



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

## Relatório de atividades

**Projeto:** RestauraCocó - Restauração ecológica e gestão participativa da área incendiada do Parque Estadual do Cocó

**Subprojeto:** Restauração da vegetação. Experimento de restauração e regeneração natural e reabilitação de brejo e manguezal.

**Coordenadora do projeto:** Anna Abrahão

**Coordenadora do subprojeto:** Roberta Boscaini Zandavalli

**Relatório relativo ao período de março a maio**

Fortaleza, 01 de agosto de 2025

## Sumário

Introdução.....	3
Metodologia.....	5
Resultado e discussão.....	7
Referências.....	14

## Introdução

Ambientes temporariamente alagados, como veredas, várzeas e brejos paludosos, representam ecossistemas de elevada importância ecológica, embora muitas vezes negligenciados na conservação. Essas áreas são classificadas conforme suas características como: vegetação associada, origem da água, forma como a água se acumula e frequência de inundação. Os ambientes inundáveis chamados de brejo são localizados em áreas de depressão no terreno e apresentam uma lâmina d'água, que pode permanecer o ano todo ou estar presente em alguns meses no ano (Balasubramanian, 2011). Esses ecossistemas são bastante diversos, podendo ser encontradas inúmeras espécies de invertebrados como insetos, moluscos e crustáceos, que por sua vez, atraem diversas espécies de vertebrados como anfíbios, aves, répteis, mamíferos, além dos peixes (Cherry, 2011). São locais considerados berçários para uma grande variedade de espécies aquáticas e aves. Além disso, esses ambientes funcionam como corredores ecológicos do tipo "Stepping Stones", caracterizados por fragmentos de habitat espacialmente próximos que facilitam a conectividade funcional ao unir fragmentos maiores de vegetação, promovendo, assim, o fluxo gênico e o movimento de organismos entre áreas isoladas. (Berges et al., 2010).

Além da manutenção da biodiversidade, as áreas úmidas atenuam as inundações, melhoram a qualidade da água, recarregam os aquíferos subterrâneos, protegem o solo da erosão e absorvem o excesso de nutrientes que poderiam contribuir para a eutrofização dos corpos d'água (Zhang et al. 2011). Quando inseridos em áreas urbanas, esses ecossistemas ainda desempenham a função de atenuar a carga de poluentes, absorvendo e transformando compostos químicos advindos da ação antrópica. Devido a essa funcionalidade de limpeza da água, diversos países estão utilizando o sistema de brejo construído (artificial) como alternativa para tratamento de esgoto doméstico (Equipe

wetlands 2020).

Apesar de sua importância funcional, esses ecossistemas vêm sofrendo intensas pressões antrópicas nas últimas décadas. Sendo, portanto, a restauração de ambientes alagados, uma estratégia urgente e necessária para mitigar os impactos da degradação e promover a diversidade biológica.

Em alguns locais, a lâmina d'água presente não é muito profunda e associado a um regime hídrico de chuvas sazonal, pode haver a secagem total da água. Nesses ambientes sujeitos a forte alternância entre períodos de alagamento e seca impõem elevada seletividade ambiental, favorecendo a ocorrência de um conjunto restrito de espécies altamente adaptadas a essas condições hidrológicas. Nesses sistemas, observa-se frequentemente a dominância de poucas espécies com estratégias morfofisiológicas especializadas (Bansal et al, 2019). Tal dominância é frequentemente intensificada em áreas alagadas inseridas em ambientes urbanos, onde o aporte de nutrientes — oriundo de escoamento superficial e resíduos antrópicos — pode promover condições eutróficas que favorecem o crescimento acelerado e a superpopulação dessas espécies tolerantes (Lankin et al. 2011; Corrêa et al. 2017).

