir o seu papel na conservação da natureza, como: contribuir para a manutenção da biodiversidade e recursos genéticos no território e águas nacionais, contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais, proteger espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional, proteger as paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica, proteger, restaurar e recuperar ecossistemas degradados, entre outros objetivos.

Segundo Botelho e Davide (2002), a projeção da largura das faixas de vegetação ciliar a serem protegidas e/ou recuperadas devem englobar os ambientes tidos como "mésicos", ou seja, aqueles que estão fora das zonas de alagamento e/ou inundação e que apresentam maior grupo de espécies de distribuição mais ampla, também ocorrendo nas florestas de encostas. Esses remanescentes vão contribuir para o planejamento da recomposição da mata ciliar e para identificação de áreas prioritárias para recuperação, contribuindo efetivamente para o sucesso do programa (BOTELHO & DAVIDE, 2002).

3.5 Recuperação de Áreas Degradadas (RAD)

A recuperação de uma área que teve seu equilíbrio afetado e perdeu parte de suas características é um processo que envolve estudos e coleta de informações

referentes ao local. Os impactos negativos provocados em qualquer porção de uma bacia hidrográfica podem inferir na quantidade e qualidade da água e, dependendo do impacto, formas ou alternativas diferentes de manejo deverão ser implantadas visando à melhoria do ambiente (DIAS, et al. 2017).

Estudos fitogeográficos determinam as condições em que a vegetação local se desenvolve em relação a região em que se encontram. Muitas vezes a vegetação arbórea ocupa uma estreita faixa próxima ao afloramento do lençol e é logo substituída por vegetação do campo, principalmente nas porções mais altas do relevo, sendo extremamente dependente da água da nascente (BOTELHO & DAVIDE, 2002).

O processo de restauração também envolve um âmbito político e social. De acordo com o artigo 1º da lei nº 8528 de 07 de dezembro de 2006, a política florestal e a política de proteção à biodiversidade compreendem as ações empreendidas pelo poder público para o uso sustentável dos recursos naturais, e para a conservação do meio ambiente ecologicamente equilibrado, essencial à sadia qualidade de vida.

De acordo com o artigo 1º da lei nº 10374 de 15/12/2015, da legislação do Maranhão, ficam instituídas as diretrizes para o Programa de Identificação, Catalogação, Recuperação e Preservação de Nascentes de Água dos Rios, Riachos; Ribeirão, Córregos, no âmbito do Estado do Maranhão para instrumentalizar programas, planos e projetos, com objetivos de identificação e localização, através de levantamento cartográfico em escala compatível com a gestão de nascentes de água existentes no Estado, demarcação das áreas da nascente, adoção de medidas para conscientização da população local em relação à importância da sua preservação, recuperação da mata ciliar e manutenção das condições sanitárias dos núcleos urbanos e rurais (MARANHÃO, 2015).

Por meio da legislação há um entendimento de como deve ser feita a preservação e o que cada área exige. Mas além das análises ambientais, também se faz necessária a educação ambiental, que deve ser um processo educativo, permanente e contínuo nos dias atuais, com o objetivo de apontar caminhos para a manutenção dos recursos naturais e a qualidade de vida da população (SPIRONELLO et al, 2012).

A interação das funções ambientais, mecanismos bióticos e abióticos, não pode ter a ação antrópica desconsiderada, pois o ser humano depende do meio em que vive. Enxergar uma paisagem é como enxergar um mundo, ou universo em miniatura,

sendo importante saber lê-la, compreendê-la, associá-la à qualidade de vida e também à saúde dos ecossistemas, naturais ou artificiais (EMÍDIO, 2017).

3.6 Técnicas e legislação para recuperação de uma nascente

Conforme o artigo 4 da lei 12.651/2012, as áreas de preservação permanente estão localizadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água; ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios de água naturais ou artificiais; nas nascentes; no topo de morros, montes, montanhas e serras; nas encostas ou partes delas; nas restingas como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues. Isso estabelece que não é permitido fazer uso dos recursos naturais nessas áreas devido ao alto impacto que podem gerar, salvo em casos de utilidade pública ou interesse social ou de baixo impacto (BRASIL, 2012).

De acordo com Fernandes & Silva (1994), cada bacia se interliga a outra, constituindo uma ordem hierárquica em relação à última, que é chamada de sub-bacia. No programa do processo de recuperação é feita uma análise dos elementos bióticos e abióticos da sub-bacia, analisando o ambiente que ela ocupa, corpos hídricos conectados a ela (rios, lagos, lagoas, entre outros).

A Lei ordinária nº 8.528 de 2006 dispõe sobre a política florestal e de proteção à biodiversidade no Estado do Maranhão e, na seção II trata das áreas de preservação permanente, especificando as nascentes no artigo 11. Mas também deve haver o auxílio da população local tanto para garantir como manter a área preservada (MARANHÃO, 2006).

3.6.1 Semeadura direta

São usadas mudas de diferentes espécies sucessionais, pois as técnicas mais comuns seguem o conceito de sucessão secundária. Essa técnica é bem empregada em países de clima temperado, obtendo melhores resultados em ecossistemas de pequeno e médio porte, e por isso é pouco empregada em ecossistemas tropicais, segundo Winsa e Bergsten (1994).

A semeadura direta em pontos, é a mais adequada, permitindo maior controle sobre a densidade do povoamento. Pode ser realizada com poucas ferramentas e em locais de difícil acesso ou onde o preparo do solo é impraticável, por diversas razões.

(MATTEI, 1997). As sementes passam por métodos de quebra de dormência para aumentar as chances de germinação, como a escarificação. Ainda segundo Mattei (1997), para evitar a perda de sementes durante a germinação e mudas é usada uma proteção física que impede que elas sejam aterradas pelo solo durante as chuvas.

3.6.2 Plantio de mudas

Em um ambiente total ou parcialmente destruído, essa técnica tem grande eficácia em promover uma autorregeneração, uma vez que fornecem uma rápida cobertura de solo. Porém, há dificuldades na aplicação dessa técnica no bioma Cerrado, pois nas matas ciliares, o solo tende a ter um pH ácido e ser encharcado, com uma má drenagem, dificultando para que as mudas plantadas se estabeleçam (DURIGAN & SILVEIRA, 1999).

Entre seus cuidados, está a necessidade de usar espécies pioneiras no início da sucessão vegetal, pois são mais tolerantes e seu desenvolvimento leva à criação um ambiente mais propício para as espécies secundárias iniciais, não só aumentando a cobertura do solo, mas também a camada de serapilheira e húmus no solo, assim a recuperação natural tende a prosseguir (RIBEIRO, 2012).

3.6.3 Regeneração Natural

É o método mais barato, uma vez que consiste em deixar que a floresta se regenere com poucas interferências, usando pouca mão-de-obra e insumos. Ocorrendo através da brotação dos tocos, raízes e germinação das sementes, ela vai depender das árvores produtoras de sementes no local, sendo necessário conhecer os animais que normalmente consomem essas sementes, o seu vigor e taxa de germinação (BOTELHO, 2003).

O processo de recuperação da área tende a ser mais lento, já que dependerá da sucessão florestal e da taxa de crescimento da população, bem como da disponibilidade do banco de sementes. Em áreas perturbadas, que perderam apenas parte da sua biomassa e cujas fontes de regeneração ainda são encontradas, a recuperação é facilitada do que em áreas degradadas, aquelas que perderam toda a sua biomassa (SAMPAIO, 2006). Em áreas degradadas, dominadas por capim exótico, como, por exemplo, as braquiárias em torno da nascente, a regeneração se

mostra lenta, incipiente e limitada, quando comparada à regeneração sob dossel florestal, o que mostra que a regeneração natural, como método exclusivo de restauração não deve ser aplicada nesse caso (SOUZA et al, 2012).

No estudo realizado por Alvarenga et al. (2006), avaliando a eficiência da regeneração natural como método específico na mata ciliar de nascentes no sul de Minas Gerais, foi constatado que esse método possui grande eficiência na regeneração, de maneira que as espécies que mais se destacam como colonizadoras em áreas alteradas pertencem ao grupo ecológico das pioneiras e as espécies clímax exigentes de luz solar.

3.7 Diagnóstico de impacto em nascentes

Segundo o artigo 6º dessa resolução, o estudo de impacto ambiental deve abordar as seguintes atividades técnicas: diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, com a descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações; meio físico; meio biológico e ecossistemas naturais; meio socioeconômico; análise dos impactos ambientais do projeto, juntamente com alternativas para lidar com eles, magnitude e interpretação dos impactos mais prováveis e relevantes; definição de medidas mitigadoras dos impactos e elaboração de um programa de acompanhamento e monitoramento, indicando fatores a serem considerados.

Segundo Rodrigues, Malafaia & Castro (2008), diferentes parâmetros são considerados no diagnóstico para contemplar a dimensão dos problemas existentes; como espécies exóticas e resíduos orgânicos ou inorgânicos (lixo); mas, apesar desses parâmetros serem relevantes em um estudo e monitoramento de ecossistemas fluviais, caso sejam analisados isoladamente, isso pode desqualificar a real magnitude dos danos causados ao ecossistema aquático.

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) surgiu como um dos primeiros instrumentos de identificação e avaliação das consequências das ações humanas no meio ambiente, buscando evitar consequências irremediáveis, atuando antes da tomada de decisões, afim de fornecer as informações necessárias para uma operação ambientalmente segura (TEEB, 2010).

Porém, o tratamento dado à biodiversidade pela AIA não tem sido consistente, sendo sugerida uma estrutura consistente com os objetivos e instrumentos da Conservação sobre Diversidade Biológica (SCBD; NCEA 2006). Por conta disso,

surgiu um conjunto de abordagens que traziam diferentes focos para a AIA, com a maior parte baseada nos princípios do mesmo, relativos ao processo proativo, antes da tomada de decisão (TEEB, 2010).

Essas novas abordagens trabalhavam impactos sociais, à saúde e biodiversidade. Surgiu então a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), que discute os projetos de forma estratégica antes do seu início, sendo mais efetiva por considerar opções alternativas, pesando e discutindo os riscos e as oportunidades apresentadas (PARTIDÁRIO, 2007). O princípio 17 da Declaração do Rio (1992) mostra a AIA como um componente importante para o desenvolvimento sustentável.

Diferentes metodologias são abordadas na AIA, tendo em vista que não existe um método que possa ser aplicada em todo tipo de caso, visto que cada empreendimento e ambiente é único, possuindo suas próprias peculiaridades, fazendo ser indispensável à adaptação ou junção entre duas ou mais metodologias (REIS, 2022). Gomes (2015) destaca metodologias de avaliação de nascentes como sendo as mais utilizadas: o método espontâneo (*Ad-hoc*), redes de interação (*networks*), modelos de simulação, superposição de cartas, listagem de controles (*check list*), matrizes de interação, dentre outras, e a combinação delas no estudo pode levar a uma análise mais precisa.

3.7.1 Método espontâneo (*Ad-hoc*)

A expressão “*Ad-hoc*” vem do latim e significa “para isto”, “para este fim”. Consiste, segundo Santos (2010), em um método clássico onde baseado em reuniões de técnicos e cientistas de especialidades escolhidas com base nas características e localização do projeto a ser analisado, se reunindo para discutir os dados e organizá-los em tabelas, geralmente, quando há poucos dados e quando são apresentados em tabelas ou matrizes (D’AQUINO; MORAES, 2016). É usado para atividades pré-definidas, buscando mostrar informações para escolha dos processos que serão usados nos estudos, podendo usar questionários para que os membros do grupo conheçam as ideias de todos, e as que não chegarem em um consenso são tabeladas como tais (SANTOS, 2010).

3.7.2 Redes de interação (*Networks*)

Diferencia as conexões entre os efeitos ambientais, servindo para destacar aqueles que forem de origem antrópica, criando uma cadeia de eventos da sua origem até suas consequências, pois os componentes ambientais estão interligados, formando uma rede por meio do reconhecimento de aspectos, onde se dividem em diversos fatores que conseguem gerar os primeiros impactos ambientais (JESUS et al., 2021). A ordem dos eventos pode ser computadorizada e usada para mostrar tendências, a desvantagem é que ele funciona bem para identificar as causas indiretas, mas falha ao não apresentar a importância relativa dos impactos notados, precisando de outros métodos para complementar essa parte (MEDEIROS, 2010).

3.7.3 Modelos de simulação

Faz uso de computadores, inteligência artificial (IA) e modelos matemáticos, a fim de criar um diagnóstico e prognóstico para identificar as particularidades ambientais da área de influência do projeto em análise e que possa ser aplicado nas demais etapas do projeto (REIS, 2022). Porém, esse sistema toma muito tempo e trabalha com inúmeras variáveis, além disso, costuma haver dificuldade de interlocução e compreensão do público, pois as informações geradas costumam ser bastante complexas, o que acarretará ideias imperfeitas e distorcidas para deliberações futuras (CREMONEZ et al., 2014).

3.7.4 Superposição de cartas (*Overlay Mapping*)

Método comum na AIA que se baseia na construção de mapas ou cartas para apresentar e categorizar os fatores ambientais em relação à área de influência do projeto, como clima, geografia, hidrologia, solo, flora, fauna e uso do solo, podendo ser usado sombreamento, onde as áreas mais escuras mostram os fatores mais favoráveis a cada atividade (ABSY, 1995).

