

PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA ANÁLISE AMBIENTAL E RESTAURAÇÃO DE NASCENTE EM AÇAILÂNDIA – MA

Data de aceite: 01/02/2024

João Manoel de Oliveira

Universidade Estadual da Região
Tocantina do Maranhão (UEMASUL)
Departamento de Engenharia Florestal
Imperatriz – Maranhão

Dalton Henrique Angelo

Universidade Estadual do Centro-Oeste
(UNICENTRO)
Departamento de Engenharia Florestal
Imperatriz – Maranhão
lattes.cnpq.br/1110415022028049

Michael Douglas Roque Lima

Universidade Estadual da Região
Tocantina do Maranhão (UEMASUL)
Departamento de Engenharia Florestal
Imperatriz – Maranhão
lattes.cnpq.br/6994462798126546

Chaiane Rodrigues Schneider

Universidade Estadual da Região
Tocantina do Maranhão (UEMASUL)
Departamento de Engenharia Florestal
Imperatriz – Maranhão
lattes.cnpq.br/3881973396953626

Jaqueline Macedo Gomes

Universidade Estadual da Região
Tocantina do Maranhão (UEMASUL)
Departamento de Engenharia Florestal
Imperatriz – Maranhão
lattes.cnpq.br/6999782343980504

RESUMO: As nascentes determinam a origem de bacias hidrográficas e sua composição. São consideradas áreas de preservação permanente em que a vegetação nativa presente no entorno, como matas ciliares e de galeria, promovem a estabilidade do solo, o controle da vazão e preservam o ecossistema aquático. O objetivo da presente pesquisa foi analisar a intensidade dos impactos ambientais na Nascente Glória, no Parque Ambiental de Açailândia – MA, como base para uma proposta de análise e restauração ecológica, por meio do diagnóstico das condições e impactos e dos parâmetros macroscópicos, em forma de *checklist*. Para o levantamento de informações foram realizadas vistorias para observação dos parâmetros macroscópicos, classificando-a quanto ao seu nível de preservação (preservada, perturbada e degradada), e quanto às interferências (diretas ou indiretas) pontuando os cenários obtidos. Os resultados evidenciaram uma nascente perturbada, pelo raio de mata ciliar ser menor que 50 m, estar em processo de fragmentação e, conseqüentemente, com princípio de erosão do solo e presença de herbáceas e arbóreas exóticas de caráter invasor. A proposta de restauração

ecológica envolve metodologia via plantio de mudas nativas, de acordo com a fitofisionomia de mata ciliar local, o isolamento dos fatores antrópicos de degradação, a conscientização da população local, e recomenda um monitoramento mínimo de cinco anos.

PALAVRAS-CHAVE: Diagnóstico ambiental; Restauração Ecológica; Área de Preservação Permanente; Nordeste Brasileiro.

METHODOLOGY PROPOSAL FOR ENVIRONMENTAL ANALYSIS AND RESTORATION OF SPRINGS IN AÇAILÂNDIA – MA

ABSTRACT: Springs determine the origin of river basins and their composition. Permanent preservation areas are considered in which the native vegetation present in the surroundings, such as riparian and gallery forests, promote soil stability, flow control and preserve the aquatic ecosystem. The objective of this research was to analyze the intensity of environmental impacts in Nascente Glória, in the Açailândia Environmental Park – MA, as a basis for a proposal for ecological analysis and restoration, through the diagnosis of conditions and impacts and macroscopic parameters, in the form checklist. To collect information, inspections were carried out to observe macroscopic parameters, classifying it according to its level of preservation (preserved, disturbed and degraded), and regarding interferences (direct or indirect) scoring the scenarios obtained. The results showed a disturbed spring, due to the radius of the riparian forest being less than 50 m, being in the process of fragmentation and, consequently, with the beginning of soil erosion and the presence of herbaceous and exotic trees of an invasive nature. The ecological restoration proposal involves a methodology involving the planting of native seedlings, in accordance with the phytophysiology of the local riparian forest, the isolation of anthropogenic factors of degradation, the awareness of the local population, and recommends a minimum monitoring period of five years..

KEYWORDS: Environmental diagnosis; Ecological Restoration; Permanent preservation area; Brazilian Northeast.

INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas constituem nascentes e corpos hídricos que emergem da superfície formando cursos que abastecem o centro dos continentes, permitem seu fluxo natural e constante na região. Este fluxo é definido como uma 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).

Os corpos hídricos são envoltos de matas ciliares, componentes fundamentais para perpetuação de sua estrutura horizontal e vertical, por manter a composição do solo e protegê-lo da erosão, permitir a manutenção dos ecossistemas com a dispersão vegetal e a circulação da fauna. De acordo com a Lei de proteção da Vegetação Nativa N° 12.651 de 2012, são classificadas como área de preservação permanente, que deve ser restaurada quando ocorrer qualquer forma de degradação, especialmente para manter as devidas

funções (ALVARENGA; BOTELHO; PEREIRA, 2006; BRASIL, 2012). Simultaneamente à Política Nacional de Recursos Hídricos (1997), colabora para 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.