A região alagada localizada na área do incêndio no Parque do Cocó, definida como brejo paludoso, mantém uma lâmina de água apenas durante o período chuvoso, e, no período de reduzida pluviosidade, o ambiente seca completamente. No período de inundação as espécies vegetais crescem rapidamente já que dispõem de altos teores de nutrientes e alta radiação solar. No período seco, o brejo permanece com a biomassa seca das plantas a qual se torna uma espécie de combustível em potencial, prestes a pegar fogo. Na retomada das chuvas a matéria seca e morta se decompõe e a vegetação que permanecia viva por meio de caules subterrâneos (rizomas) volta a se recuperar rapidamente.

Poucas espécies vegetais apresentam adaptações para tolerância à mudanças tão bruscas no ambiente, dentre elas, encontram-se *Typha dominguensis* (Junco) e a *Cyperus articulatus* (capim do brejo), as quais dominam o brejo no Parque do Cocó. As duas espécies são classificadas como helófitas, plantas aquáticas ou semi-aquáticas que vivem enraizadas no solo submerso ou saturado de água e que têm partes aéreas (folhas e flores) emergindo acima da superfície da água. Como principais adaptações à alagamento prolongado estão o desenvolvimento de aerênquima presente em todo corpo da planta e sistema radicular rizomatoso que se espalha horizontalmente no solo instável (Baladrón et al. 2023). Para essas espécies em particular, a presença do caule rizomatoso permite que elas se mantenham seus caules vivos enquanto suas folhas secam durante o período seco.

Somando a importância desse ambiente e o grau de risco de incêndio, tivemos como objetivo acompanhar a dinâmica da vegetação dessa área alagável, levantar informações sobre o grau de inflamabilidade das espécies vegetais e propor um plano de restauração para esse ambiente, visando a mitigação de incêndios e a conservação ecossistêmica.

### **Objetivos específicos**

- (1) Entender a dinâmica anual das espécies herbáceas aquáticas na área de brejo paludoso queimada em incêndio anterior no Parque do Cocó;
- (2) Quantificar o grau de inflamabilidade das espécies mais representativas do brejo;
- (3) Propor um plano de restauração do ambiente aquático para reduzir a quantidade de espécies de alto grau de combustão e manter a diversidade de fauna e flora no ambiente.

## **Metodologia**

Com o intuito de observar a dinâmica anual da vegetação herbácea e entender qual o risco de incêndios na área de brejo paludoso do Parque Estadual do Cocó fizemos campanhas a cada dois meses para quantificar o grau de cobertura e a biomassa das espécies. Foram 6

campanhas dias: 06/06/2024, 08/08/2024, 27/09/2024, 28/11/2024, 23/01/2025 e 04/04/2025. Em cada campanha fizemos a estimativa de cobertura por espécie em parcelas de 50 x 50cm, foram 10 parcelas em área de margem e 10 parcelas a 10 metros da margem entrando na área alagada. A cobertura foi obtida considerando-se a porcentagem de ocorrência da espécie dentro da parcela. Após a medida de cobertura, toda a biomassa vegetal foi retirada e levada para o laboratório. Foram então separadas as biomassas para cada espécie e colocadas em estufa para posterior medida de peso seco. Depois de passados 7 dias em estufa a 65°C as plantas foram pesadas. As espécies vegetais coletadas foram identificadas usando como referência sites de herbários, o plano de manejo do Parque do Cocó e artigos científicos de levantamento florístico em lagoas temporárias do Ceará (REFLORA 2025, Matias et al. 2021, Matias 2022, Matias 2024, SEMA 2025). Além desses dados, foi obtida a profundidade da lâmina d'água ao longo do ano.