3.7.5 Listagem de controles (*Check List*)

Consiste na enumeração e identificação dos fatores ambientais e seus impactos mais relevantes a partir de um diagnóstico ambiental, enquanto as matrizes de interação complementam a *check list* (GOMES, 2015). Isso permite cruzar

informações e identificar a causa dos impactos e suas repercussões. Segundo D'Aquino e Moraes (2016), no processo da AIA são usados questionários para avaliar as atividades ou empreendimentos, sendo divididos em quatro grupos:

- a) Simples: lista de parâmetros com base na literatura e experiência dos profissionais;
- b) Descritivo: inclui aspectos e instruções ambientais de como medir as informações;
- c) Escalar: inclui aspectos, instruções e dados subjetivos dos aspectos, sendo como o descritivo, porém, mais detalhado, com mais informações sobre o dimensionamento subjetivo dos parâmetros
- d) Escalar Ponderado: tem a adição de informações para a avaliação subjetiva de cada parâmetro em relação a todos os outros parâmetros.

3.7.6 Matrizes de interações

É uma metodologia simples que consiste, segundo Cremonez et al. (2014), no controle bidimensional onde são relacionados os aspectos e impactos ambientais, suprimindo a falta de informações do método *check list*, enquanto identifica os impactos diretos e permite conhecer os danos e fatores mais relevantes. Ela possibilita comparar diversas alternativas de intervenção, abrangendo os meios físico, biótico e socioeconômico (D'AQUINO; MORAES, 2016). Sua desvantagem é tornar a relação de magnitude subjetiva, não identificando os impactos indiretos e características temporais, assim como a impossibilidade de projeções futuras (SANCHES, 2020).

3.8 Custos de Restauração de uma Nascente

Em uma operação de restauração, os principais custos são com os materiais necessários a cada operação e com os profissionais que atuarão no projeto, bem como atribuir os benefícios que isso terá para a população local. As estratégias de restauração das matas ciliares e de nascentes devem ser vistas num contexto de paisagem, considerando aspectos ecológicos, sociais e culturais (GIACOMINI, 2016).

O engenheiro florestal é responsável pela elaboração do diagnóstico ambiental, que envolverá visitas periódicas e diferentes métodos de mapeamento e análise, como satélite, drones, observação e medição em campo, e pelo plano de recuperação

de áreas degradadas. Os auxiliares de silvicultura, técnico e engenheiro florestal recebem um salário mínimo ao mês, ao longo da duração e supervisão do projeto.

Com a análise dos impactos no local e mensuração da área, são calculados os insumos, materiais, instrumentos e equipamentos de segurança. A escolha das técnicas de restauração atribui vantagens no orçamento. No trabalho de Queiroz (2018), percebe-se que a regeneração natural assistida atualmente é a mais eficiente, economicamente, para o projeto de restauração, economizando em mais de 95% em comparação ao plantio de mudas e em até 88,7% em relação à semeadura direta.

3.9 Parque Ecológico

“Parque é uma Unidade de Conservação (UC) de uso sustentável que tem como objetivo conservar amostras dos ecossistemas naturais, propiciar a recuperação dos recursos hídricos e recuperar áreas degradadas, promovendo sua revegetação com espécies nativas” (BRASÍLIA, 2020). A constituição dessa unidade é feita de modo a conciliar o interesse ecológico com o aproveitamento social e cultural da região, ao mesmo tempo que fornece atividades de lazer e recreação em convívio com o meio ambiente.

A pesquisa científica dependeu da autorização prévia do órgão responsável pela administração da unidade, devido está sujeita às condições e restrições estabelecidas, bem como aquelas previstas em regulamento (Infraestrutura do Meio Ambiente). O Decreto 36.831 de 02 de julho de 2021, altera o decreto nº 36.748 de 21 de maio de 2021 que declarou de utilidade pública, para fins de desapropriação da área destinada à construção de Parque Ambiental em Açailândia/MA. Foram desapropriados 09 lotes totalizando uma área de 123.268,78 m² (MARANHÃO, 2021). A figura 1 demonstra a organização dos lotes na área de construção do Parque Ambiental.

Figura 1 - Área desapropriada para a construção do Parque Ambiental de Açailândia



Fonte: Anexo do Decreto 36.831 de 02 de julho de 2021, Maranhão, 2021.

4 METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na nascente Glória, que está situada no Parque Ambiental de Açailândia. São 123.268,78 m², composto por 9 lotes diferentes, localizado dentro de perímetro urbano do Município de Açailândia, às margens da Lagoa conhecida por "Lagoa do Joaquim" (4°57'27.5"S 47°29'04.3"W), Av. José de Alencar, Av. Rafael Almeida e áreas adjacentes, fazendo delimitação ao Sul como bairro Ouro Verde, ao Leste com o bairro Parque da Lagoa e à Oeste com o Bairro Jardim de Aláh, no Município de Açailândia, Maranhão¹. O clima típico da região é tropical úmido (Aw), com um inverno seco e período chuvoso de novembro a maio, seguido de um período seco, de junho a outubro, com uma precipitação média anual de 1536 mm e temperatura média anual de 25.9° C, com a maior precipitação, de 306 mm, ocorrendo em Março (CLIMATE-DATA, 2013). Na observação, percebe-se que a área sem cobertura arbórea no raio de 50 metros apresenta um aspecto mais arenoso e vegetação pioneira, como mostra a figura 2.

¹ Fonte das informações: Decreto nº 36.831, de 2 de julho de 2021, governo do Estado do Maranhão.

Figura 2 - Vegetação pioneira se desenvolvendo na área mais próxima do corredor asfaltado



Fonte: Autor (2023).

A região apresenta vegetação florestal densa e fechada, com árvores variando entre 10, 12m ou mais, sendo caracterizada como floresta ombrófila densa. A figura 3 mostra o principal ponto de observação da nascente em relação à sua vegetação ciliar, sendo esse o ponto de maior proximidade com o corredor asfaltado do parque.

Figura 3 – Imagem de cima da nascente Glória, via *google maps*



Fonte: Captura da localização maps no local (2023)²

² <https://maps.google.com/maps/search/Lagoa%20A%C3%A7ail%C3%A2ndia/@-4.953897,-47.486225,17z?hl=pt-BR>

O parque foi criado como um investimento do Governo do Estado do Maranhão em parceria com a prefeitura de Açailândia, com uma área de 13 ha, servindo como área de lazer para a população. A área tratava-se de uma fazenda, a fazenda do Joaquim, como era chamada, o que também deu nome à Lagoa do Joaquim. O parque foi construído nas proximidades da lagoa, como mostrado na figura 4.

Figura 4 - Lagoa do Joaquim: Corpo hídrico abastecido pela Nascente Glória



Fonte: Autor (2023)

A área foi desapropriada e se tornou um ponto para a construção de um parque ecológico aberto ao público geral. Envolvendo a construção de estradas que passam por dentro de sua área, preservando a vegetação, mas deixando traços da mudança que não condizem com as normas de proteção de APP's (BRASIL, 2012).

4.2 Procedimentos Metodológicos

A nascente apresenta pouca mata ciliar, estando bastante exposta e tendo muita proximidade com o corredor asfaltado. Na sua beira foram deixadas toras de madeira cortadas, de quando estavam removendo árvores. Apresenta mudas de açaí recentes e buritizeiros no seu entorno. Observou-se *in loco* que a área no entorno da nascente apresenta uma topografia irregular, pois o relevo se torna mais declivoso a medida que se aproxima do afloramento. A área do corredor segue um trajeto que corta o limite de 50m da nascente, separando a área vegetal e deixando uma parte dela completamente exposta, com apenas algumas árvores no seu entorno.

Para determinar o grau com o qual a nascente foi afetada, será usada a metodologia empregada por Pinto et al. (2004), classificando as nascentes em:

- Preservada: quando seu raio de vegetação natural de entorno a partir do olho d'água for de 50m ou mais;
- Perturbada: quando o raio da vegetação natural de entorno for menor que 50m a partir do olho d'água, mas apresentando bom estado de conservação apesar de ocupada, seja por pastagem ou agricultura;
- Degradada: com alto grau de perturbação, muito pouca vegetação, solo compactado, presença de gado, erosões e voçorocas.

A principal perturbação observada é a presença do corredor asfaltado, que foi construído com grande proximidade da nascente e separando-a do resto da vegetação, que pode ser observada pelo outro lado do corredor. Para determinar os aspectos encontrados na avaliação, serão usados os parâmetros da metodologia de Gomes et al. (2005), avaliando:

1. Coloração aparente da água: em comparação com sua cor verdadeira após ser limpa sendo coletada com uso de recipiente transparente;
2. Odor da água;
3. Lixo no entorno;
4. Materiais flutuantes;
5. Espumas e Óleos na superfície da água;
6. Esgoto: sua fonte e proximidade com a nascente;
7. Vegetação: plantas nativas e mudas implantadas;
8. Uso por animais: vestígios de pegadas, fezes, partes do corpo (como penas) ou ossos;
9. Uso antrópico: focando na presença de estruturas construídas ao seu redor;
10. Residências: sua proximidade com a nascente;
11. Proteção: presença de barreiras naturais ou artificiais que protejam a nascente;
12. Identificação: uso de placas ou marcadores para indicar a presença da mesma;
13. Área de inserção: o tipo de local e se ele visa a preservação.

Cada parâmetro receberá uma pontuação de 1 a 3, onde 1 ponto indica o pior cenário de conservação, 2 pontos indicam um estado mediano e 3 pontos indicam a melhor conservação. O impacto será classificado baseado no somatório dos pontos

da observação macroscópica, usando as seguintes classes: Classe A (Ótima), com pontuação entre 37 e 39; Classe B (Boa), com pontuação entre 34 e 36; Classe C (Razoável), com pontuação entre 31 e 33; Classe D (Ruim), com pontuação entre 28 e 30; Classe E (Péssima), com pontuação inferior a 28.

A tabela 1 demonstra a organização dos parâmetros a serem listados e a pontuação atribuída a cada um. Foram realizadas duas visitas em um intervalo de 3 meses entre elas, de maneira que a observação e listagem dos parâmetros macroscópicos foi feita pelo método *check list*, tendo sido esse o mais adequado.

Tabela 1 - Parâmetros macroscópicos de diagnóstico ambiental de nascentes

Parâmetros macroscópicos	Pontuação		
	1	2	3
Interferência Direta			
Coloração	Escura	Clara	Transparente
Odor	Cheiro forte	Cheiro Fraco	Sem Cheiros
Material Flutuante	Muito	Pouco	Sem Material
Espuma	Muita	Pouca	Sem Espuma
Óleo	Muito	Pouco	Sem Óleos
Esgoto	Esgoto doméstico	Fluxo superficial	Sem Esgoto
Interferência Indireta			
Resíduos Sólidos	Muito	Pouco	Sem
Vegetação	Alta degradação	Baixa degradação	Preservada
Uso por animais	Presença	Apenas Marcas	Não detectado
Uso antrópico	Presença	Apenas Marcas	Não detectado
Proteção do local	Sem proteção	Com proteção (mas com acesso)	Com proteção (mas sem acesso)
Proximidade com construções	Menos de 50m	Entre 50 e 100m	Mais de 100m
Tipo de Área de Inserção	Ausente	Propriedade Privada	Parque ou área protegida

Fonte: Adaptado de Gomes et al. (2005) e Kuntz & Adami (2017).

A visualização de cima da área, feita por meio de imagens de satélite encontradas no site Google Earth, é mostrada na figura 5, demonstrando como é a estrutura do parque e a extensão do corredor.

Figura 5 - visualização aérea do parque ambiental



Fonte: Captura da localização do local no Google Earth (2023)

Por fim, foi calculado o custo presente da restauração considerando os custos com diagnóstico, projetos, implantação, monitoramentos e manutenção ao longo de 5 anos, utilizando dados de cotação (fórmula 01) e de rendimento operacional.

Fórmula 01

$$\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

$C_r =$

C_r = custo presente líquido das operações de restauração (US\$/área);

C_t = custo líquido total das atividades de restauração, no ano t , (US\$/área);

t = ano em que ocorre a atividade;

i = custo de oportunidade do capital (taxa de juro), 06,0i% a.a.).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Diagnóstico da nascente

A nascente é perene, com aspecto brejoso, tendo presença de macrófitas aquáticas emersas, no caso o Junco, e também com folhas flutuantes, sendo essas vitórias-régias, e folhas caídas cobrindo o seu perímetro, como mostra a figura 6. Ela se encontra perto de um terreno declivoso, tendo ficado a apenas 10m de distância do corredor. Havia a presença de uma ave se alimentando sobre as vitórias-régias, mas não foi possível fotografá-la ou identificá-la devido à distância.

Figura 6 - Nascente Glória em dois momentos de visitação



Nascente Glória em visita o em 25/03/2023

Fonte: Autor (2023)



Nascente Glória em visita o em 24/06/2023

A estrutura foi construída em torno da Lagoa do Joaquim, mas o afloramento que alimenta a Nascente Glória teve sua vegeta o de entorno transpassada pelo corredor asfaltado e fragmentada, exemplificado pela figura 7. O corredor se tornou um fator divisor que levou   descontinua o da mata ciliar, tornando-a fragmentada, separada em duas áreas de remanescentes, conforme a figura 4.