Esta necessidade de proteção vem ao encontro do processo histórico de urbanização presente em todos os ecossistemas, cujas nascentes e demais corpos hídricos foram inseridos no meio urbano. Na atualidade estão associadas à proporcionar experiência de vida aos habitantes, como funções pedagógicas e paisagísticas, além dos bens e serviços para sustentabilidade do ecossistema urbano (DROSOU *et al.*, 2019; KOZAK *et al.*, 2020). Porém, nota-se que parte destes recursos foram manejados sem planejamento, suprimidos, exauridos ou então degradados, e como agravante às mudanças climáticas, são mais comuns a falta de abastecimento de água em cidades e no meio rural, com prejuízos a qualidade de vida, a produção econômica e a segurança alimentar.

Uma área degradada se caracteriza de solos empobrecidos e erodidos, que apresentam instabilidade hidrológica, produtividade primária e diversidade biológica reduzida. Portanto, considera-se área degradada toda aquela que sofreu alteração na sua dinâmica e que não consegue recuperar-se naturalmente (PARROTA, 1992; ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2007). Como exemplo de comum degradação, a supressão da mata ciliar provoca efeitos indesejáveis na sua dinâmica, como a diminuição da infiltração e aumento do escoamento superficial (PEREIRA *et al.*, 2011), efeitos negativos às bacias e nascentes bem como mudanças em cursos de água, ocupações irregulares e despejo de resíduos diversos.

A Portaria SEMANº 27 DE 29/04/2021 do estado do Maranhão (MARANHÃO, 2021a), considera este mesmo conceito, e orienta sobre a necessidade de realizar um Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) com base metodológica de restauração ecológica compatível com o diagnóstico ambiental da área. Na prática, o diagnóstico das áreas degradadas no estado não tem sido descritos apropriadamente, e as metodologias de restauração não estão associadas aos fatores de degradação observados.

Para propor uma metodologia de restauração, é necessário mensurar detalhadamente os impactos ambientais, identificando as interferências causadoras dos impactos, e o grau de preservação da vegetação ao entorno da nascente (GOMES; MELO; VALE, 2005; PINTO *et al.*, 2004), para então definir as metodologias de restauração a serem aplicadas. Em especial, os ambientes ciliares, pois são consideradas áreas prioritárias para conservação da biodiversidade e dos bens e serviços atrelados a sua preservação (BOTELHO; DAVIDE, 2002; EMER *et al.*, 2011; BRANCALION *et al.*, 2013).

A Nascente Glória localizada no Parque Ambiental de Açailândia, foi declarada de utilidade pública (MARANHÃO, 2021b), e aparentemente existem atividades antrópicas aparentes que não seguem os padrões de proteção ambiental. Neste sentido, este estudo tem por finalidade avaliar a intensidade dos impactos ambientais na Nascente Glória de Açailândia – MA, e embasar a elaboração de um projeto restauração ecológica.

METODOLOGIA

Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido na nascente Glória, que está situada no Parque Ambiental de Açailândia (4°57'27,5"S 47°29'04.3"W) (Figura 1).

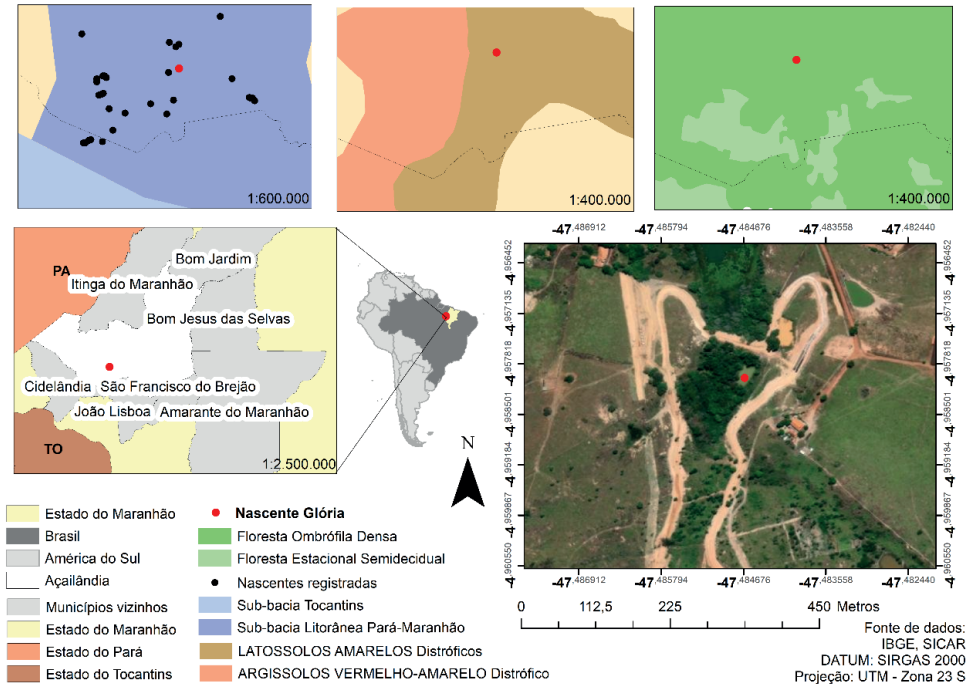


Figura 1 – Mapa da localização da Nascente Glória do Parque Ambiental de Açailândia – MA.