No final de 2024 decidimos quantificar o grau de inflamabilidade das espécies mais representativas: *Ammannia* sp., *Annona glabra*, *Cyperus articulatus*, *Marsilea quadrifolia* e *Typha domingensis*. Para a obtenção do grau de inflamabilidade das espécies mais abundantes foram realizados experimentos de queima de biomassa seca (Jaureguiberry et al. 2011). Dez gramas de folhas para cada espécie foi seca em uma estufa por 48 horas a 65° para perder a umidade. Utilizamos um maçarico como fonte de ignição, direcionado para a base do material vegetal durante 10 segundos, até que a combustão se iniciasse. A medida de biomassa perdida foi obtida através da queima do material vegetal sobre uma balança de precisão, protegida do calor com uma dupla camada de cerâmica preenchida por areia. O tempo de queima foi obtido por meio do registro da queima em vídeo com uma câmera de celular. A temperatura máxima da queima foi medida por um termômetro infravermelho cujo visor também foi registrado em vídeo. Após obtidas essas variáveis calculamos o índice de inflamabilidade de cada espécie. Os valores obtidos para cada um dos três componentes (MT, BT e BB) foram convertidos para uma escala proporcional (0–1), dividindo cada valor pelo valor máximo encontrado para todas as amostras de dados (Jaureguiberry et al., 2011). Em seguida, somamos os três valores, obtendo o índice de inflamabilidade, que varia de 0 (sem inflamabilidade) a 3 (máxima inflamabilidade).

Por fim, neste relatório propomos um plano de restauração da área de brejo paludoso com a finalidade de reduzir o grau de inflamabilidade que será apresentado na sessão de resultado.

## Resultados e discussão

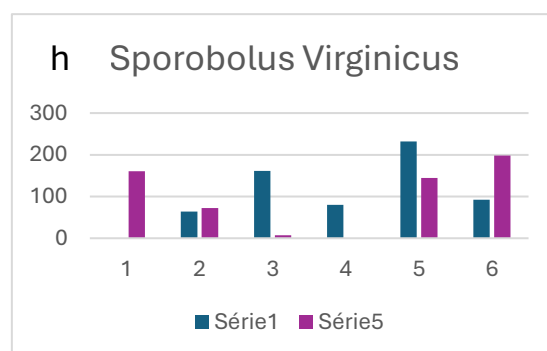
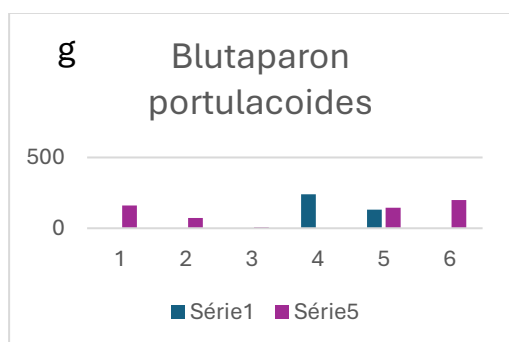
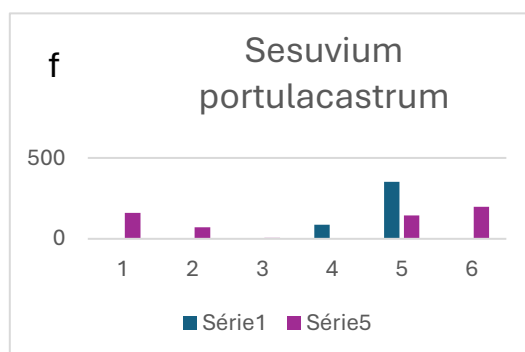
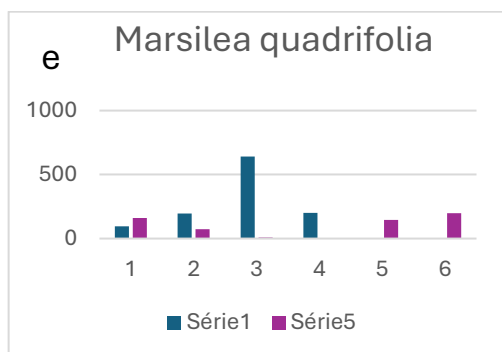
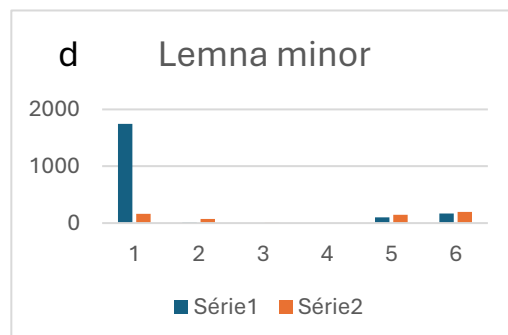
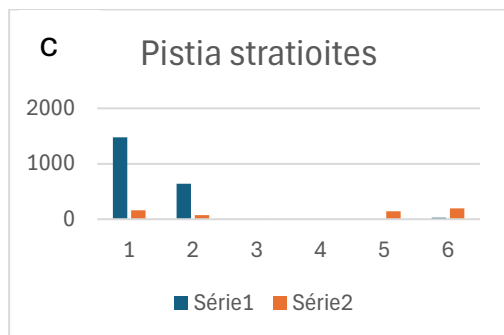
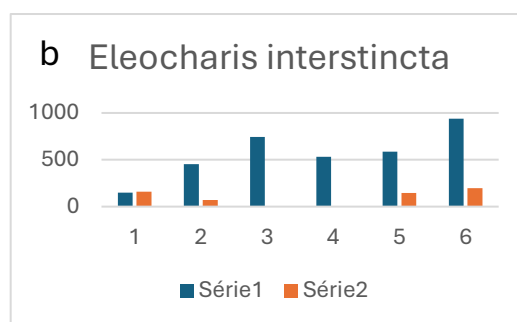
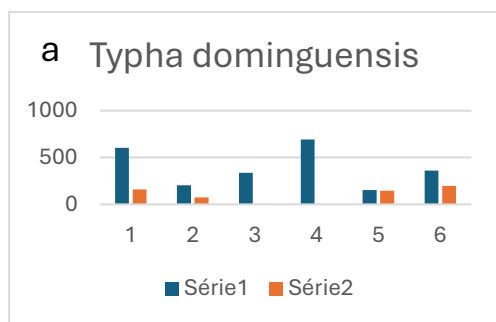
As espécies identificadas no brejo paludoso foram: *Blutaparon portulacoides*, *Sesuvium portulacastrum*, *Sporobolus Virginicus*, *Ludwiria* sp., *Eleocharis* sp.1, *Ludwiria* sp., *Marsilea quadrifolia*, *Typha dominguensis*, *Lemna minor*, *Pistia stratioites*, *Azolla* sp., *Cyperus ligularis*, *Cyperus articulatus*, *Eleocharis interstincta*, *Vigna marina*, *Ammannia* sp., *Tridax procumbens*, *Neptunia plena*, *Aniseia martinicensis*, *Nymphaea rudgeana*.