Figura 7 - Corredor asfaltado



Fonte: Autor (2023)

Quando ainda era uma fazenda, os moradores se banhavam na nascente, deixando lixo para trás. O lixo foi recolhido com a estruturação da APP, não havendo presença de resíduos sólidos ou materiais flutuantes, apenas as folhas caídas. Não há presença de esgoto doméstico, espuma ou óleos, além de não apresentar nenhum odor suspeito. O aspecto brejoso e da terra no fundo dão à água um tom mais turvo na sua superfície, não permitindo enxergar o fundo, mas ao ser retirada se mostra clara. Porém, há várias toras de árvores que foram derrubadas e empilhadas no entorno da nascente.

Uma grande porção de sua vegetação e entorno foi removida de maneira que a vegetação remanescente não chega ao raio de 50 m, estando muito reduzida, muito em decorrência da época em que era uma propriedade rural (Fazenda do Joaquim) e descontinuada pela presença do corredor asfaltado que a transpassa e separa, estando coberta por vegetação arbórea em apenas uma parte, enquanto a área desprotegida apresenta no seu entorno uma vegetação rasteira, composta principalmente por gramíneas, podendo ser visto na figura 8, que mostra como essa região ficou aberta.

Figura 8 - Visão da parte mais exposta da Nascente Glória



Fonte: Autor (2023)

Durante uma visita de alunos das escolas locais ao Parque Ambiental de Açailândia, em 2022, organizada com a participação da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, foram plantadas mudas de açaí e buriti no entorno da nascente. As mudas plantadas ainda estão em fase desenvolvimento, conforme a figura 9, enquanto que as demais espécies arbóreas em torno da nascente possuem alturas de mais de 10m. A mangueira é uma espécie exótica no local, não sendo possível saber sua origem ou o que a levou a germinar no local.

Figura 9- Vegetação no entorno da Nascente Glória



Açaí

Manga

Jenipapo

Fonte: Autor (2023)

A Nascente Glória se encontra exposta nessa área, tendo apenas algumas árvores remanescentes, como *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Jamelão), comum na região nordeste, no bioma Cerrado, e *Riodocea pulcherrima* Delprete (Jenipapo), comum no bioma amazônico, as duas são comuns no estado do Maranhão, e outras que foram plantadas como mudas (principalmente Açaí e Buriti) no seu entorno por estudantes do Instituto Federal do Maranhão e Escola Municipal Sarah Kubitscheck, com a participação da SEMMA (Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Açailândia-MA) em 2022.

De acordo com a classificação de Gomes et al. (2005), ela se encontra com uma preservação boa (classe B), com 34 pontos na soma dos parâmetros observados e marcados na observação em campo da nascente, representados na tabela 2, tendo uma barreira natural muito afetada pela construção do corredor asfaltado, a figura 10 demonstra a presença e proximidade do corredor com a nascente.

Tabela 2 - Marcação e pontuação dos parâmetros observados

Parâmetros macroscópicos	Pontuação		
	1	2	3
Interferência Direta			
Coloração	Escura	Clara	Transparente
Odor	Cheiro forte	Cheiro Fraco	Sem Cheiros
Material Flutuante	Muito	Pouco	Sem Material
Espuma	Muita	Pouca	Sem Espuma
Óleo	Muito	Pouco	Sem Óleos
Esgoto	Esgoto doméstico	Fluxo superficial	Sem Esgoto
Interferência Indireta			
Resíduos Sólidos	Muito	Pouco	Sem
Vegetação	Alta degradação	Baixa degradação	Preservada
Uso por animais	Presença	Apenas Marcas	Não detectado
Uso antrópico	Presença	Apenas Marcas	Não detectado
Proteção do local	Sem proteção	Com proteção (mas com acesso)	Com proteção (mas sem acesso)
Proximidade com construções	Menos de 50m	Entre 50 e 100m	Mais de 100m
Tipo de Área de Inserção	Ausente	Propriedade Privada	Parque ou área protegida

Fonte: Autor (2023), adaptado de Gomes et al. (2005) e Kuntz & Adami (2017).

Porém, essa área não pode ser enquadrada na categoria de preservada, uma vez que o fato da classificação “preservada” está associado ao respeito do raio de

50m no entorno das nascentes, que devem ter vegetação nativa, conforme a definição de Kuntz e Adami (2017). A observação macroscópica implica que a maior ameaça é a proximidade com o corredor asfaltado, que resultou na perda de sua mata ciliar e sua consequente fragmentação, na figura 10 pode ser observada a proximidade do corredor com a parte exposta da nascente.

Figura 10 - Visão da parte exposta da Nascente Glória em relação ao corredor asfaltado



Fonte: Autor (2023)

O corredor se tornou um fator divisor que levou à descontinuação da mata ciliar, tornando-a fragmentada, separada em duas áreas de remanescentes. No projeto do corredor asfaltado, foi criado um canal para conduzir a água do afloramento para o outro lado, ou seja, para a vegetação separada, como mostrado na figura 11.

Figura 11- Canal construído para passagem da água do afloramento



Fonte: Autor (2023)

Com o uso da metodologia de Gomes et al. (2005), foram analisados os principais parâmetros necessários para classificar a estabilidade e nível de preservação em que a nascente se encontra. A definição de Pinto et al. (2004), que analisa o grau de perturbação em função da vegetação de entorno dentro do raio de 50 m e as condições do solo, demonstrou que a Nascente Glória se encontra como perturbada, pois mesmo estando em bom estado de conservação, sua vegetação no seu entorno não alcança 50m, com sinais de pastagens, o que veio da época em que era uma fazenda e, apesar de não possuir presença de animais ou pessoas e não ter seu solo compactado, ela teve sua mata ciliar suprimida e se encontra muito próxima do asfalto.

Neste trabalho foram analisados os componentes macroscópicos observáveis por meio de visitas no parque ambiental de Açailândia, com base nas características ambientais do estado do Maranhão e dos biomas Cerrado e Amazônico, clima, solo e a questão da inserção dessa APP em uma área protegida, na qual o acesso a ela é restrito ao público geral que virá a frequentar o parque.

O estudo também permitiu entender que, por conta da apropriação da propriedade rural pelo estado, foi possível lidar com os danos causados pelo uso das pessoas da comunidade que frequentavam a nascente, principalmente em relação ao lixo, mas ainda há problemas presentes que não receberam atenção, como mostra a figura 12. As toras foram deixadas às margens da nascente como resíduo, provavelmente durante a época em que era uma fazenda ou durante a terraplanagem feita na construção do parque, e sua presença é um obstáculo ao processo de restauração, visto que foram deixadas às margens da nascente.

Figura 12 - Toras de madeiras cortadas e empilhadas ao redor da nascente



Fonte: Autor (2023)

5.2 Plano de Restauração

5.2.1 Procedimentos de implantação da restauração

Diante do grau de perturbação observado na APP, como previsto pela lei de proteção a nascentes, é necessária a implementação de um plano de restauração. Para sua recuperação serão escolhidas espécies com características dendrológicas adequadas para a recomposição da mata ciliar, em espaçamento e arranjo revisado em literatura. A época ideal para o plantio será no início do período chuvoso, no caso do município de Açailândia, será no mês de novembro.

A parte mais exposta da nascente tem grande presença de gramíneas e vegetação rasteira, devendo ser feita uma avaliação de cada espécie presente para determinar se ameaçam o plantio de árvores. Segundo Santana et al. (2022) o uso de capinas periódicas e coroamento pode servir como mecanismo de controle para preservar as mudas, de maneira que o coroamento servirá para proteger a muda de gramíneas e melhorar seu crescimento até certo ponto.

A presença de fragmentos florestais remanescentes contribui para elevar o potencial de regeneração natural. Ainda segundo Santana et al. (2022), uma das técnicas que pode ser usada nesse caso é o adensamento, que faz uso de mudas de espécies arbustivas e arbóreas para “preencher” locais vazios ou de pouca densidade de indivíduos, acelerando o processo de regeneração nessas áreas. Na visão de Brancalion et al. (2013) os fragmentos remanescentes ocorrentes na paisagem regional fornecem informações importantes a respeito dos níveis de degradação e fatores de distúrbio aos quais os ecossistemas foram submetidos historicamente.

Essas informações definem as espécies mais adequadas e a inclusão desses fragmentos aumenta as chances de restauração, preparando a mesma para os distúrbios comuns na região, já que não são possíveis de serem previstos. O recomendado é um plantio com mudas em espaçamento de 2 x 3m com as espécies locais ou de acordo com sites oficiais.

Na observação da vegetação foi percebida a presença da espécie Imbaúba (*Cecropia pachystachya* Trecúl), que se desenvolve com grande eficiência em solos encharcados e regiões brejosas, sendo uma espécie secundária que estabelece entre as primeiras espécies em áreas degradadas e clareiras naturais, servindo também

como alimento para inúmeras espécies animais (CHONG et al., 2017, apud MALLMANN et al., 2018).

Além dessas, no entorno da nascente já foram plantadas mudas de açaí e buriti, que podem servir de referência para o projeto de restauração. Ainda, é possível utilizar as toras de madeira deixadas na margem da nascente, para criar uma nucleação, afim de aumentar a circulação de aves e outros animais dispersores de sementes. As toras podem ser usadas no método de transposição de galharia, que vai consistir no acúmulo de galhos, tocos, resíduos florestais e/ou agrícolas para criação de aglomerados, que por sua vez vão servir como local repouso, nidificação e alimentação, já que poderá atrair cupins, formigas e outros tipos de insetos (SÃO PAULO, 2010).

Para o processo de recuperação será usada a metodologia de Rodrigues et al. (2000), que demonstra os procedimentos básicos para sua realização, mostrados na tabela 3, em ordem de atividade, e o período a ser estabelecido para o plano de plantio e manutenção preventiva, que será de 60 meses, para estabelecer o monitoramento da regeneração natural. O monitoramento se iniciará logo nos primeiros meses de plantio para evitar mortalidade, prever replantio e principalmente os tratos silviculturais necessários, denominados manutenções.

Tabela 3 - Procedimentos para implantação de restauração da nascente baseado na literatura

Ordem cronológica	Atividade	Finalidade	Descrição
1	Roçada seletiva	Matocompetição	Usada para eliminar plantas competidoras, principalmente em relação à matocompetição, deixando as espécies nativas provenientes do processo da regeneração natural e do plantio das mudas de açaí e buriti.
2	Combate inicial a formigas cortadeiras	Formigas dos gêneros <i>Atta</i> e <i>Acromyrmex</i>	Em se tratando de projetos de reflorestamento em uma zona tropical, as formigas cortadeiras, principalmente dos gêneros <i>Acromyrmex</i> e <i>Atta</i> , representam um grande impedimento para o desenvolvimento das plântulas. Será realizado um monitoramento e observação da área, principalmente por caminhamento para localizar seus ninhos e serão usadas iscas em forma de grânulo para diminuir ao máximo a sua população, sendo feito como procedimento pré-plantio.
3	Demarcação de covas	Local apropriado para implantação de mudas	Localização e marcação do local de abertura das covas. Elas terão um espaçamento de 2m na linha e 3m entre as linhas, para respeitar suas copas (MOREIRA et al. 2019).

Tabela 3 - Procedimentos para implantação de restauração da nascente baseado na literatura

Ordem cronológica	Atividade	Finalidade	Descrição
4	Coroamento	Matocompetição	Uso de uma capa ao redor da muda (coroa) com raio de 50cm para remover ou controlar a vegetação ao seu redor, evitando a matocompetição.
5	Abertura de covas	Largura e profundidade de implantação	Serão cavadas covas de 30cm de profundidade e 25cm de largura.
6	Correção do solo	Acidez do solo	Correção do pH do solo com aplicação de 200g de calcário por cova. Dependendo da análise prévia do solo
7	Adubação de base	Baixa fertilidade	Será usado o adubo de formulação 4-14-8 + micronutrientes, aplicando uma dose de 150g por cova, misturado com a terra removida na abertura da cova. Dependendo da análise prévia do solo.
8	Aplicação de hidrogel	Aproveitamento de água	Servirá para aumentar a absorção de nutrientes pelas raízes, principalmente água, aumentando o rendimento do uso de água no projeto. Serão aplicadas 4 camadas (0,8 litros) de hidrogel hidratado por cova, durante o plantio.
9	Plantio de mudas	Modo adequado de implantação	As mudas serão produzidas com tubetes ou sacos plásticos, que facilitarão sua aplicação, sendo plantadas manualmente.
10	Tutoramento	Inclinação do caule	Uso de piquetes de 60cm para guiar o crescimento das mudas.

Fonte: Autor (2023), modificado de Almeida (2016).

Para o isolamento da área, não terá a necessidade de cercamento por meio de estacas, pois o perímetro que será trabalhado no projeto já será delimitado pela área do parque e não há presença de ruminantes. Os insumos básicos necessários são mostrados na tabela 4, os quais serão usados na implantação, replantio e demais manutenções. A manutenção será feita quatro vezes, duas no ano 0 e duas no ano 1, a partir do ano 2, já é esperado estabelecimento da regeneração natural.