A nascente está localizada na bacia do Tocantins-Araguaia e alimenta o Córrego Esperança, que deságua no Riacho Açailândia, importante para o abastecimento de água na cidade considerada área de proteção ambiental (MARANHÃO, 2021b). Trata-se de uma área de ecótono, entre os biomas Amazônia e Cerrado (SANTOS; NUNES, 2018). Os solos da região de Açailândia são classificados como LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico (ARAÚJO; DIAS; CATUNDA, 2019).

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, ocorrendo em março (ALVARES *et al.*, 2013).

Diagnóstico ambiental

Para a determinação do grau de preservação da nascente, foi utilizada a metodologia de Pinto *et al.* (2004), classificada em 3 categorias:

- Preservada: Vegetação natural de entorno ocupando raio de 50 m ou mais.
- Perturbada: Vegetação natural de entorno ocupando raio menor que 50 m, mas em bom estado de preservação, mesmo que ocupada por construções ou usada para cultivo.
- Degradada: Alto de grau de perturbação, ocupada por pastagens, sinais de compactação, presença de gado e outros animais de criação, erosões, voçorocas etc.

A metodologia de Gomes; Melo e Vale (2005) foi utilizada para identificar os principais parâmetros que afetam as condições ecológicas da nascente, como as interferências diretas, que podem ser observadas na água e afetam sua composição química (esgoto, óleos, resíduos etc.), e as interferências indiretas, relacionadas à estrutura do ecossistema, sua proteção e agentes externos (vegetação, proteção e ações antrópicas na área).

Cada parâmetro recebeu pontuação de 1 a 3, onde 1 ponto indica o pior cenário de conservação; 2 pontos indicam cenário mediano, apenas com marcas de interferência, e 3 pontos indicam cenário ideal de conservação da área. Assim, o impacto foi classificado quanto ao somatório dos pontos da observação dos parâmetros macroscópicos: 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; e, Classe E (péssima), com pontuação inferior a 28 pontos.

Proposta de restauração ecológica

A proposta de restauração ecológica foi desenvolvida a partir do diagnóstico realizado, com uso das metodologias propostas e apresentadas por Brancalion, Gandolfi e Rodrigues (2015). Simultaneamente, foram observadas as orientações descritas na Portaria SEMA Nº 27 DE 29/04/2021 e na Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Nº 12.651/2012).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diagnóstico ambiental da Nascente

A nascente Glória foi considerada uma nascente perene, caracterizada por um relevo declivoso ao entorno com atenuação de cota topográfica formando uma lagoa com aspecto brejoso. De acordo com a metodologia empregada (PINTO *et al.*, 2004), embora tenham sido observada cobertura arbórea, a vegetação ciliar da nascente não apresenta

os 50 m de raio, estando inferior ao recomendado na Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Nº 12.651/2012) (BRASIL, 2012).

Além disso, sua vegetação natural foi afetada pela construção de um corredor asfaltado para transeuntes e demais aberturas formadas pelas herbáceas exóticas que competem com a regeneração natural, caracterizando o histórico de uso do solo da área antes da desapropriação. Considerando o raio proposto na legislação vigente, a área de mata ciliar preservada deveria ser de 7.850 m², no entanto apresenta 5.230 m² a recompor intensivamente. Portanto, a nascente pode ser considerada, de acordo com a pontuação como perturbada.

Com a classificação de impactos proposta por Gomes; Melo e Vale, 2005 (2005), a APP se encontra na classe de preservação ruim (classe D), com total de 29 pontos para os parâmetros macroscópicos observados (Quadro 1).

Parâmetros macroscópicos	Pontuação					
	1		2		3	
Interferência Direta						
Coloração	Escura	1	Clara	0	Incolor	0
Odor	Forte	0	Fraco	0	Ausente	3
Material Flutuante	Muito	0	Pouco	0	Ausente	3
Espuma	Muita	0	Pouca	0	Ausente	3
Óleo	Muito	0	Pouco	0	Ausente	3
Esgoto Doméstico	Presente	0	Superficial	0	Ausente	3
Sub Total	1		0		15	
Interferência Indireta						
Resíduos Sólidos	Muito	0	Pouco	2	Ausente	0
Degradação	Alta	1	Baixa	0	Preservada	0
Uso por animais	Presentes	0	Rastros	0	Ausentes	3
Uso antrópico	Presentes	1	Rastros	0	Ausentes	0
Proteção do local	Ausente	0	Presente c/ acesso	2	Presente s/ acesso	0
Construções	< 50 m	1	50 a 100 m	0	> 100 m	0
Tipo de área	Irregular	0	Privada	0	Pública	3
Sub Total	3		4		6	
Total	4		4		21	
29						

Quadro 1. Parâmetros macroscópicos para diagnóstico ambiental de nascentes.