Os resultados mostram que as espécies mais abundantes, como *T. dominguensis*, *E. interstincta* e *C. articulatus* apresentaram cobertura em todo o período do ano (Fig 1 a, b, e j). Outras espécies exclusivas da estação seca ou da estação chuvosa mostraram nitidamente maior variação ao longo do ano *P. stratioites*, *L. minor*, *M. quadrifolia*, *S. portulacastrum*, *B. portulacoides*, *N. rudgeana*, *Ammannia* sp e *S. Virginicus* (Fig. 1 c, d, e, f, g, h, i e k ). Como podemos ver poucas espécies toleram a forte sazonalidade do local. As três espécies tolerantes são: *T. dominguensis*, *C. articulatus* e *E. interstincta*. Observamos também que, embora a *C. articulatus* não pareceu tão abundante na amostragem da cobertura, esta, junto com a *Typha dominguensis* dominam na área (Fig. 3, 4 e 5).

A profundidade da lâmina d'água variou de 46cm, em abril, a zero em novembro.

Na campanha para zonação da área de acordo com a espécie emergente dominante, observamos que em torno de 10% da área é ocupada pelo Apicum, 30% é dominada pela *C. articulatus*, 40% é dominada pela *T. dominguensis* e 10% é área alagada sem vegetação emergente (Fig. 3).

apresentaram menores tempos de queima, maiores temperaturas da queima e maiores perdas de biomassa na queima (Fig. 2). Assim o grau de inflamabilidade é maior para essas espécies (Tab. 1).