Com o decorrer do tempo, poderão ser perdidas mudas por fatores ambientais ou de algum tipo de interferência, chegando em média a uma perda de 20% do total de mudas implantadas. Isso equivale a 174 mudas, e essa quantidade deverá ser repostas no replantio, durante a manutenção, entre outras manutenções, conforme as tabelas 5, 6, 7 e 8. A tabela 4 representa os materiais necessários para a implantação no ano 0, ou seja, o ano de preparação do local para receber as mudas, iniciando o combate a formigas cortadeiras, adubação e aplicação de calcário. Tutores e barbantes serão comprados na mesma proporção da quantidade de mudas, um para cada.

Tabela 4 - Insumos para implantação ano 0

Implantação - ano 0									
Insumo	Quantidade	Métrica	Quantidade para implantação	Quantidade para replantio	Métrica	Quantidade	Métrica	Total	Métrica
Calcário	200g/cova*870 mudas	0,2	870	174	Kg	25	Kg	6,96	sacos de 25 kg
NPK	150g/cova*870 mudas	0,15	870	130,5	Kg	50	Kg	2,61	sacos de 50 Kg
Gel	20g/cova*870 mudas	0,02	870	17,4	kg	20	kg	0,87	balde de 20 kg
Mudas	870 mudas	1	870	870	mudas	1	mudas	870	mudas
Barbante	25cm/muda (870)	0,25	870	217,5	metros	250	metros	0,87	rolo de 250m
Tutores	1 tutor/planta	1	870	870	tutores	120	tutores	7,25	pacotes de tutor
isca formicida	1,0 grama/m2	1	5230	5230	gramas	5000	gramas	1,046	Kg/isca
Combustível +óleo 2t	1,5 litro/há	1,5	5,23	7,845	litros	1	litro	7,845	litros

Fonte: Autor (2023)

Após o plantio, será iniciada a manutenção preventiva para manter as condições ideais ao projeto. Na tabela 5, novas aplicações de calcário, adubo e iscas formicidas serão feitas. Depois de 3 meses após o plantio, é esperada uma perda de 20% das mudas, sendo necessário repor a quantidade perdida, que serão cerca 174 mudas. Será feita então a primeira manutenção, ocorrendo em fevereiro do ano 0.

Tabela 5 – Tratos silviculturais - Primeira Manutenção ano 0

Tratos silviculturais - Primeira Manutenção ano 0									
Insumo	Quantidade	Métrica	Numero	Quantidade	Métrica	Embalagem	Métrica	Total	Métrica
Calcário	200g/cova*174 mudas	0,2	174	34,8	Kg	25	Kg	1,392	sacos de 25 kg
NPK cova	150g/cova*174 mudas	0,15	174	26,1	Kg	50	Kg	0,522	sacos de 50 Kg
NPK cobertura	100g/cova* 696 mudas	0,1	696	69,6	Kg	50	Kg	1,392	sacos de 50 Kg
Gel	20g/cova*174 mudas	0,02	174	3,48	1kg	5	kg	0,696	balde de 5 kg
Mudas	174 mudas	1	174	174	mudas	1	mudas	174	mudas
Barbante	25cm/muda (174)	0,25	174	43,5	metros	100	metros	0,435	rolo de 100m
Tutores	1 tutor/planta	1	174	174	tutores	120	tutores	1,45	pacotes de tutor
isca formicida	1,0 grama/m2	1	2615	2615	gramas	5000	gramas	0,523	Kg/isca

Fonte: Autor (2023)

Novas manutenções ocorrerão no decorrer do projeto. Na segunda manutenção, em Maio do ano 0, conforme a tabela 6, será feito o mesmo procedimento da primeira. Note que agora é considerado o combustível necessário para os veículos de transporte de insumos.

Tabela 6 – Tratos silviculturais - Segunda Manutenção ano 0

Tratos silviculturais - Segunda Manutenção ano 0									
Insumo	Quantidade	Métrica	Numero	Quantidade	Métrica	Embalagem	Métrica	Total	Métrica
Calcário	200g/cova*174 mudas	0,2	0	0	Kg	25	Kg	0	sacos de 25 kg
NPK	150g/cova*174 mudas	0,15	0	0	Kg	50	Kg	0	sacos de 50 Kg
Gel	20g/cova*174 mudas	0,02	870	17,4	1kg	20	Kg	0,87	balde de 5 kg
Mudas	174 mudas	1	0	0	mudas	1	mudas	0	mudas
Barbante	25cm/muda (174)	0,25	0	0	metros	100	metros	0	rolo de 100m
Tutores	1 tutor/planta	1	0	0	tutores	120	tutores	0	pacotes de tutor
isca formicida	1,0 grama/m2	1	2615	2615	gramas	5000	gramas	0,523	Kg/isca
Combustível +óleo 2t	1,5 litro/há	1,5	5,23	7,845	litros	1	Litro	7,845	litros

Fonte: Autor (2023)

A tabela 7 mostra a terceira manutenção, já ocorrendo em Novembro do ano 1, depois de 12 meses após o início do projeto. Possui a mesma proporção da tabela anterior devido às perdas de mudas, porém, nela começa a nova aplicação de adubo e calcário para todo o plantio.

Tabela 7 – Tratos silviculturais - Terceira Manutenção ano 1

Tratos silviculturais - Terceira Manutenção ano 1									
Insumo	Quantidade	Métrica	Numero	Quantidade	Métrica	Embalagem	Métrica	Total	Métrica
Calcário	200g/cova*174 mudas	0,2	0	0	Kg	25	Kg	0	sacos de 25 kg
NPK	100g/cobertura*870 mudas	0,1	870	87	Kg	50	Kg	1,74	sacos de 50 Kg
Gel	20g/cova*870 mudas	0,02	870	17,4	1kg	20	Kg	0,87	balde de 5 kg
Mudas	174 mudas	1	0	0	mudas	1	Mudas	0	mudas
Barbante	25cm/muda (174)	0,25	0	0	metros	100	Metros	0	rolo de 100m
Tutores	1 tutor/planta	1	0	0	tutores	120	Tutores	0	pacotes de tutor
isca formicida	1,0 grama/m2	1	5230	5230	gramas	5000	gramas	1,046	Kg/isca
Combustível +óleo 2t	1,5 litro/há	1,5	5,23	7,845	litros	1	Litro	7,845	litros

Fonte: Autor (2023)

A tabela 8 mostra a quarta e última manutenção, que ocorre no mês de Maio do ano 1, pois após para esta data, espera-se que as árvores estejam estabelecidas sem concorrência de mato competição, não sendo necessárias mais adubações de base, pois as raízes já estarão estabelecidas em grandes profundidades. Também não serão necessários outros insumos. O único trato cultural aplicado será o combate a formigas cortadeiras com iscas granuladas. A partir do início do ano 2 é esperado que a regeneração natural ocorra, permitindo ver como as mudas se adaptaram ao local e

medir seu crescimento a partir dos monitoramentos, não havendo mais a necessidade de roçada para estabelecimento desta regeneração.

Tabela 8 – Tratos silviculturais - Quarta e última Manutenção ano 1

Quarta e última Manutenção ano 1									
Insumo	Quantidade	Métrica	Numero	Quantidade	Métrica	Embalagem	Métrica	Total	Métrica
Calcário	200g/cova*174 mudas	0,2	0	0	Kg	25	Kg	0	sacos de 25 kg
NPK	100g/cobertura*870 mudas	0,1		0	Kg	50	Kg	0	sacos de 50 Kg
Gel	20g/cova*870 mudas	0,02		0	1kg	20	Kg	0	balde de 5 kg
Mudas	174 mudas	1	0	0	mudas	1	mudas	0	mudas
Barbante	25cm/muda (174)	0,25	0	0	metros	100	metros	0	rolo de 100m
Tutores	1 tutor/planta	1	0	0	tutores	120	tutores	0	pacotes de tutor
isca formicida	1,0 grama/m2	1	5230	5230	gramas	5000	gramas	1,046	Kg/isca
Combustível +óleo 2t	1,5 litro/há	1,5	5,23	7,845	Litros	1	Litro	7,845	litros

Fonte: Autor (2023)

5.2.2 Escolha das mudas

Para a escolha das espécies, o acervo de mudas deverá se constituir de espécies nativas presentes nos biomas Cerrado e Amazônico, dos tipos clímax, secundárias e pioneiras. A sucessão ecológica de cada espécie deve ser considerada, pois a área possui ausência de vegetação e remanescentes em torno da nascente, assim pode-se aproveitar o tipo de crescimento que irão demonstrar. As espécies mais tolerantes à sombra podem ser implantadas dentro da vegetação remanescente, promovendo o enriquecimento, enquanto as pioneiras e secundárias mais exigentes de luz poderão reconstituir a vegetação ausente no entorno.

Serão usadas espécies comuns e não comuns na região, conforme a tabela 9, incluindo as mudas de açaí e buriti, que já foram plantadas antes no local. A altura das mudas dessas espécies vai variar de 30 e 50cm e a quantidade vai depender da área que necessita ser reflorestada após mapeamento. Será considerada a área de 7.850 m² subtraindo-se a área calculada do corredor asfaltado que está dentro do raio de 50m ao redor da nascente.

Tabela 9 - Lista de espécies sugeridas para restauração ambiental

Nome popular	Nome científico	Família	Sucessão ecológica	Plantio	Nº de mudas
Açaí	<i>Euterpe oleraceae</i> Mart.	Arecaceae	Clímax	sombreado	60
Angelim do Cerrado	<i>Andira cujabensis</i> Benth.	Fabaceae	Clímax	Sol	54
Angico Vermelho	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	Fabaceae	Secundária inicial	Sol	54
Buriti	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	Aracaceae	Clímax	sombreado	54
Cagaita	<i>Eugenia dysentica</i> (Mart.) DC.	Myrtaceae	Clímax	sombreado	54
Embaúba	<i>Cecropia pachystachya</i> Trecúl	Urticaceae	Secundária inicial	Sol	54
Garapa	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	Fabaceae	Clímax	sombreado	54
Gonçalo-Alves	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Anacardiaceae	Pioneira	Sol	54
Ingá	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Fabaceae	Pioneira	Sol	54
Ipê amarelo	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vhal.) G.Nichols.	Bignoniaceae	Clímax	sombreado	54
Ipê rosa	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Bignoniaceae	Secundária inicial	Sol	54
Jatobá do cerrado	<i>Hymenaea stignocarpa</i> Mart. ex Hayne	Fabaceae	Clímax	sombreado	54
Mamica de porca	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Rutaceae	Pioneira	Sol	54
Paineira	<i>Chorisia speciosa</i> A. St.-Hil.	Malvaceae	Secundária inicial	sombreado	54
Pinha do Brejo	<i>Talauma ovata</i> A. St. Hil.	Magnoliaceae	Clímax	sombreado	54
Tamboril	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Fabaceae	Pioneira	sol	54
TOTAL	16	9			870

Fonte: Autor (2023), modificado de Duboc et al., 2004

O índice de diversidade de Shannon-Weaver considera a transformação logarítmica, ou seja, a base natural, da densidade de espécies, proporcionando um valor entre 1,3 e 3,5 nats ind⁻¹, ou maiores. Quanto mais alto o valor, maior a diversidade observada. O índice de Shannon-Weaver será calculado por:

$$H' = - \sum_{i=1}^S \frac{ni}{N} * \ln \frac{ni}{N}$$

Onde:

- H' = Índice de Shannon-Weaver
- S = número de espécies nativas regionais amostradas
- N = número total de indivíduos amostrados

- n_i = número de indivíduos amostrados para a i -ésima espécie
- \ln = logaritmo neperiano

Já o índice de igualdade de Pielou representa a uniformidade da distribuição de indivíduos entre as espécies presentes, com a amplitude variando de 0 a 1, sendo 0 a uniformidade mínima e 1 a uniformidade máxima. O índice de Pielou será calculado por:

$$J' = \frac{H'}{\ln * S}$$

Onde:

- J = Índice em % de igualdade de Pielou da comunidade
- H' = Índice de Shannon-Weaver da comunidade
- S = número total das espécies amostradas

5.3 Tratos Culturais

5.3.1 Adubação e Calagem

Serão misturados os 150g de adubo tipo NPK com a terra retirada da cova, que será recolocada, junto com 200g de calcário, caso seja necessária a correção da acidez. A necessidade de aplicação será baseada na análise das condições do solo. As aplicações serão feitas em função da quantidade presente de mudas em cova. Na fase de implantação, terão 870 covas para ser realizada a adubação. Nas fazes de manutenção:

- Durante a primeira manutenção, serão feitas aplicações de adubo e calcário em 174 covas, que é a quantidade de mudas repostas, juntamente com a aplicação em cobertura de 100g/cova, aplicação essa que será feita para as mudas que sobreviveram (696, no total);
- Na segunda manutenção, será feita a aplicação em cobertura de adubo e calcário em um total de 174 covas, mantendo o cronograma de aplicação para as mudas que foram repostas;

- Na terceira manutenção, será feita a aplicação de calcário nas 174 covas (200g/cova*174 mudas) e adubação com 100g de adubo NPK em todas as mudas (870);
- O mesmo procedimento e quantidade serão aplicados na quarta e última manutenção.