Fonte: Adaptado de Gomes; Melo e Vale (2005) e Kuntz e Adami (2017).

Percebe-se que a intensidade de impactos ambientais incidentes diretos é menor do que às interferências indiretas observadas, ao considerar as pontuações menos interessantes à mata ciliar (1 e 2), pois não há presença de esgoto doméstico, espuma ou óleos, além de não apresentar odor característico. Porém, as características de brejo no local, e a deposição de sedimentos e matéria orgânica oriundos de serrapilheira e horizonte A do solo, transportado pela água superficial, dão à água um tom escuro em sua superfície, e caracteriza o início de erosão. Tais observações são identificadas próximas ao olho da água e demais pontos desprovidos de vegetação, evidência de que a coloração da água é oriunda de impactos indiretos.

Quanto aos impactos indiretos, não encontramos presença e indícios de uso da área por animais domésticos ou exóticos, como dessedentação, sendo encontradas marcas de uso antrópico passado, como uso alternativo do solo para pastagem. Mas as construções dentro da área de APP caracterizam uso antrópico, que somado a carência e degradação de mata ciliar sem proteção figuram como maiores responsáveis indiretos aliados a deposição de pequena quantidade de resíduos sólidos, como toras e proteção do local com obras defeituosas, sendo complementadas por espécies herbáceas e arbóreas exóticas não mencionadas na metodologia de diagnóstico (Figura 2).

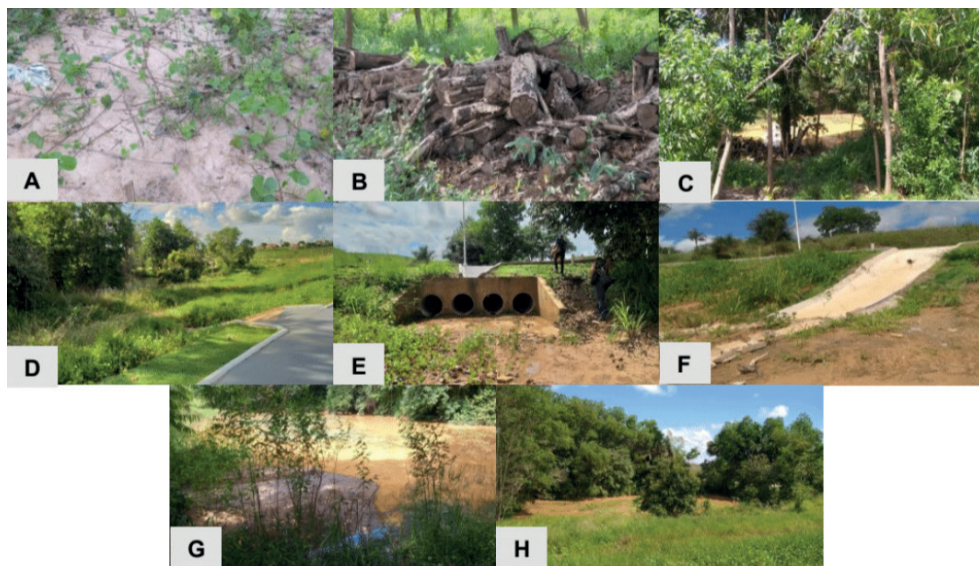


Figura 2. Fotografias obtidas na realização do diagnóstico da Nascente Glória, Açailândia – MA. **A-** vegetação pioneira; **B-** toras empilhadas à margem; **C-** presença de *Acacia mangium*; **D-** corredor asfaltado; **E-** construção de bueiros e sedimentação; **F-** obras deficientes **G-** coloração da água e sedimentação; **H-** presença de herbácea exótica invasora.

Fica evidente, portanto, a necessidade de incluir no diagnóstico a presença ou ausência de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas exóticas que podem alterar a o grau/intensidade de preservação da mata ciliar avaliada devido a alteração na pontuação final. Deste modo, possivelmente corrobora para outra classificação da área, que pode se enquadrar em “péssimo” grau de preservação.

Pode-se mencionar como exemplo, *Acacia mangium* Willd., *Mangifera indica* L., *Tabebuia rosea* (Bertol.) Bertero ex A.DC., *Azadirachta indica* A. Juss, *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. são espécies exóticas, frequentemente associadas à diminuição da riqueza de espécies nativas, pela inibição do estabelecimento de suas plântulas através da competição, levando a redução do número de espécies e abundância (BLUM; BORGIO; SAMPAIO, 2008; SILVA, 2016; SANTOS; FABRICANTE, 2020). São muito comuns na arborização urbana, e ocasionam invasões biológicas, nas matas ciliares urbanas, e muitas vezes, via dispersão hídrica e anemocórica, e contaminam outros ambientes ciliares, ameaçando a biodiversidade dos ecossistemas.