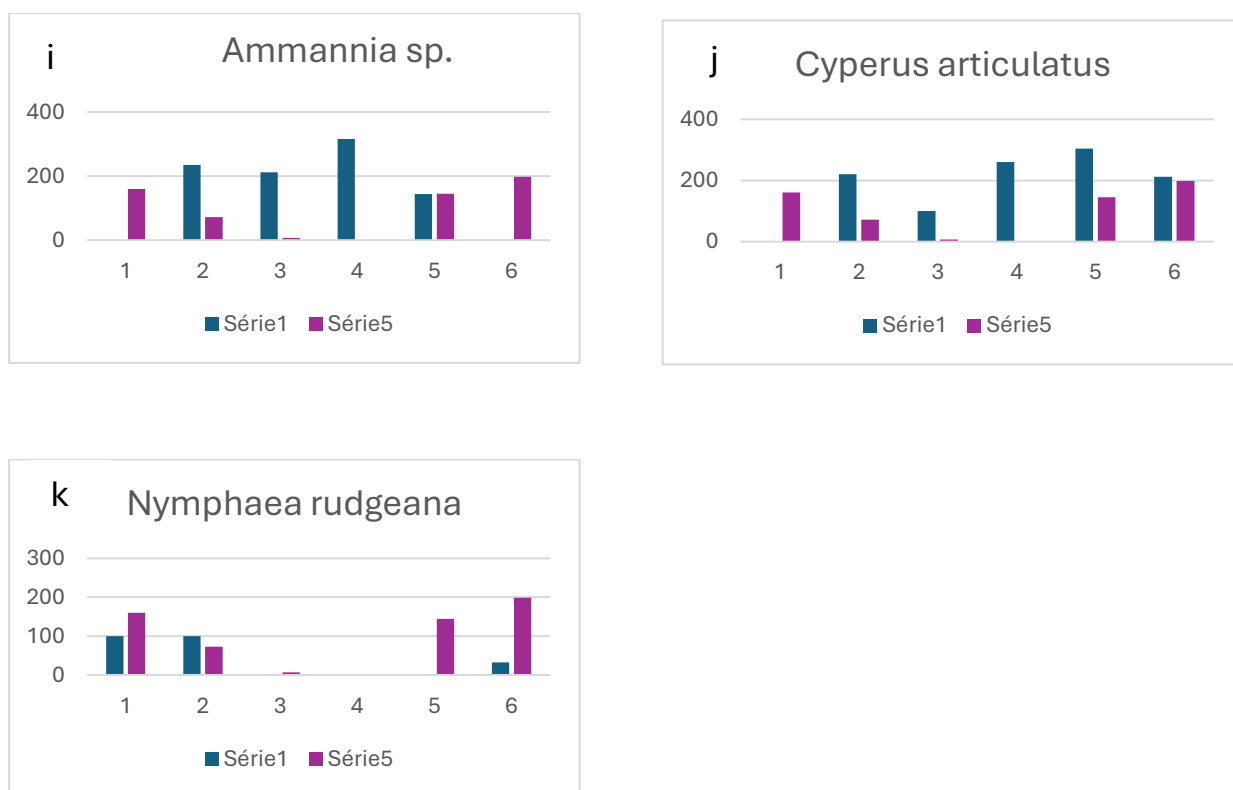


Figura 1 – Grau de cobertura somando-se todas as parcelas das espécies por tempo. 1- 06/06/2024; 2- 08/08/2024; 3- 27/09/2024; 4- 28/11/2024; 5- 23/01/2025; 6- 04/04/2025. Barra azul – cobertura e barra laranja/roxa – profundidade da água no solo em milímetros.