5.3.2 Quantidade de mudas e Plantio

Dentro da área de 7.850 m² ao redor da nascente, estarão presentes o corredor asfaltado e a vegetação remanescente, a área de plantio é estimada em 5.230 m². Com o espaçamento de 2 x 3m, cada planta terá uma área de 6m² e a quantidade para restauração de 870 mudas. O colo da muda deve ficar à altura do solo, a cova deve ser preenchida com terra e alisada na superfície com as mãos para que fique uniforme. Considerando a área onde há presença de vegetação remanescente, será feito um enriquecimento da vegetação, onde poderão ser usadas espécies clímax, secundárias tardias, como ingá, jatobá do cerrado e ipê amarelo, para que sejam preenchidos os espaços e clareiras que carecem de vegetação.

5.3.3 Tutoramento

Com um laço ou tira de plástico, será feita uma amarração em forma de um “oito” para segurar a muda ao piquete. Deve ser aplicada uma cobertura de matéria orgânica morta na coroa para evitar as ervas daninhas e manter a umidade do solo em volta dela. Serão usadas varas de 60 cm, feitas de bambu, e barbantes para amarrar as mudas, como é exemplificado na figura 13.

Figura 13 - Hastes de bambu para tutoramento de mudas em um projeto de recuperação.



Fonte: Autor (2023)

5.3.4 Irrigação

Como recurso indispensável ao plantio, o estabelecimento de um sistema de irrigação garantirá que cada planta receba a quantidade de água necessária para seu desenvolvimento. Para o aproveitamento das condições do ambiente, o plantio das mudas é melhor desenvolvido no início do período chuvoso, em novembro, pois a precipitação pluviométrica pode ser aproveitada como uma ferramenta em campo para diminuição do consumo de água em plantações (PALLHARES et al, 2005). Cada planta precisará de 4L de água, aplicando 0,8L de hidrogel para manter a sua umidade. A irrigação com aplicação de hidrogel será feita em períodos chuvosos, veranicos e em épocas de estiagem, que ocorrem em Açailândia no período de maio a outubro, o parque conta com sistemas de distribuição de água e irrigação, que podem ser aproveitados no projeto, não havendo a necessidade de caminhões pipa. Será usado o método de gotejamento.

5.4 Monitoramento

5.4.1 Planejamento

O cronograma, terá início no mês de novembro, dando início à limpeza da área, combate a formigas e demais tratamentos culturais. O replantio deverá ocorrer no quarto mês após o início do plantio caso a taxa de mortalidade tenha sido de 20%. O mapeamento e diagnóstico da área ocorrerão no início do segundo ano, em novembro do ano seguinte, que poderá ser feito por caminhamento e também com imagens de satélite. A partir de julho do segundo e terceiro anos, se iniciará o monitoramento e manutenção, observando o andamento do projeto e a sobrevivência das plântulas. Ao final do período de 12 meses será feito um relatório anual do projeto, seguido de um relatório final após 60 meses, demonstrando o rendimento e eficiência do mesmo.

5.4.2 Implantação

A implantação ocorrerá no primeiro mês do cronograma de acordo com o regime de chuvas de Açailândia. A época de chuvas começará em novembro, onde serão feitos os tratamentos culturais, seguido da abertura de covas e implantação das mudas no solo. Foram calculados os rendimentos de cada auxiliar em um dia de trabalho

utilizando dados de campo de restauração de outra nascente no município de João Lisboa, em função da quantidade de horas trabalhadas em um dia, mostrados na tabela 10, que segue a ordem cronológica de implantação e manutenção.

Tabela 10 – Rendimento da Implantação - novembro - mês 02 - Ano 0

Implantação - novembro - mês 02 - Ano 0					
Operação	Rendimento homem/dia		Rendimento/homem/dia do projeto		
	Rendimento /dia	descrição	Rendimento /dia/projeto	horas (homem/dia)	horas trabalhadas
Demarcação das covas	900	covas	870	8	7,73333333
Roçada em área total	0,8	Há	0,523	8	5,23
Coroamento	450	coroas com 0,5m de raio	870	8	15,4666667
Coveamento	380	covas	870	8	18,3157895
Adubação	800	adubo na cova	870	8	8,7
adubação de cobertura	800	adubo ao redor	0	8	0
Deposição de gel	1200	gel na cova	870	8	5,8
Plantio	300	mudas plantadas	870	8	23,2
Tutoramento	375	plantas tutoradas	870	8	18,56
Aplicação isca	4	Há	0,523	8	1,046
Auxiliares	4	homens			
Total horas					96,3184561
Total homem/dia					12,039807
Dias de trabalho necessários com uma equipe com 4 auxiliares					3,00995175

Fonte: Autor (2023)

5.4.3 Manutenção

A manutenção da área se seguirá de novembro a julho. Será feito o controle da matocompetição e remoção das ervas daninhas, o mato retirado com as roçadas pode ser reaproveitado como camada de matéria orgânica morta. Será necessário fazer a irrigação das mudas durante os períodos de estiagem, sendo recomendado o uso de gotejamento. Passados três meses após a implantação das mudas, a partir de janeiro, serão iniciadas as atividades de manutenção pós-plantio e análise da condição atual, com vista em manter as condições ideais do projeto. Seu objetivo será aumentar as

chances de sobrevivência das plântulas realizando uma manutenção preventiva ao logo projeto, mostradas na tabela 11.

Tabela 11 – Rendimento da Primeira Manutenção - fevereiro - mês 5 - Ano 0

Primeira Manutenção - fevereiro - mês 5 - Ano 0						
Rendimento homem/dia			Rendimento/homem/dia do projeto			
Operação	Rendimento/dia	descrição	Rendimento /dia/projeto	horas (homem/dia)	horas trabalhadas	Observação
Demarcação das covas	900	covas	0	8	0	Covas já demarcadas e com tutor na implantação
Roçada em área total	0,8	ha	0	8	0	Dispensada a roçada nesta etapa para manter o solo no período chuvoso
Coroamento	495	coroas com 0,5m de raio	870	8	14,0606061	Em todas as mudas com acréscimo de rendimento de 10% devido ao primeiro coroamento + chuvas
Coveamento	418	covas	174	8	3,33014354	Apenas 20% do replantio.
Adubação	800	adubo na cova	174	8	1,74	Apenas 20% do replantio.
Adubação de cobertura	800	adubo ao redor	696	8	6,96	Apenas em plantas sobreviventes. Novas plantas podem haver intoxicação.
Deposição de gel	1200	gel na cova	174	8	1,16	Apenas 20% do replantio.
Replântio	300	mudas plantadas	174	8	4,64	Apenas 20% do replantio.
Tutoramento	750	plantas tutoradas	174	8	1,856	Apenas 20% do replantio, com 100% de adicional d produtividade pois os tutores estão em campo.
Aplicação isca	4	ha	0,2615	8	0,523	Reaplicação de isca considerando apenas metade da área.
Auxiliares	4	homens				Mesma equipe, se considerar metade da equipe aumenta-se o custo logístico.
Total horas					34,2697496	Manutenção considerando replantio de 20% de mudas.
Total homem/dia					4,2837187	Manutenção considerando replantio de 20% de mudas.
Dias de trabalho necessários com uma equipe com 4 auxiliares					1,07092968	Manutenção considerando replantio de 20% de mudas.

Fonte: Autor (2023)

Não há necessidade de agrotóxicos ou queimadas, a entrada de animais deve restringida no local. Dependendo da análise, será feita a roçada. Nessa tabela é demonstrado o rendimento dos funcionários ao dia, em uma jornada de 8 horas, e onde cada operação ocorrerá. A tabela 12 representa a segunda manutenção em sequência ao programa. Nela, não será recomendada a adubação, pois no mês de maio ocorre um período de estiagem., assim como também não haverá replantio, já que a sua eficiência cairia.

Tabela 12 – Rendimento da Segunda Manutenção - maio - mês 8 - Ano 0

Segunda Manutenção - maio - mês 8 - Ano 0						
Rendimento homem/dia			Rendimento/homem/dia do projeto			
Operação	Rendimento/dia	descrição	Dados do projeto	horas (homem/dia)	horas trabalhadas	Observação
Demarcação das covas	900	covas	0	8	0	Covas já demarcadas na implantação
Roçada em área total	0,8	ha	0,523	8	5,23	Volta a fazer roçada em área total pós período de estiagem
Coroamento	495	coroas com 0,5m de raio	870	8	14,0606061	Em todas as mudas com acréscimo de rendimento de 10% devido ao segundo coroamento + chuvas
Coveamento	418	covas	0	8	0	Não há replantio estando próximo da estiagem
Adubação	800	adubo na cova	0	8	0	Não é recomendável adubação por estar próximo a estiagem (potencial hídrico)
Adubação de cobertura	800	adubo ao redor	0	8	0	Não é recomendável adubação por estar próximo a estiagem (potencial hídrico)
Deposição de gel	1200	gel na cova	870	8	5,8	Em todas as plantas aproveitando o final do período chuvoso
Replantio	300	mudas plantadas	0	8	0	Não há replantio estando próximo da estiagem
Tutoramento	750	plantas tutoradas	0	8	0	Foi realizado na implantação e primeira manutenção
Aplicação isca	4	ha	0,2615	8	0,523	Reaplicação de isca considerando apenas metade da área.
Axiliares	3	homens				Pode-se diminuir a equipe dimensionando para um dia de trabalho
		Total horas			25,6136061	Manutenção total das mudas
		Total homem/dia			3,20170076	Manutenção total das mudas
		Dias de trabalho necessários com uma equipe com 3 auxiliares			1,06723359	Manutenção total das mudas

Fonte: Autor (2023)

Na terceira manutenção, na tabela 13, não haverá mais coveamento, adubação, tutoramento, replantio ou aplicação de gel, pois essas atividades já foram supridas e não precisam ocorrer novamente.

Tabela 13 – Rendimento da Terceira Manutenção - novembro - mês 14 - Ano 1

Terceira Manutenção -novembro - mês 14 - Ano 1						
Rendimento homem/dia			Rendimento/homem/dia do projeto			
Operação	Rendimento/dia	descrição	Dados do projeto	horas (homem/dia)	horas trabalhadas	Observação
Demarcação das covas	900	covas	0	8	0	Não há.
Roçada em área total	0,8	ha	0,523	8	5,23	Volta a fazer roçada em área total
Coroamento	450	coroas com 0,5m de raio	870	8	15,4666667	Em todas as mudas com mesmo rendimento da implantação,
Coveamento	380	covas	0	8	0	
Adubação	800	adubo na cova	0	8	0	
Adubação de cobertura	800	adubo ao redor	870	8	8,7	Última adubação de base nas mudas vivas plantadas na implantação e primeiro replantio
Deposição de gel	1200	gel na cova	0	8	0	
Replante	300	mudas plantadas	0	8	0	
Tutoramento	375	plantas tutoradas	0	8	0	
Aplicação isca	4	ha	0,523	8	1,046	Reaplicação de isca considerando área total
Auxiliares	4	homens				
		Total horas			30,4426667	Manutenção total das mudas
		Total homem/dia			3,80533333	Manutenção total das mudas
		Dias de trabalho necessários com uma equipe com 4 auxiliares			0,95133333	Manutenção total das mudas

Fonte: Autor (2023)

Destaca-se que na tabela 14, assim como na 13, serão feitas novas roçadas para manter daninhas sob controle. O ano 1 será o último ano de manutenção, a partir dele a prioridade será o monitoramento da área de plantio.