Restauração

Procedimentos para restauração ecológica

Ao considerar os principais impactos observados no diagnóstico ambiental, como a coloração escura da área em decorrência da erosão superficial, além da elevada degradação da área, presença de resíduos sólidos, construções, o acesso e uso antrópico, e a presença de espécies exóticas, foram delineados os procedimentos de restauração ecológica para a Nascente Glória.

Desta forma, três focos principais devem ser listados como ação imediata para restauração ecológica da Nascente Glória: plantio de preenchimento e enriquecimento, proporcionar abrigo e alimento para a fauna, e a conscientização da população local quanto à preservação das matas ciliares. Entre as ações posteriores, menciona-se conectar a nascente com outros remanescentes próximos, a fim de proporcionar o fluxo gênico das espécies.

Plantio de preenchimento e enriquecimento

As matas ciliares devem ser restauradas com uso de espécies nativas considerando os estágios de sucessão ecológica, seja por meio de plantio de mudas e/ou semeadura direta (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Por se tratar de uma Unidade de Conservação (UC), simultaneamente à uma Área de Preservação Permanente (APP), a escolha correta das espécies nativas a serem plantadas é essencial para o sucesso da restauração. A escolha das espécies não deve apenas estar vinculada à sua fitogeografia, mas também pelas suas características de estágio sucessional (pioneiras, secundárias, clímax), enquadrando-as em plantios de preenchimento e enriquecimento (Quadro 2).

Família	Nome científico	ES	PL	CA	SD
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	PI	P	NE	ANE
	<i>Anacardium giganteum</i> W.Hancock ex Engl.	PI	P	LC	ZOO
Annonaceae	<i>Guatteria sellowiana</i> Schldt.	SI	P	LC	ZOO
Araliaceae	<i>Didymopanax macrocarpus</i> (Cham. & Schldt.) Seem.	PI	P	NE	ZOO
Arecaceae	<i>Euterpe oleraceae</i> Mart.	CL	E	NE	ZOO
	<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	CL	E	NE	ZOO
	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	CL	E	NE	AUT
Bignoniaceae	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vhal.) G.Nichols.	CL	E	NE	ANE
	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	SI	P	NE	ANE
	<i>Jacaranda praetermissa</i> Sandwith	SI	P	LC	ANE
	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	SI	P	NE	ANE
Caesalpiniaceae	<i>Schizolobium parahyba var. amazonicum</i> (H.ex D.) Barneby	PI	P	NE	ANE
Clusiaceae	<i>Platonia insignis</i> Mart.	SI	P	NE	ZOO
Fabaceae	<i>Andira cujabensis</i> Benth.	CL	E	NE	ZOO
	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	SI	P	NE	AUT
	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	CL	E	VU	ANE
	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	PI	P	NE	ZOO
	<i>Hymenaea stignocarpa</i> Mart. ex Hayne	SI	P	NE	ZOO
	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	PI	P	NE	AUT
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	PI	P	NT	ZOO
	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	SI	P	LC	ZOO
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	SI	P	NE	AUT
	<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	SI	P	LC	AUT
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	PI	P	LC	ZOO
	<i>Inga edulis</i> Mart.	PI	P	NE	ZOO
	<i>Inga nobilis</i> Willd.	PI	P	NE	ZOO
	<i>Inga vera</i> Willd.	PI	P	NE	ZOO
	<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	PI	P	LC	AUT
	<i>Plathymeria reticulata</i> Benth.	PI	P	LC	ANE
	<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	PI	P	NE	ANE
	<i>Parkia platycephala</i> Benth.	PI	P	LC	ANE
Lamiaceae	<i>Vitex polygama</i> Cham.	PI	P	NE	ANE
Lauraceae	<i>Dicypellium caryophyllaceum</i> (Mart.) Nees	CL	E	CR	ZOO
	<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees & Mart.) Mez	ST	E	NT	ZOO
Lecythidaceae	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	SI	E	VU	AUT
	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	PI	P	NE	AUT
Magnoliaceae	<i>Talauma ovata</i> A. St. Hil.	CL	E	VU	ZOO
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	PI	P	NE	ZOO

Família	Nome científico	ES	PL	CA	SD
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	PI	P	NE	ANE
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	CL	E	EN	ZOO
Myrtaceae	<i>Eugenia dysentica</i> (Mart.) DC.	CL	E	NE	AUT
Rutaceae	<i>Pilocarpus microphyllus</i> Stapf ex Wardlew.	CL	E	VU	ZOO
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	PI	P	NE	ZOO
Salicaceae	<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	PI	P	NE	ZOO
Sapotaceae	<i>Manikara elata</i> (Allemão ex Miq.) Monach.	SI	P	NE	ANE
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trecúl	PI	P	NE	ZOO
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	PI	p	NE	ZOO