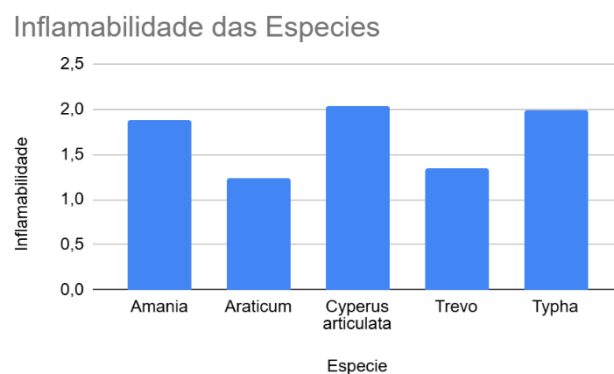
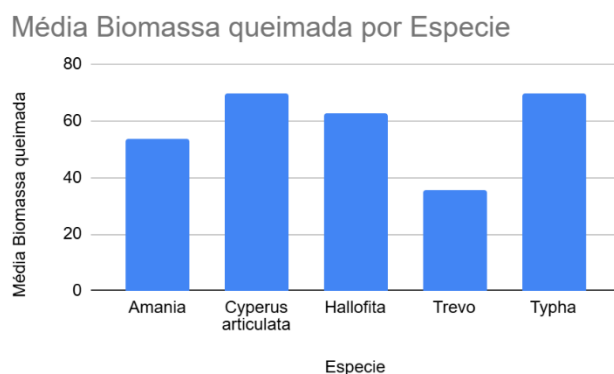
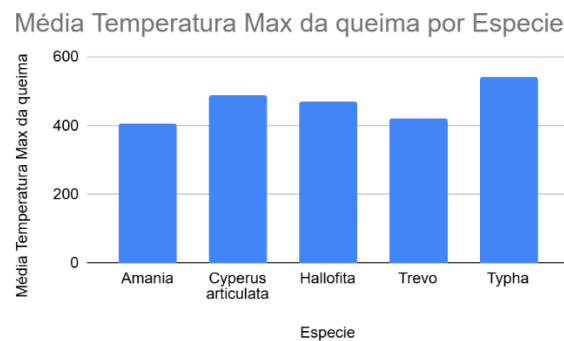
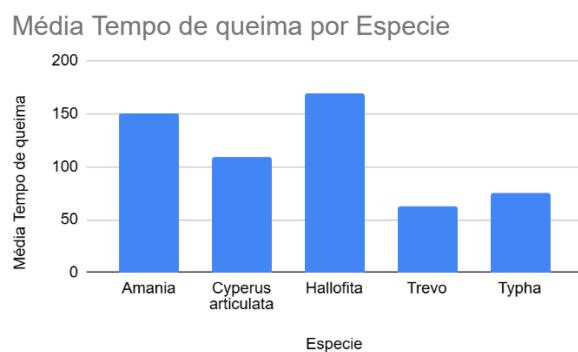


Figura 2. Tempo de queima, temperatura máxima, biomassa queimada e grau de inflamabilidade das espécies encontradas na área de brejo paludoso no Parque Estadual do Cocó.



- Cobertura de *Typha dominguensis*
- Área alagada sem vegetação emergente e apicum
- Cobertura de *Cyperus articulatus*

Figura 3 - Vista aérea com zonação por tipo de vegetação dominante da área de brejo.



Figura 4 – Domínio da espécie *Typha dominguensis* na área de brejo.



Figura 5 – Domínio da espécie *Cyperus artuculatus* na área de brejo.

Após constatado que as espécies mais abundantes na área do brejo paludoso são também as espécies mais inflamáveis elaboramos uma proposta para recuperação dessa área com o objetivo de reduzir o grau de inflamabilidade desta área. Propomos uma intervenção hidrológica, a qual consiste em escavações pontuais com o intuito de aumentar a profundidade da lâmina d'água, atualmente limitada a um máximo de 40 cm. A profundidade atual favorece o estabelecimento e a dominância de duas espécies emergentes altamente inflamáveis: *Typha dominguensis* e *Cyperus articulatus*. Resultados do projeto anterior já demonstraram que ambas as espécies possuem alta inflamabilidade, o que reforça a necessidade de estratégias de manejo direcionadas. Por serem espécies rizomatosas, *T. dominguensis* e *C. articulatus* mantêm estruturas vegetativas subterrâneas viáveis mesmo durante períodos de estiagem, o que lhes confere elevada capacidade de rebrota com o retorno das chuvas. Durante a estação seca, a redução acentuada do nível da água promove o ressecamento da biomassa aérea dessas espécies, resultando em acúmulo de material combustível e, conseqüentemente, em elevado risco de incêndios.