Tabela 14 – Rendimento da Quarta e última Manutenção -maio- mês 20 - Ano 1

Quarta e última Manutenção -maio- mês 20 - Ano 1						
Operação	Rendimento homem/dia		Dados do projeto	Rendimento/homem/dia do projeto		Observação
	Rendimento/dia	Descrição		horas (homem/dia)	horas trabalhadas	
Demarcação das covas	900	Covas	0	8	0	Não há.
Roçada em área total	0,8	Há	0,523	8	5,23	Volta a fazer roçada em área total
Coroamento	450	coroas com 0,5m de raio	870	8	15,4666667	Em todas as mudas com mesmo rendimento da implantação,
Coveamento	380	Covas	0	8	0	
Adubação	800	adubo na cova	0	8	0	
Adubação de cobertura	800	adubo ao redor	870	8	0	
Deposição de gel	1200	gel na cova	0	8	0	Em todas as plantas aproveitando o início do período chuvoso
Replântio	300	mudas plantadas	0	8	0	
Tutoramento	375	plantas tutoradas	0	8	0	
Aplicação isca	4	Há	0,523	8	1,046	Reaplicação de isca considerando área total
Auxiliares	3	Homens				
		Total horas			21,7426667	Manutenção total das mudas
		Total homem/dia			2,71783333	Manutenção total das mudas
		Dias de trabalho necessários com uma equipe com 4 auxiliares			0,90594444	Manutenção total das mudas

Fonte: Autor (2023)

Durante o monitoramento, a avaliação terá foco no tamanho das plantas, diâmetro das copas, taxa de sobrevivência (em função da quantidade de mudas perdidas), presença de pragas e animais. Seguindo a metodologia empregada por Brancalion et al. (2013), os principais indicadores analisados serão:

- Composição de espécies: identificação taxonômica dos indivíduos presentes, amostragem de espécies nativas regionais e exóticas. A proporção da diversidade de indivíduos será calculada pelo índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e a uniformidade da distribuição desses indivíduos será

calculada pelo índice de igualdade de Pielou (J), que vai ser usado uma única vez, pois esse índice vai considerar a riqueza total e o número total de indivíduos amostrados por espécie, conforme mostrado na tabela 9;

- Cobertura de copa e altura: a altura é medida verticalmente do colo da muda até seu ápice, sem que seja esticada. A área da copa é calculada pela distância de uma ponta a outra, usando a fórmula $A = \pi * diâmetro^2 / 4$;
- Cobertura do solo por gramíneas invasoras: análise de gramíneas e plantas daninhas. Seguindo a definição de Martins (2015), a unidade amostral será composta por 4 linhas de plantio, cada uma com 7 indivíduos, totalizando 28 indivíduos. Com o espaçamento de 2 x 3m, cada unidade terá uma área de 9 x 12m. Para avaliar a cobertura por gramíneas, serão introduzidas 6 subparcelas dentro da área da unidade amostral. Serão escolhidas seis mudas, distribuídas de forma sistemática, e delimitadas áreas de 2 x 2m para cada subparcela, com as mudas no centro. Dentro dessas subparcelas será analisada e comparada a presença de gramíneas. Porém, cada área possui suas características, o que impede a definição de um método padrão, devendo ser escolhido conforme análise do local;
- Mortalidade: proporção de mudas mortas na unidade amostral, estando secas ou com folhas ausentes. O caule deve ser observado, pois o estresse pode levar à perda de folhas, e conseqüente redução da capacidade fotossintética e resistência da muda às condições do meio em que está inserida. Ter uma coloração verde após raspar a casca do caule indica que ele está vivo;
- Distribuição ordenada das mudas no campo a partir do grupo de plantio: distribuição espacial dos diferentes grupos de plantio durante a implantação. Isso demonstra o planejamento na implantação das mudas, conforme o critério adotado. É avaliada como presente ou ausente.

Além desses, há outros indicadores que podem ser avaliados em um âmbito socioeconômico, afim de estabelecer a importância da restauração e manutenção dessa área para a população, envolvendo principalmente os serviços ecossistêmicos. Esses envolvem os benefícios da área a ser restaurada, podendo ser classificados em benefícios de: produção, referentes aos produtos que podem ser extraídos ou aproveitados no local; regulação, que permite a prevenção de impactos e desastres

ao ambiente, bem como melhora a qualidade de seus atributos; culturais, trazendo uma interação benéfica da população com o meio para seu lazer e recreação, e suporte, que são necessários para a produção de todos os outros, como a formação do solo e a taxa fotossintética (MARTINS, 2015).

Por se tratar de uma área de acesso público que em breve estará aberta para visitação, esses indicadores promovem a educação da população para que possam entender seu valor ambiental, econômico e social. Na tabela 15 demonstra o orçamento da mão de obra tendo como base a legislação trabalhista vigente, atribuindo um salário mínimo a cada profissional mais impostos (encargos), baseando-se no ano de 2023.

Tabela 15 - Orçamento da mão de obra

		Mão de obra				
Salário/cargo	auxiliar de silvicultura	Engenheiro		Técnico	descrição	Observação
		Florestal	Florestal	Florestal		
salário mínimo	1320	11880	3300	Reais/mês	Ano vigente 2023	
salário + encargos	2376	21384	5940	reais/mês	80% de encargos	
Dias	22	22	22	reais/dia	Dias trabalhados no Mês	
Total/dia	108	972	270	reais/dia		
Alimentação	30	30	30	reais/dia		
Total/dia final	138	1002	300	reais/dia		

Fonte: Autor (2023), adaptado de Almeida (2016).

Com orçamento de mão de obra em mãos, é possível fazer o cronograma executivo financeiro de toda a operação, com todas as atividades previstas e custos, incluindo o investimento do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), conforme quadro 01, em apêndices, estabelecendo valor de dólar comercial de venda para cálculo do valor presente evitando a inflação anual. O mesmo quadro representa respectivamente os 60 meses do cronograma de execução, demonstrando a data de aplicação de cada técnica, aplicação dos insumos e relatórios anuais. O ano zero será o ano onde serão iniciadas a implantação e manutenção da área. Os 4 anos seguintes representarão o seguimento das operações de manutenção e monitoramento onde também estão inseridos os custos comerciais dos insumos e equipamentos utilizados em cada operação. Cada mês no quadro tem um número (N-M) que representa o número do mês baseado no calendário de 5 anos.

O orçamento foi feito com base no tamanho da área útil de restauração, limitações e disponibilidade de recursos. Como o parque possui água encanada, sistema de irrigação e torneiras ao longo do corredor, não haverá transporte de água. No quadro 1, em apêndices, são apresentados 3 orçamentos (Preço 1, 2 e 3), que demonstram diferentes valores para os preços dos insumos, equipamentos e procedimentos. Com eles será tirada a média dos preços para calcular a cotação.

O custo da mão-de-obra será deduzido do rendimento do projeto, ou seja, sua produtividade final, sendo referido o valor do salário mínimo e alimentação dos profissionais que atenderão no projeto, sendo esses os auxiliares, o engenheiro florestal responsável pelo desenvolvimento do PRAD (projeto de recuperação de áreas degradadas) e o técnico florestal. A aplicação de tratos culturais, manejo do solo e combate a formigas e outras possíveis pragas, deverão ser feitos em função das características da área, sendo necessária uma análise mais aprofundada da área ao redor da nascente.

O custo líquido representa a soma do que foi gasto em cada ano, variando conforme às operações realizadas, considerando custo de oportunidade de capital 6% ao ano, que equivale a renda fixa média anual da poupança, sendo uma taxa consolidada brasileira. Na tabela 16 é mostrado o custo líquido do projeto em dólares, para evitar o efeito inflacionário, oferecendo um valor mais estável e fixo para ser calculado do que o real.

Tabela 16 - Custo Líquido do projeto de restauração sem considerar o valor da terra (US\$)

Custo líquido da restauração			
Ano	Custo	Saldo corrigido (i-6%a.a.)	%
0,00	8352,12	8352,12	68,27705
1,00	2738,07	2583,08	21,11621
2,00	990,12	881,20	7,203649
3,00	495,06	415,66	3,397944
4,00	0,790513834	0,63	0,00515
Total em Dólares		12232,69	100
Total em Reais		61897,43	100

Fonte: Autor (2023).

Corrigindo para o ano zero, o custo líquido presente para restauração é necessário, em 5 anos, para consolidação da restauração, US\$ 12232,69, que atualmente equivale a R\$ 61897,43. Este valor pode ser menor, se o município tiver

em seu quadro de colaboradores Engenheiro Florestal responsável e, ainda, um viveiro para produção de mudas.

Por se tratar de uma área protegida, a conservação e conscientização dos visitantes deverá ser garantida pelo Parque Ambiental de Açailândia. Futuramente, o isolamento da área a ser protegida e o controle de processos erosivos deverão ficar a cargo do parque, segundo o art. 4º da lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que estabelece os objetivos do SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza).

6 CONCLUSÃO

A análise ambiental da nascente, de acordo com metodologia baseada na literatura e aplicada em campo se mostrou suficiente, classificando a nascente como “perturbada”, como principais impactos falta de vegetação natural adequada e impermeabilização de parte do solo com construções, sendo o diagnóstico ambiental considerado apto em suas características levantadas para futuro projeto de restauração.

A proposta de restauração e monitoramento baseado na literatura torna-se um documento norteador para futuras restaurações, em especial, esta nascente, sendo necessário intervenção com plantio de espécies nativas de acordo com a fitofisionomia em questão.

Utilizando metodologia de fluxo de caixa em valor presente, estima-se montante de US\$ 12232,69, incluindo o planejamento do projeto através de diagnóstico ambiental, o projeto e execução da restauração envolvendo a implantação do projeto, suas manutenções e monitoramentos.

É importante que esta restauração seja realizada pelo poder público, incluindo educação ambiental aos visitantes.

REFERÊNCIAS

- ABREU, L. V. de. **Avaliação da escala de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas**. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, SP, 2008.
- AB' SABER, A.N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. S.Paulo: Ateliê Edit. 2003.
- ABSY, M. L. **Avaliação de impacto ambiental: agentes sociais, procedimentos e ferramentas**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1995.
- AÇAILÂNDIA. O município – geografia. **Prefeitura Municipal de Açailândia**, 2023. Disponível em: <https://www.acailandia.ma.gov.br/o-municipio/geografia>. Acesso em: 25 abr. 2023.
- ALMEIDA, J. O. **Restauração eco-educativa das áreas de preservação permanentes e nascentes do bairro Santa Rosa**. 2016, 39 f. (Trabalho de conclusão de curso) Curso de Especialização em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos do Instituto Federal do Ceará. Fortaleza, 2016.
- ALVARENGA, A. P. et al. Avaliação da regeneração natural na recomposição de matas ciliares em nascentes na região sul de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, MG, v. 12, n. 4, p. 360-372, 2006.
- BARBOSA, L. M.; et al. Estabelecimento de Políticas Públicas para Recuperação de Áreas Degradadas no Estado de São Paulo: o Papel das Instituições de Pesquisa e Ensino. **Revista Brasileira de Biociências**, [S. l.], v. 5, n. S1, p. pg. 162–164, 2006.
- BARBOSA, L. M., coord. Restauração ecológica: novos rumos e perspectivas. *In*: VI simpósio de restauração ecológica. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica, 2015. 436p.
- BATTILANI, J. L. et al. Fitossociologia de um trecho da mata ciliar do rio da Prata, Jardim, MS, Brasil. **Acta Bot. Bras.** 19 (3). Set. 2005.
- BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. *In*: Simpósio nacional sobre recuperação de áreas degradadas: água e biodiversidade. **Anais...** Belo Horizonte, 2002.
- BOTELHO, S. A. **Princípios e métodos silviculturais**. Lavras-MG: UFLA. 2003.
- BRANCALION, P. H. S. et al. **Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados**. (Monografia) 2013, 293 p. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2013.

BRASIL. **Água**. Coleção ambiental. Coordenação de edições técnicas. Brasília: Senado Federal, 2015.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de lei nº 2.174-B, de 19 de maio de 2010. Autor: Mario Negromonte. **Câmara dos Deputados**, Brasília, DF, 19 maio 2010. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=771540. Acesso em: 02 abr. 2023

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição**: República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988

BRASIL. **Lei Nº 12.651**, de 25 de maio 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Portal da legislação. Brasília, DF, 25 de maio de 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm. Acesso em: 28 mar. 2023

BRASIL. **Lei Nº 9.433**, de 08 de janeiro de 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, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 25 de mai. 2023

BRASIL. **Lei Nº 9.985**, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, par. 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o sistema nacional de unidades de conservação da natureza e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=9985&ano=2000&ato=77ck3aq1kMNpWTfc9>. Acesso em: 08 jun. 2023

BRASIL. Levantamento e Análise da Importância Hidrológica do Cerrado. **EMBRAPA** cerrados. Portal disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-imagens/-/midia/5816001/levantamento-e-analise-da-importancia-hidrologica-do-cerrado>. Acesso em: 25 mai. 2023.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 01 de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em: <file://G:\cncia\conam3\86\001-86.htm> (ibama.gov.br). Acesso em: 26 mai. 2023

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 237 de 19 de dezembro de 1997**. Disponível em: <file://G:\cncia\conam3\97\237-97.htm> (ibama.gov.br). Acesso em: 27 mai. 2023

BRASIL. Serviço florestal brasileiro (SFB). Áreas de preservação permanente. **Sistema Nacional de Informações Florestais – SNIF**. Brasília, 2019. Disponível em: < <http://snif.florestal.gov.br/pt-br/> >. Acesso em: 02 abr. 2023.

BRASIL. **TEEB**: a economia dos ecossistemas e da biodiversidade para formuladores de políticas locais e regionais. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2010.

BRASÍLIA. Governo do Distrito Federal. O que é um parque ecológico? - **Brasília Ambiental**. 2020. Disponível em: <https://www.ibram.df.gov.br/o-que-e-um-parque-ecologico/>. Acesso em: 29 mar. 2023

CARPANEZZI, A. A. et al. Barreiras ao estabelecimento da regeneração natural em áreas de pastagens abandonadas. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 1451-1464, out.- dez., 2017.

CASTRO, Stephanie L. I. et al. Meio ambiente e cidades – áreas de preservação permanente (APPS) marginais urbanas na lei federal n. 12.651/12. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 1340-1349, jul.- set., 2018.

CHONG, K.Y.; et al. *Reconstructing the invasion history of a spreading, non-native, tropical tree through a snapshot of current distribution, sizes, and growth rates*. **Plant Ecology**, v. 218, n. 6, p. 673-685, 2017.

Clima Açailândia (Brasil), 2013. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/maranhao/acailandia-29550/>. Acesso em 1 jun. 2023.

CORREIA FILHO, F. L. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, Estado do Maranhão**: relatório diagnóstico do município de Açailândia. Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011.