Quadro 2. Espécies passíveis de plantio de restauração ecológica da nascente. ES-estágio de sucessão; PI-pioneira; SI-secundária inicial; ST-secundária tardia; CL-clímax. PL-plantio; P-preenchimento; E-enriquecimento. CA-categorias de ameaça; LC- menos preocupante; NT-quase ameaçada; VU-vulnerável; CR-criticamente em perigo; EN-em perigo; NE-não avaliado. SD-síndrome de dispersão; ANE-anemocórica; ZOO-zoocórica; AUT-autocórica.

Fonte: REFLORA (2020), MMA (2022).

As espécies mais tolerantes à sombra (espécies de enriquecimento), são recomendadas para plantio dentro da vegetação remanescente, enquanto as pioneiras e secundárias mais tolerantes à luz/radiação, são recomendadas para reconstituir a vegetação ausente. Será considerada a área total de 7.850 m², sendo 5.230 m² de área para plantio de preenchimento e o restante para enriquecimento.

Se considerar a legislação vigente do Maranhão, o projeto inclui o plantio de no mínimo 35% de espécies nativas regionais enquadradas em alguma das categorias de ameaça (União Internacional para a Conservação da Natureza - IUCN), bem como mínimo 45% (quarenta e cinco por cento) de espécies zoocóricas para a atrair a fauna. Neste sentido, as espécies descritas no Quadro 2, somam 36% de espécies em alguma categoria de ameaça e 51% de espécies zoocóricas.

Entretanto, deve-se ter consciência que a disponibilidade de viveiros com produção de mudas nativas ainda é bastante incipiente em todo o Brasil, e que os percentuais de espécies a serem plantados de acordo com a legislação são basicamente impraticáveis atualmente. Oportunamente, a ciência tem desenvolvido estudos voltados a restauração ecológica, uma vez que as principais dificuldades estão em vencer a predominante presença de espécies exóticas invasoras. Dificuldades estas, cujas espécies com características estágios sucessionais mais avançados não conseguem superar (SCHNEIDER, 2023). Portanto, a dinâmica de uso do percentual de espécies a serem utilizadas, de acordo com a legislação do Maranhão, permite trabalhar com uma diversidade menor de espécies, desde que atenda o percentual desejado.

Além da necessidade de aptidão na região, consideram-se práticas silviculturais básicas (RODRIGUES; GANDOLFI, 2000; SCHNEIDER, 2023). Tais práticas silviculturais

estão previstas na legislação, com monitoramento até os 36 meses de idade. No entanto, ressalta-se que o combate de espécies exóticas invasoras são mais efetivos sob maior tempo de aplicação e intensidade das práticas silviculturais e do monitoramento (SCHNEIDER, 2023). Por esta razão, e por se tratar de uma área urbana, sob constante pressão antrópica, entende-se a necessidade de vincular um período maior de monitoramento e práticas silviculturais, sendo de 60 meses (Quadro 3).

Atividade	Finalidade	Descrição	
1	Roçada seletiva e coroamento	Controle de plantas infetantes e exóticas	Limpeza de plantas que venham a competir por nutrientes com as espécies nativas provenientes do processo da regeneração natural e/ou do plantio. Remoção de espécies exóticas arbóreas presentes. Quando arbórea de grande porte, efetuar anelamento.
2	Demarcação de covas	Espaçamento	Arranjo de 2 x 2 m em locais abertos (espécies de preenchimento) e 3 x 3 m em locais com vegetação estabelecida (espécies de enriquecimento) (MOREIRA <i>et al.</i> 2019).
3	Abertura de covas	Berço para plantio	Covas com 30 cm de profundidade e 25 cm de largura.
4	Correção do solo	Acidez do solo	Correção do pH do solo com aplicação de 200 g de calcário por cova. Dependendo da análise prévia do solo, caso haja necessidade.
5	Adubação	Adubação de base	Será usado o adubo de formulação 4-14-8 + micronutrientes, aplicando uma dose de 150 g/cova.
6	Coroamento	Controle de plantas infetantes	Capina manual com raio de 50 cm para remover ou controlar a vegetação no entorno da regeneração natural e/ou do plantio.
7	Irrigação	Uso do hidrogel	Aumenta a absorção de nutrientes pelas raízes, principalmente água, aumentando o rendimento do uso de água. 10 g/cova.
8	Plantio	Qualidade das mudas	Mudas produzidas em tubetes ou sacos plásticos, rustificadas, plantio manual.
9	Tutoramento	Inclinação do caule e quebra	Uso de piquetes de 60 cm para guiar o crescimento das mudas e identificar o local de plantio para futuras práticas silviculturais.
10	Semeadura direta	Locais de difícil acesso	Uso de sementes a lanço de espécies propícias a locais úmidos de difícil acesso (açai, buriti e bacaba), compreendendo os 2 a 3 m de vegetação do corpo hídrico.
11	Práticas silviculturais e metodologias adicionais	6 meses	Monitoramento de sobrevivência e replantio, se necessário; Com uso da técnica de nucleação, recondicionar as toras empilhadas na forma de leiras (enleiramento de galharia) com a finalidade de proporcionar refúgios atraentes para a fauna.
		12 meses	Monitoramento de sobrevivência, coroamento e remoção de regeneração de arbóreas exóticas.
		18 meses	Coroamento.
		24 meses	Monitoramento florístico, coroamento e remoção de regeneração de arbóreas exóticas.
		36 meses	Monitoramento florístico e coroamento.
		48 meses	Monitoramento florístico e coroamento.
		60 meses	Monitoramento florístico e fitossociológico.