As espécies em questão apresentam preferência por nichos ecológicos bem definidos, especialmente em relação à profundidade da lâmina d'água. A alteração leve do relevo, com o conseqüente aumento da profundidade, pode inviabilizar a colonização e o crescimento dessas macrófitas emergentes. Portanto, o aumento da lâmina d'água por meio de escavações localizadas representa uma estratégia eficaz para desestabilizar o nicho ecológico dessas espécies, promovendo a redução de sua ocorrência e, conseqüentemente, do material inflamável disponível, contribuindo para a mitigação do risco de incêndios em ambientes úmidos. O aumento da profundidade também favorecerá a colonização de macrófitas aquáticas de hábito flutuante, cujas características fisiológicas e estruturais estão associadas a baixos níveis de inflamabilidade. Adicionalmente, a área continuará integrando um importante corredor ecológico utilizado por aves aquáticas, mantendo sua relevância para a conectividade funcional da paisagem e a conservação da avifauna dependente de ambientes úmidos.

Com a utilização de uma retroescavadeira seriam escavadas 16 lagoas artificiais com profundidade média de 80 cm. A cada 50 metros, seriam escavadas duas lagoas nas porções mais largas do terreno e uma lagoa nas porções mais estreitas, cada lagoa com dimensões aproximadas de 50 m × 50 m (Fig. 6).

Além das escavações propomos o plantio de mudas de espécies arbóreas nativas com tolerância ao alagamento e às variações no nível da lâmina d'água. A seleção das espécies será

baseada em observações diretas na área de estudo, priorizando aquelas que ocorrem naturalmente no ambiente, o que garante maior adaptabilidade às condições ecológicas locais. O plantio seria nas margens das lagoas artificiais previamente escavadas, em torno de 1.000 mudas por espécie, com a inclusão de até três espécies diferentes, dependendo da disponibilidade e ocorrência natural. Após o plantio, as mudas devem ser monitoradas por um período de 12 meses, acompanhando-se o crescimento individual das plantas, por meio da medição da altura e do diâmetro do caule ao nível do solo, em intervalos regulares.

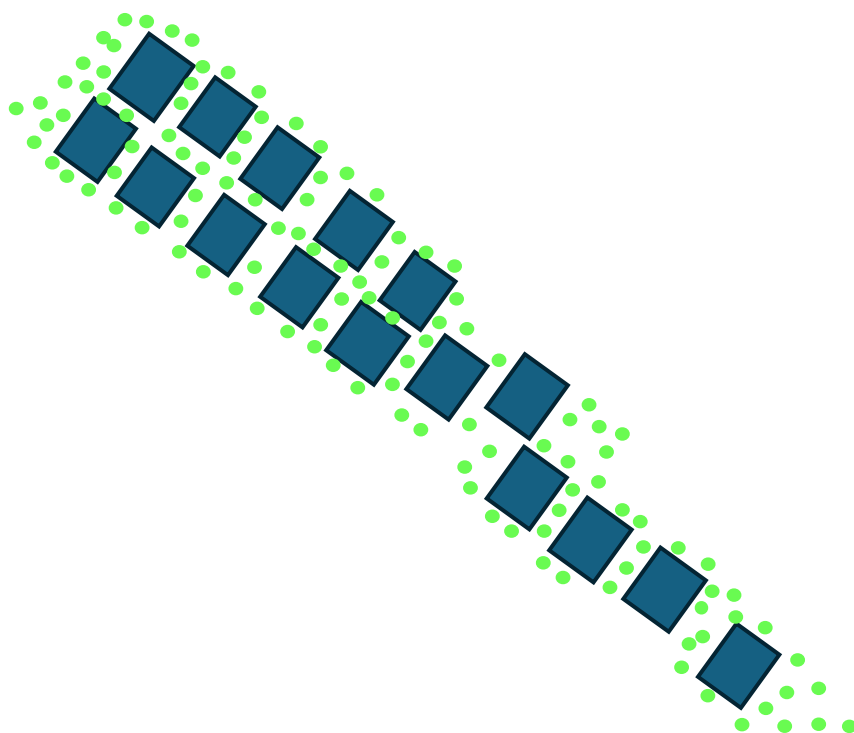


Figura 6 – Esquema das lagoas artificiais na área de brejo. Lagoas artificiais de 50m x50m, dispostas a cada 50m, rodeadas por arbóreas nativas