COSTA, J.A.S. **As Mudanças climáticas e possíveis impactos no bioma Amazônia**. Repositorio.unesp, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/203078>. Acesso em: 9 jun, 2023.

CREMONEZ, F. E. et al. Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. **Revista Monografias Ambientais**, [S. l.], v. 13, n. 5, p. 3821–3830, 2014. DOI: 10.5902/2236130814689. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/14689>. Acesso em: 29 mai. 2023.

D' AQUINO, C. de A.; MORAES, C. D. Avaliação de impacto ambiental: uma revisão da literatura sobre as principais metodologias. *In*: 5º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense – SICT- Sul. Santa Catarina. **Anais...** Santa Catarina: IFSUL, 2016.

DIAS, H. C. T. et al. Caracterização hidroambiental de nascentes. **Rev. Ambient. Água**. Taubaté, vol. 12 n. 1 – Jan. - Feb., 2017

DUBOC, E. **Cultivo de espécies nativas do bioma Cerrado**. 2004. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2009/26608/1/comtec_110.pdf. Acesso em: 29 mar. 2023

DUBOC, E. **Desenvolvimento inicial e nutrição de espécies arbóreas nativas sob fertilização, em plantios de recuperação de áreas de cerrado degradado.** 153 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2005.

DURIGAN, G.; SILVEIRA, E. R. **Recuperação de matas ciliares: estrutura da floresta e regeneração natural aos 10 anos em diferentes modelos de plantio na Fazenda Canaçu, Tarumã, S.P.** In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. (Org.). Resultados da cooperação Brasil/Japão. São Paulo: Páginas & Letras, 2004.

DURIGAN, G; SILVEIRA, H.C. **Abundância e diversidade da regeneração natural sob mata ciliar implantada.** Congresso florestal brasileiro. Campos do Jordão, 1999.

EITEN, George et al. Vegetação do cerrado. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**, v. 2, p. 17-73, 1994.

EMÍDIO, T. **Meio ambiente e paisagem**, 2006.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Relação entre precipitação e vazão de nascentes no Município de Lagoa Santa-MG. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 17 a 22 novembro 2013. **Anais...** Associação Brasileira de recursos hídricos. 2013.

FERNANDES, M. R.; SILVA, J. C. **Programa Estadual de Manejo de SubBacias Hidrográficas: fundamentos e estratégias.** Belo Horizonte: EMATERMG, 1994.

FERREIRA, M. J.; FERREIRA, W. C.; BOTELHO, S. A. Avaliação de Regeneração Natural no Entorno de uma Nascente como Estratégia para sua Recuperação. **Revista Brasileira de Biociências.** Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 573-575, jul., 2007.

GIACOMINI, I.F. **Técnicas de restauração ecológica em nascentes e matas ciliares, Itaara RS.** 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/17997>. Acesso em: 29, mar. 2023.

GOMES, P. M. et al. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: Análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia. 17 (32): 103-120, jun. 2005.

GOMES, A. de O. **Diagnóstico ambiental e análise da gestão do parque Ecológico do der em planaltina-DF.** 2015, 35 f. (Trabalho de conclusão de curso) Universidade de Brasília, Faculdade UnB Planaltina. Planaltina, DF, 2015.

GOMES, E. A. H.; PINHO, E. F. M. de. Avaliação de Impactos Ambientais em um Trecho do Rio São Francisco em Pirapora-MG. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.** Ano 03, Ed. 07, Vol. 03, pp. 113-127, jul., 2018.

GOMES, É. R. **Diagnóstico e avaliação ambiental das nascentes da Serra dos Matões, município de Pedro II, Piauí.** 2015, 137 f. (Tese de doutorado) Instituto de

Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” Campus Rio Claro. Rio Claro, SP, 2015.

GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. de L.; MALAFAIA, G. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino fundamental. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, n. 3, p. 241–260, set. 2012.

IBF-Instituto Brasileiro de Florestas. **Climas e características - Vegetação, Clima e Relevo**, 2020. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/bioma-amazonico>. Acesso em: 8 jun. 2023.

JESUS, M. S. et al. Métodos de avaliação de impactos ambientais: uma revisão bibliográfica. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 38039–38070, 2021.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. A Conservação do Cerrado Brasileiro. Megadiversidade, 1, 147-155. **Revista do Sistema de Informação Geográfica**, Vol.9 No.2, 2005.

KUNTZ, G.; ADAMI, R. M. Diagnóstico das nascentes na área de abrangência do Centro Universitário Barriga Verde (UNIBAVE), Campus Orleans, Sul de Santa Catarina. *In: XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. I Congresso Nacional de Geografia Física. Anais ...* Campinas-SP: UNICAMP, 2017. p. 7175-7187.

LIMA, M. do S. T. Água e cerrado um relacionamento que precisa continuar. **Rede cerrado**, 2019. Disponível em: <https://redecerrado.org.br/agua-e-cerrado-um-relacionamento-que-precisa-continuar>. Acesso em: 16 mai. 2023.

MALLMANN, V.; et al. Sistemas agroflorestais e agroecologia, uma alternativa para recuperação de áreas degradadas. **RealizAção**, [S. l.], v. 5, n. 9, p. 66–72, 2018. DOI: 10.30612/re-ufgd.v5i9.8577. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/realizacao/article/view/8577>. Acesso em: 9 jun. 2023.

MARANHÃO. Lei nº 8.528 de 07 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a política florestal e de proteção à biodiversidade no estado do maranhão. **Leis Estaduais**. Palácio do governo do Estado do Maranhão. São Luis, 7 de dezembro de 2006.

MARANHÃO. Lei nº 10.374 de 15 de dezembro de 2015. Institui as diretrizes para o Programa de Identificação, Catalogação, Recuperação e Preservação das Nascentes de Água dos Rios, Riachos, Ribeirão, Córregos no âmbito do Estado do Maranhão, e dá outras providências. **Leis Estaduais**. Palácio do governo do Estado do Maranhão. São Luis, 15 de dezembro de 2015.

MARANHÃO. Portaria N ° 027, de 29 de abril de 2021. Estabelece critérios e procedimentos para recuperação de áreas degradadas, elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas - PRAD através do uso de sementes, mudas e fauna. **Leis Estaduais**. Secretaria de estado de meio ambiente e recursos naturais. São Luís, MA, 29 de abril de 2021.

MARANHÃO. Decreto nº 36.831 de 21 de maio de 2021. Declara de utilidade pública, para fins de desapropriação, área destinada à construção de Parque Ambiental em Açailândia/MA. Palácio do governo do Estado do Maranhão. **Leis Estaduais**. São Luis, 2 de julho de 2021.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares**. 3ª Edição. CPT- Centro de Produções Técnicas. Viçosa-MG: Editora Aprenda Fácil, 2014.

MARTINS, S. V. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados**. 2ª Edição. Viçosa-MG: Editora UFV, 2015.

MATTEI, V. L. Avaliação de protetores físicos em semeadura direta de *Pinus taeda* L. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v.7, n.1, p. 91-100, 1997.

MEDEIROS, R. D. **Proposta metodológica para Avaliação de Impacto Ambiental aplicada a projetos de usinas eólio-elétricas**. 292 f. Dissertação (Mestrado profissional em habitação). IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 2010.

MOREIRA, E. A. et al. Protocolo de recuperação de nascentes do bioma cerrado. **Informe Goiano Circular de Pesquisa Aplicada**, Vol. 07, Número 004. 2019

NOBRE; A.D. et al. **O futuro climático da Amazônia**, 2014. Disponível em: https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/o_futuro_climatico_da_amazonia_ver_sao_final_para_lima.pdf. Acesso em: 9 jun, 2023.

PALHARES, J. C. et al. Qualidade de água para suínos e aves. **Água com qualidade, significa produção e produtos com qualidade**. Embrapa Suínos e Aves. Concórdia, 2005.

PARTIDÁRIO, M.R. **Strategic Environmental Assessment Good Practice Guidance** – methodological guidance. Agência Portuguesa do Ambiente. Lisboa, 2007.

PEREIRA, P. H. V. et al. Nascentes: análise e discussão dos conceitos existentes. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [S. l.], v. 7, n. 2, 2011. DOI: 10.17271/19800827722011109. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/109. Acesso em: 26 abr. 2023.

POZZEBON, G. **Embaúba - Cecropia pachystachya**. Disponível em: <https://www.wikiaves.com.br/wiki/flora:embauba>. Acesso em: 23 abr. 2023

QUEIROZ, J. J. R. **Áreas de Preservação Permanente estratégicas para os recursos hídricos na APA de Pouso Alto: panorama, técnicas e custos para restauração**. 2019. Disponível em: <http://jbb.ibict.br/handle/1/1292>. Acesso em: 23 abr. 2023

REIS, A. L. M. et. al. Parâmetros macroscópicos para avaliação do estado de

conservação de nascentes em área de proteção ambiental. **Humboldt - Revista de Geografia Física e Meio Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 3, e55667, 2021.

REIS, C. A. B. **Métodos de avaliação de impacto ambiental em projetos minerários: uma revisão de literatura**. 2022, 52 f. (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Ambiental) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Campus de Vitória da Conquista. Vitória da Conquista, BA, 2022.

RIBEIRO, P. R. **Métodos de recuperação de mata ciliar como proposta de recuperação de nascentes no Cerrado**. Enciclopédia Biosfera, Centro científico, Goiânia. v. 8, n. 15, 2012. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3752/3644>. Acesso em: 01 jun. 2023.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma cerrado**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.

RIO DE JANEIRO. **Declaração do Rio sobre meio ambiente e desenvolvimento Rio de Janeiro**. Junho de 1992. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/szzGBPjxPqnTsHsnMSxFWPL/?format=pdf>. Acesso em: 01 jun. 2023.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida de rios e a inserção da sociedade no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Ambiente & Água**, v. 3, n. 3, p. 143-155, 2008.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. **RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 13 n.1 Jan/Mar, 161-170. 2008.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. **Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares**. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Eds.) *Mata Ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: EDUSP/FAPESP, P. 235-247. 2000.

ROQUETTE, J. G. Distribuição da biomassa no cerrado e a sua importância na armazenagem do carbono. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 1350-1363 jul. - set., 2018.

ROSOLEN, V.; ZANZARINI, R. M. **Mata ciliar e nascente no cerrado brasileiro: análise e recuperação ambiental**, 2007. Disponível em: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Impactoambiental/72.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2023.

SAMPAIO, A. B. **Restauração de Florestas Estacionais Deciduais de terrenos planos no norte do Vão do Rio Paranã - GO**. 2006. 119 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SANCHEZ, L. H. **Avaliação de impactos ambientais: conceitos e métodos**. 3ª ed. Atual. Aprimorada. São Paulo: Oficina de textos, 2020.

SANTANA, F. et al. Diagnóstico e estratégias para a restauração de nascentes no assentamento Ojefesson Santos, Coaraci – BA. **Enciclopedia Biosfera**, [S. l.], v. 19, n. 42, 2022. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/5587>. Acesso em: 9 jun. 2023.

SANTOS, H. J. **Evolução da avaliação de impacto ambiental para empreendimentos rodoviários: uma análise descritiva e aplicada**. 2010. 100 f. (Trabalho de conclusão de curso). Engenharia Ambiental. Universidade de Passo Fundo, 2010.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Unidade de Coordenação do Projeto de Recuperação das Matas Ciliares. **Restauração ecológica**. Sistemas de nucleação (2010) 1.ed. – São Paulo: SMA, 2011.

SÃO PAULO. Resolução SMA Nº 32, de 03 de abril 2014. Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. Secretaria de Meio Ambiente, arquivos. **Diário oficial** do Estado de São Paulo, seção I pág. 36-37 de 05 abr. 2014.

SCBD – *Secretariat of the Conservation on Biological Diversity and NCEA – Netherlands Commission for Environmental Assessment (2006) Biodiversity in Impact Assessment, Background Document to CBD Decision VIII/28: Voluntary Guidelines on Biodiversity-Inclusive Impact Assessment*, Montreal, Canadá, 72 pages.

SILVA, D. N. S.; GOMES, E. T.; SERNA, A. G. Dialética contemporânea sobre áreas de preservação permanente: quando a exceção a cada vez mais é legitimada como regra. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.l.], v. 11, n. 3, p. 1162-1175, out. 2018. ISSN 1984-2295. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/234369>>. Acesso em: 28 mai. 2023. doi:<https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.3.p1162-1175>.

SILVA, M. M. **Os desafios da questão ambiental no processo de urbanização em Açailândia-MA**. 2021, 22 pág. Monografia. (Licenciatura em ciências humanas/sociologia). Universidade Federal do Maranhão – UFMA. Imperatriz, 2021.

SOUSA, C.L.F. de, et al. **O cerrado como o “berço das águas”: potencialidades para a educação geográfica**, 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5769/576961001006/576961001006.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2023.

SOUZA, J. B. D. et al. Soluções e medidas tecnológicas para a gestão de recursos hídricos em organizações brasileiras: uma revisão integrativa. **Gestão, Tecnologia e Ciências**. Unifucamp. Monte Carmelo-MG. v.12, n.38, p.35-55, 2023.

SOUZA, L. M. et al. Potencial da regeneração natural como método de restauração do entorno de nascente perturbada. **Cerne**, v. 18, n. 4, p. 565–576, out. 2012.