Atividade	Finalidade	Descrição
12 Prospecção futura	Conectividade	Promover a conexão com remanescentes vizinhos; Construção de corredores ecológicos.
	Conscientização ambiental	Todas as atividades podem ser realizadas junto à comunidade. Promover oficinas com escolas e famílias de bairros próximos continuamente, em vista de criar identidade e cuidado com a Nascente Glória.

Quadro 3. Procedimentos para restauração ecológica da Nascente Glória, Açailândia – MA.

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

O plantio de espécies de preenchimento em áreas com elevada luminosidade e desprovidas de vegetação, e de espécies de enriquecimento nas áreas sombreadas, irá proporcionar maior densidade de indivíduos para superar a presença de espécies exóticas invasoras, junto à maior diversidade de espécies e controle da erosão do solo (SANTANA *et al.*, 2022). O plantio deve ser realizado em dezembro, quando evapotranspiração potencial e real do solo se igualam devido a precipitação que se inicia gradualmente em outubro. Adicionalmente, as práticas silviculturais serão realizadas de forma manual e semimecanizada, sem uso de capina química, por ser tratar de proteção do recurso hídrico.

As toras podem ser usadas no método de transposição/enleiramento de galharia, formando aglomerados atrativos a fauna que podem servir como local de repouso, nidificação e alimentação de animais silvestres (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015). Por fim, na implantação, pode-se realizar semeadura a lanço em áreas úmidas, compreendendo os dois primeiros metros de raio a partir do corpo hídrico. A semeadura direta ou na forma de muvucas, tem um bom resultado em áreas degradadas de difícil acesso e que apresentam um terreno declivoso, visando o fechamento rápido por espécies (BARNETT; BAKER, 1991).

A legislação do estado não menciona monitoramento específico. A instrução normativa do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) N° 11/2014 (ICMBio, 2014), propõe que a avaliação da restauração seja realizada em até quatro anos após a implantação do projeto, e pode ser prorrogado por igual período caso o cronograma previsto ou o objetivo ultrapasse esse prazo. Recomenda-se, portanto, o monitoramento durante 5 anos, com a mensuração de mortalidade e crescimento, e aplicação das práticas silviculturais da restauração (controle de plantas invasoras, adubações e replantios).

Nos monitoramentos, ressalta-se a importância do relatório florístico com uso de índices para aferir melhorias da composição florística, comparativamente a outros remanescentes locais para a fitofisionomia presente. São comumente mencionados os índice de diversidade, como o de Shannon-Weaver, e o índice de igualdade de Pielou, amplamente utilizados para entender a dinâmica de riqueza de espécies das formações florestais (SOUZA *et al.*, 2002). Deve-se no entanto, considerar uma análise distinta dos índices para cada forma de vida (arbórea e arbustiva), em vista de não superestimar ou subestimar a diversidade existente (SCHNEIDER, 2023).

CONCLUSÃO

A Nascente Glória, do Parque Ambiental de Açailândia - MA, foi classificada como perturbada, não apresentando contaminação do corpo hídrico, no entanto, demonstra um raio de mata ciliar ser menor que 50 m, fragmentação e princípio de erosão do solo com presença de herbáceas e arbóreas exóticas de caráter invasor.

Evidencia-se que o projeto do parque não foi capaz de atender aos critérios de preservação previstos na Lei de Proteção da Vegetação Nativa Nº 12.651 de 2012, e entende-se necessário aplicar metodologias de restauração ecológica via plantio de mudas nativas, de acordo com a fitofisionomia de mata ciliar local, o isolamento dos fatores antrópicos de degradação, a conscientização da população local, e monitoramento mínimo de cinco anos até que a vegetação se estabeleça.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A. P.; BOTELHO, S. A.; PEREIRA, I. M. Avaliação da regeneração natural na recomposição de matas ciliares em nascentes na região sul de Minas Gerais. **Cerne**, v. 12, n. 4, p. 360-372, 2006.