## Referências

- Baladrón, A.; Bejarano, M.D.; Boavida, I. 2023. Functional traits: the pathways to riverine plant resistance in times of hydropeaking. *Ecological Processes*, 12:63 <https://doi.org/10.1186/s13717-023-00475-4>
- Balasubramanian, A. Ecology of Wetlands. Presentation July 2011 DOI: 10.13140/RG.2.2.31591.24489
- Bansal, S.; Lishawa, S.C. ; Newman, S. et al. 2019. Typha (Cattail) Invasion in North American Wetlands: Biology, Regional Problems, Impacts, Ecosystem Services, and Management. *Wetlands*, 39:645–684
- Bergés, L., Roche, P.; Avon, C. 2010. Establishment of a National ecological network to conserve biodiversity: Pros and cons of ecological corridor. *Sciences Eaux & Territories*, Antony, 3: 34-39.
- Cherry J. A. (2011) Ecology of Wetland Ecosystems: Water, Substrate, and Life. *Nature Education Knowledge* 3(10):16
- Corrêa, F.F.; Pereira, M.P.; Madail. R.H.; Santos, B.R.; Barbosa, S.; Castro, E.M.; Pereira, F.J 2017. Anatomical traits related to stress in high density populations of *Typha angustifolia* L. (Typhaceae). *Braz. J. Biol.* 77: 52-59.
- Equipe wetlands 2020. Wetlands para tratamento de esgotos: uma solução para efluentes sanitários. <https://www.wetlands.com.br/post/wetlands-para-tratamento-de-esgotos-uma-solucao-para-efluentes-sanitarios>
- Larkin, D.J.; Freyman, M.J. , Lishawa, S.C.; Geddes, P. ; Tuchman, N.C. 2012. Mechanisms of dominance by the invasive hybrid cattail *Typha × glauca*. *Biological Invasions*, 14: 65-77.
- Jaureguiberry, P., Bertone, G., & Díaz, S. (2011). Device for the standard measurement of shoot flammability in the field. *Austral Ecology*, 36(7), 821–829. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2010.02222.x>
- Matias L. Q., Guedes F. M., Nascimento H. P., Sfair J. C. 2021. Breaking the misconception of a dry and lifeless semiarid region: the diversity and distribution of aquatic flora in wetlands of the Brazilian Northeast. *Acta Botanica Brasilica* - 35(1): 46-61.
- Matias, L.Q., Ibiapina, L.S., Romero, R.E., Menezes, B. 2022. Patchiness of aquatic plant assemblages in seasonal wetlands: Local abiotic factors explain the spatial distribution of growth forms. *Austral Ecology*. doi:10.1111/aec.13233
- Matias, L.Q. 2024. Lagoas temporárias da região semiárida. In Junk, Wolfgang J. (Org.) *Inventário das áreas úmidas brasileiras: Distribuição, ecologia, manejo, ameaças e lacunas de conhecimento*. Organizadores: Wolfgang J. Junk; Cátia Nunes da Cunha. 1.ed. Cuiabá-MT: Carlini and Caniato Editorial, 720p.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO CEARÁ - SEMA. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Cocó**, 2020, 665 p. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/plano-de-manejo-do-parque-estadual-do-coco/>. Acesso em: 19 ago. 2021.

Zhang, Y., Lu, D., Yang, B., Sun, C.; Sun, M. 2011. Coastal wetland vegetation classification with a Landsat Thematic Mapper image. *International Journal of Remote Sensing*, 32: 967–983.