SPIRONELLO, R. L.; TAVARES, F.S.; DA SILVA, E. P. Educação ambiental: da teoria à prática, em busca da sensibilização e conscientização ambiental. **Revista geonorte**. Universidade Federal do Amazonas. v. 3, n. 6, p. 140–152, 2012.

TEIXEIRA, D. do A.; XAVIER, A. L. Diagnóstico das nascentes da sub-bacia hidrográfica do rio São João em Itaúna-MG. VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de setembro de 2007. **Anais...** Caxambu–MG, 2007.

TROPPEMAIR, H; GALINA, M. H. Geossistemas. **Mercator – Revista de Geografia da UFC**, vol. 5, núm. 10, 2006, pp 79-89. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE, 2006.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. Dossiê Água. **Estudos avançados**. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. 22 (63), 2008.

WERPP, C.E.S. **Agrotóxicos no ensino de ciências do campo na região das nascentes do Rio Gravataí**. 2020, 33 pág. (Trabalho de conclusão de curso). Licenciatura em educação do campo ciências da natureza. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2020.

WINSA, H; BERGSTEN, U. Direct seeding of *Pinus sylvestris* using microsite preparation and invigorated seed lots of different quality: 2-years results. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 24, n. 1, p 77-86, 1994.

APÊNDICES

Quadro 1 - Cronograma de execução e planilha financeira

Ano	Mês	N-M	Etapa	Atividade	Descrição	Preço 01 (R\$)	Preço 2 (R\$)	Preço 3 (R\$)	Média	Quantidade requerida	Total por item (R\$)	Total (R\$)	Total por ano em dólares (UR\$)			
0	outubro	1	Planejamento	Projeto	Elaboração do diagnóstico e projeto (com BID) incluindo análise de solo, análise de água, ART e impostos da nota fiscal.	5500	6250	5000	5583,333	1	5583,333333	5583,333				
	novembro	2	Implantação	Mão de obra requerida	Mão de obra implantação (4 auxiliares)	552	552	552	552	3	1656	2556				
	novembro	2			Mão de obra implantação (1 Técnico Florestal)	300	300	300	300	3	900					
	novembro	2		Insumos	Mudas nativas entregues no local	7	6,5	5,9	6,466667	870	5626	8034,333				
	novembro	2			Calcário (25Kg)	18	22	20	20	7	140					
	novembro	2			Adubo NPK 50kg	328	302	369	333	3	999					
	novembro	2			Hidrogel balde 20 kg	425	399	670	498	1	498					
	novembro	2			Tutores (pacote com 120 unidades)	48	70	78	65,33333	8	522,6666667					
	novembro	2			Barbante de sisal (rolo de 250 m)	45	67	58	56,66667	1	56,66666667					
	novembro	2			Isca formicida granulada 5 Kg	130	155	111	132	1	132					
	novembro	2			Combustível e óleo 2 T roçadeira (litro + óleo)	6	6	6	6	10	60					
	novembro	2			Equipamentos	Pá com cabo	65	58	67	63,33333	1		63,3333333	1810,3		
	novembro	2				Enxada com cabo	56	62	64	60,66667	2		121,3333333			
	novembro	2		Cavadeira articulada		95	115	110	106,6667	2	213,3333333					
	novembro	2		Facão com bainha		66	62	78	68,66667	1	68,66666667					
	novembro	2		Kit EPI		180	155	178	171	5	855					

Ano	Mês	N-M	Etapa	Atividade	Descrição	Preço 01 (R\$)	Preço 2 (R\$)	Preço 3 (R\$)	Média	Quantidade requerida	Total por item (R\$)	Total (R\$)	Total por ano em dólares (UR\$)
	novembro	2			Kit primeiros socorros	218	196	185	199,6667	1	199,6666667		
	novembro	2			Balde	35	41	37	37,66667	2	75,33333333		
	novembro	2			Roçadeira costal (aluguel)	70	70	70	70	1	70		
	novembro	2			Fio de corte (50m)	70	65	65	66,66667	1	66,6666667		
	novembro	2			Regador	37	35	39	37	1	37		
	novembro	2			Estilete	15	9,9	12	12,3	1	12,3		
	novembro	2			Fichas de campo	10	10	10	10	1	10		
	novembro	2			Prancheta	15	12	11	12,66667	1	12,6666667		
	novembro	2			Caneta	5	5	5	5	1	5		
	novembro	2				Logística	Aluguel caminhonete (5 lugares) diária + seguro	299	340	339	326		
	novembro	2	combustível caminhonete pequena	5			5	5	5	50	250		
	novembro	2		Relatório	Relatório de Implantação	2505	2505	2505	2505	1	2505	2505	
	novembro	2			TOTAL SEM BID							16459,63	
	novembro	2		BID	Custos administrativos + lucro (17,5%)							2880,436	
	novembro	2			TOTAL COM BID							19340,07	
	janeiro	4	Monitoramento 01	Monitoramento pós implantação 01	Relatório de Monitoramento (incluindo BID, impostos e taxas)	2505	2505	2505	2505	1	2505	2505	
	fevereiro	5	Manutenção 01	Mão de obra requerida	Mão de obra implantação (4 auxiliares)	552	552	552	552	1	552	852	
	fevereiro	5			Mão de obra implantação (1 Técnico Florestal)	300	300	300	300	1	300		
	fevereiro	5		Primeiros tratamentos silviculturais	Mudas nativas entregues no local	7	6,5	5,9	6,46667	174	1125,2	2216,533	

Ano	Mês	N-M	Etapa	Atividade	Descrição	Preço 01 (R\$)	Preço 2 (R\$)	Preço 3 (R\$)	Média	Quantidade requerida	Total por item (R\$)	Total (R\$)	Total por ano em dólares (UR\$)
				pós plantio com 20% de replantio									
	fevereiro	5		Insumos	Calcário (25Kg)	18	22	20	20	2	40	1091,333	
	fevereiro	5			Adubo NPK 50kg (replatio-fundação +cobertura)	328	302	369	333	2	666		
	fevereiro	5			Hidrogel balde 5 kg	140	122	134	132	1	132		
	fevereiro	5			Tutores (pacote com 120 unidades)	48	70	78	65,33333	2	130,6666667		
	fevereiro	5			Barbante de sisal (rolo de 100 m)	25	30	32	29	1	29		
	fevereiro	5			Isca formicida granulada 3 Kg	90	103	88	93,66667	1	93,66666667		
	fevereiro	5		Logística	Aluguel caminhonete (5 lugares) diária + seguro	299	340	339	326	1	326	411	
	fevereiro	5			combustível caminhonete pequena	5	5	5	5	17	85		
	fevereiro	5		Relatório de manutenção	Relatório da primeira manutenção	2004	2004	2004	2004	1	2004	2004	
	fevereiro	5			TOTAL SEM BID							6574,867	
	fevereiro	5		BID	Custos administrativos + lucro (17,5%)							1150,602	
	fevereiro	5			TOTAL COM BID							7725,468	
	abril	7	Monitoramento 02	Monitoramento pós replantio 02	Relatório de Monitoramento (incluindo BID, impostos e taxas)	2505	2505	2505	2505	1	2505	2505	
	maio	8	Manutenção 02 - pré estiagem	Mão de obra requerida	Mão de obra implantação (3auxiliares)	414	414	414	414	1	414	714	
	maio	8			Mão de obra implantação (1 Técnico Florestal)	300	300	300	300	1	300		

Ano	Mês	N-M	Etapas	Atividade	Descrição	Preço 01 (R\$)	Preço 2 (R\$)	Preço 3 (R\$)	Média	Quantidade requerida	Total por item (R\$)	Total (R\$)	Total por ano em dólares (UR\$)	
	maio	8		Insumos	Hidrogel balde 20 kg	425	399	670	498	1	498	651,6667		
	maio	8			Isca formicida granulada 3 Kg	90	103	88	93,66667	1	93,6666667			
	maio	8			Combustível e óleo 2 T roçadeira	6	6	6	6	10	60			
	maio	8		equipamentos	Roçadeira costal (aluguel)	70	70	70	70	1	70	136,6667		
	maio	8			Fio de corte (50m)	70	65	65	66,66667	1	66,6666667			
	maio	8		Logística	Aluguel caminhonete (5 lugares) diária + seguro	299	340	339	326	1	326	411		
	maio	8			combustível caminhonete pequena	5	5	5	5	17	85			
	maio	8		Relatório de manutenção	Relatório da segunda manutenção	2004	2004	2004	2004	1	2004	2004		
	maio	8			TOTAL SEM BID									3917,333
	maio	8		BID	Custos administrativos + lucro (17,5%)									685,5333
	maio	8			TOTAL COM BID									4602,867
					TOTAL ANO ZERO									42261,74
1	outubro	13	Monitoramento 03	Monitoramento pós estiagem 03	Relatório de Monitoramento (incluindo BID, impostos e taxas)	2505	2505	2505	2505	1	2505	2505		
	novembro	14	Manutenção 03 - pós estiagem	Mão de obra requerida	Mão de obra implantação (4 auxiliares)	552	552	552	552	1	552	852		
	novembro	14			Mão de obra implantação (1Técnico Florestal)	300	300	300	300	1	300			
	novembro	14		Insumos	Adubo NPK 50kg (cobertura)	328	302	369	333	2	666	858		
	novembro	14			Combustível e óleo 2 T roçadeira	6	6	6	6	10	60			

Ano	Mês	N-M	Etapa	Atividade	Descrição	Preço 01 (R\$)	Preço 2 (R\$)	Preço 3 (R\$)	Média	Quantidade requerida	Total por item (R\$)	Total (R\$)	Total por ano em dólares (UR\$)
	novembro	14		Equipamentos	Isca formicida granulada 5 Kg	130	155	111	132	1	132	136,6667	
	novembro	14			Roçadeira costal (aluguel)	70	70	70	70	1	70		
	novembro	14			Fio de corte (50m)	70	65	65	66,66667	1	66,6666667		
	novembro	14		Logística	Aluguel caminhonete (5 lugares) diária + seguro	299	340	339	326	1	326	411	
	novembro	14			combustível caminhonete pequena	5	5	5	5	17	85		
	novembro	14		Relatório de manutenção	Relatório da terceira manutenção	2004	2004	2004	2004	1	2004	2004	
	novembro	14			TOTAL SEM BID							4261,667	
	novembro	14		BID	Custos administrativos + lucro (17,5%)							745,7917	
	novembro	14			TOTAL COM BID							5007,458	
	abril	19		Monitoramento 04	Monitoramento pré estiagem 04	Relatório de Monitoramento (incluindo BID, impostos e taxas)	2505	2505	2505	2505	1	2505	
	maio	20	Manutenção 04 - pós estiagem - final	Mão de obra requerida	Mão de obra implantação (4 auxiliares)	414	414	414	414	1	414	714	
	maio	20			Mão de obra implantação (1 Técnico Florestal)	300	300	300	300	1	300		
	maio	20		Insumos	Combustível e óleo 2 T roçadeira	6	6	6	6	10	60		
	maio	20			Isca formicida granulada 5 Kg	130	155	111	132	1	132		
	maio	20		Equipamentos	Roçadeira costal (aluguel)	70	70	70	70	1	70	136,6667	
	maio	20			Fio de corte (50m)	70	65	65	66,66667	1	66,6666667		
	maio	20		Logística	Aluguel caminhonete (5	299	340	339	326	1	326	411	

Ano	Mês	N-M	Etapa	Atividade	Descrição	Preço 01 (R\$)	Preço 2 (R\$)	Preço 3 (R\$)	Média	Quantidade requerida	Total por item (R\$)	Total (R\$)	Total por ano em dólares (UR\$)
					lugares) diária + seguro								
	maio	20			combustível caminhonete pequena	5	5	5	5	17	85		
	maio	20		Relatório de manutenção	Relatório da terceira manutenção	2004	2004	2004	2004	1	2004	2004	
	maio	20			TOTAL SEM BID							3265,667	
	maio	20		BID	Custos administrativos + lucro (17,5%)							571,4917	
	maio	20			TOTAL COM BID							3837,158	
					TOTAL ANO 01							13854,62	2738,066535
2	outubro	25	Monitoramento 05	Monitoramento pós estiagem 05	Relatório de Monitoramento (incluindo BID, impostos e taxas)	2505	2505	2505	2505	1	2505	2505	
	abril	31	Monitoramento 06	Monitoramento pré estiagem 06	Relatório de Monitoramento (incluindo BID, impostos e taxas)	2505	2505	2505	2505	1	2505	2505	
					TOTAL ANO 02							5010	990,1185771
3	outubro	37	Monitoramento 07	Monitoramento pós estiagem 07	Relatório de Monitoramento (incluindo BID, impostos e taxas)	2505	2505	2505	2505	1	2505	2505	495,0592885
4	outubro	59	Monitoramento 08	Monitoramento pós estiagem final 08	Relatório de Monitoramento Final (incluindo BID, impostos e taxas)	4008	4008	4008	4008	1	4008	4008	792,0948617
				Custo de oportunidade de capital (% a.a.)								6%	

Fonte: Autor (2023), baseado em atividade de campo da disciplina de RAD