ALVARES C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ARAÚJO, E. P. de; DIAS, L. B. da S.; CATUNDA, P. H. de A. **Relatório Técnico de Pedologia do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão (ZEE)**. São Luís: IMESC, 2019. 88 p.

ARAUJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

BARNETT, J.P.; BAKER, J.B. Regeneration methods. In: DURYEA, M.L.; DOUGHERTY, P.M. (Eds.). **Forest regeneration manual**. London: Kluwer Academic Publishers, 1991. p.35-50.

BLUM, C. T.; BORGIO, M.; SAMPAIO, A. C. F. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá – PR. **Revista SBAU**, v. 3, n. 2, p. 78-97, 2008.

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.

BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. **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.

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração ecológica**. 1º ed. São Paulo: Oficina de Textos., 2015. 432 p.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. 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: nov. 2023.

DROSOU, N.; SOETANTO, R.; HERMAWAN, F.; CHMUTINA, K.; BOSHER, L.; HATMOKO, J. U. D. Key Factors Influencing Wider Adoption of Blue–Green Infrastructure in Developing Cities. **Water**, v. 11, n. 6, p. 1234, 2019. DOI: 10.3390/w11061234

EMER, A. A.; BORTOLINE, C. E.; ARRUDA, J. H.; ROCHA, K. F.; MELLO, N. A. de. **Valorização da flora local e sua utilização na arborização das cidades. Synergismus scyentifica**, v.6, n.1, p. 1-7 e p. 21-31, 2011.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: dez. 2023.

GOMES, P. M.; MELO, C. de; VALE, V. S. do. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: Análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**, v. 17, n. 32, p.103-120, 2005.

ICMBio – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Instrução Normativa ICMBio nº 11/2014. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/cepsul/legislacao/instrucao-normativa/430-2014.html>>. Acesso em: nov. 2023.

KOZAK, D.; HENDERSON, H.; DE CASTRO MAZARRO, A.; ROTBART, D.; ARADAS, R. Blue-Green Infrastructure (BGI) in Dense Urban Watersheds. The Case of the Medrano Stream Basin (MSB) in Buenos Aires. **Sustainability**, v. 12, , n. 6, p. 2163, 2020. DOI: 10.3390/su12062163

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022. Atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>>. Acesso em: mar. 2023.

MARANHÃO, 2021a. Portaria SEMA nº 27, 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. Disponível em: <<https://legislacao.sema.ma.gov.br/arquivos/1644344712.pdf>>. Acesso em: mar. 2023.

MARANHÃO, 2021b. Decreto 36.831, de 2 de julho de 2021. Declara utilidade pública, para fins de desapropriação, área destinada à construção de Parque Ambiental em Açailândia/MA. Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/ma/decreto-n-36831-2021-maranhao-altera-o-decreto-n-36748>>. Acesso em: nov. 2023.

PARROTA, J. A. The role of plantation forest in rehabilitation degraded tropical ecosystems. **Agriculture Ecosystems and Environmen**t, v. 41, n. 114, p. 115-133, 1992.

PEREIRA, P. H. V.; PEREIRA, S. Y.; YOSHINAGA, A.; PEREIRA, P. R. B. Nascentes: análise e discussão dos conceitos existentes. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 7, n. 2, p. 139-151, 2011. DOI: 10.17271/19800827722011109

PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, E. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Forestalis**, n. 65, p. 197-206, 2004.

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.

SANTANA, F. de O.; ESPÍRITO SANTO, F. da S. do; SILVA, M. A. P. da. Diagnóstico e estratégias para a restauração de nascentes no assentamento Ojefesson Santos, Coaraci – BA. **Enciclopedia Biosfera**, v. 19, n. 42, 2022. DOI: 10.18677/EnciBio_2022D31

SANTOS, G. dos; FABRICANTE, J. R. Potencial de invasão biológica do Nim (*Azadirachta indica* A.Juss.) no Nordeste Brasileiro. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 14, n. 3, p. 07-12, 2020. DOI: 10.18316/rca.v14i3.5093

SANTOS, R. L.; NUNES, F. G. Imperatriz do Maranhão: Proposição para a compreensão do processo de ocupação e Consolidação da cidade. **GeoTextos**, v. 14, n. 2, p. 117-141, 2018. DOI: 10.9771/geo.v14i2.26988

SCHNEIDER, C. R. **Avaliação de procedimentos para restauração ecológica no bioma Mata Atlântica**. 198 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Floerstal, 2023.

SILVA, M. C. N. A. da. **Processos ecológicos e invasão biológica por *Acacia mangium* Willd nos ecossistemas de Mussunungas**. 2016. 83 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2016.

SOUZA, A. L. de; SCHETTINO, S.; JESUS, R. M. de; VALE, A. B. do. Dinâmica da composição florística de uma floresta ombrófila densa secundária, após corte de cipós, Reserva Natural da Companhia Vale do Rio Doce S.A., Estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 552-555, 2002.