



**FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO – FUNCAP**

**DIRETORIA DE INOVAÇÃO**

**SUBMISSÃO DE PROPOSTA DE PROJETO DE INOVAÇÃO PÚBLICA**

<b>IDENTIFICAÇÃO DA PROPOSTA</b>	
<b>Tipo de demanda</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Programa Cientista Chefe <input type="checkbox"/> Outros:
<b>Órgão demandante</b>	Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima
<b>Representante do órgão demandante</b>	Luis Ernesto Arruda Bezerra
<b>E-mail</b>	luis.ernesto@ufc.br
<b>Telefone</b>	(85) 98643 3517
<b>Coordenador(a) do projeto</b>	Anna Abrahão
<b>Instituição de afiliação do(a) coordenador(a) do projeto</b>	Universidade Federal do Ceará

<b>E-mail</b>	anna.abrahao@ufc.br	
<b>Telefone</b>	(61) 996287030	
<b>Título do projeto</b> <b>( ) Meta projeto ( x )</b> <b>Subprojeto</b>	<i>RestauraCocó - Restauração ecológica e gestão participativa da área incendiada do Parque Estadual do Cocó</i>	
<b>No caso de subprojeto, indicar meta projeto a que está vinculado</b>	Cientista-chefe do Meio Ambiente	
<b>Grande Área do Conhecimento</b>	(X) Ciências Agrárias (X) Ciências Biológicas ( ) Ciências da Saúde (X) Ciências Exatas e da Terra	(X) Ciências Humanas ( ) Ciências Sociais Aplicadas ( ) Engenharias ( ) Linguística, Letras e Artes
<b>Subárea (CNPq)</b>	2.05.03.00-8 Ecologia Aplicada	
<b>Duração do projeto (meses)</b>	12	
<b>Orçamento do projeto</b>	<b>Valor solicitado à FUNCAP</b>	R\$ 500.658,00
	<b>Valor de instituições parceiras (se houver)</b>	R\$
	<b>Valor total</b>	R\$ 500.658,00
<b>Data de submissão</b>		

## SUMÁRIO

### RESUMO

#### 1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização da problemática

1.2. Contribuição com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

1.3. Contribuição com o Plano Plurianual (PPA) do Governo do Ceará

1.4. Objetivo geral

1.5. Objetivos específicos

1.6. Justificativa e benefícios

#### 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3. PLANO DO PROJETO

3.1. Metodologia - Descrição das etapas e das atividades que compõem o projeto

3.1.1. Topografia/Geomorfologia

3.1.2. Modelagem hidrodinâmica

3.1.3. Mapeamento de solos

3.1.4. Restauração hidrológica

3.1.5. Restauração da vegetação

3.1.6. Gestão e promoção da governança territorial

3.2. Cronograma de execução

3.3. Listagem de entregáveis

#### 4. EQUIPE EXECUTORA

4.1 Coordenador(a) do projeto

4.2 Pesquisadores do projeto

4.2.1. Bolsistas do projeto a serem remunerados pela FUNCAP

4.3. Outros tipos de profissionais a atuarem no projeto com recursos da FUNCAP

4.4. Colaboradores não remunerados pela FUNCAP

#### 5. ORÇAMENTO

5.1 Orçamento detalhado dos recursos a serem solicitados à FUNCAP

5.2. Cronograma financeiro anual de recursos a serem solicitados à FUNCAP (por ano)

5.3. Orçamento detalhado de recursos do projeto oriundos de instituições parcerias

5.4. Orçamento consolidado – FUNCAP e instituições parcerias

#### 6. REFERÊNCIAS

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

### **RESUMO**

As áreas úmidas (ou ‘wetlands’) são de grande importância para o equilíbrio hídrico e conservação de água, assim como para a manutenção da biodiversidade, serviços ecossistêmicos e a regulação climática do Planeta. Os manguezais em particular, são áreas úmidas fundamentais nesses aspectos sendo também reconhecidas pela sua contribuição à minimização da crise climática. Ademais, manguezais em áreas urbanas criam corredores ecológicos, habitats para sobrevivência de fauna e flora em meio à malha urbana e reduzem ocorrências de enchentes, sendo parte importante da infraestrutura verde de cidades costeiras. Nesse sentido, a conservação de fragmentos urbanos de mangue adquire importância fundamental, não só pela pequena extensão dos mangues do semiárido nordestino (7% dos mangues do Brasil), como também pelos serviços ecossistêmicos e as lições de valorização/conservação de ambientes naturais para os habitantes das cidades. Assim, estas áreas, se protegidas, precisam de uma gestão que preserve sua extensão e valorize as funções e serviços ecossistêmicos que prestam ao ambiente urbano, como umidade, minimização da temperatura, armazenamento de carbono azul, contemplação da natureza, alimento, preservação da biodiversidade e outros. O presente Projeto tem como objetivo gerar conhecimento e reabilitar/restaurar uma área de quase 18 ha do Parque Estadual do Cocó (PEC) afetada por um incêndio entre 17 e 21 de janeiro de 2024, além de propor ações de gestão e manejo participativos do Parque. Em projetos de recuperação de áreas degradadas, o primeiro passo é realizar um levantamento histórico do uso e ocupação da área, bem como das causas e eventos que levaram à degradação. Em seguida, é feito um inventário inicial para avaliar as condições abióticas e bióticas atuais da área a ser restaurada. Essas informações servem como ponto de referência para o planejamento e posterior progresso do projeto de restauração. As condições abióticas avaliadas incluem características físicas e químicas do solo e da água, fluxos hidrológicos, variabilidade topográfica e condições microclimáticas. As condições bióticas geralmente incluem a composição e abundância de espécies nativas e exóticas no local, muitas vezes, com ênfase em espécies-alvo para o projeto de restauração. Mapas detalhados do local, que incorporam heterogeneidade espacial em condições abióticas e bióticas (por exemplo, tipos de solos, profundidade para águas subterrâneas, distribuição de espécies), ajudam a orientar o projeto. Devido

à heterogeneidade de ambientes presentes na área alvo deste projeto, diferentes ações de reabilitação/restauração são propostas, as quais incluem o uso e manutenção de bancos de sementes e gemas para a área de brejo, restauração hidrológica e plantio do manguezal, e estabelecimento de parcelas fixas para avaliar a perda de biomassa pelo fogo e para monitoramento da regeneração natural das áreas. Dados topográficos da área afetada e modelagens hidrodinâmicas da dinâmica mareal serão usados para orientar a execução da restauração hidrológica. O desenvolvimento de projetos de recuperação ambiental em áreas com mosaicos de ambientes e antropizadas por diferentes tipos de impacto é um desafio, e ao mesmo tempo uma oportunidade para o avanço da ciência da restauração ecológica para devolver à cidade e aos seus cidadãos uma área verde e um meio ambiente equilibrado, mais resistente às ameaças atuais e futuras das mudanças globais.

**Palavras-chave:** Incêndio florestal; Manguezais urbanos; Reabilitação/restauração; Regeneração natural, Parque do Cocó.

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Contextualização da problemática

O presente projeto trata-se do desdobramento do relatório técnico produzido pelo Grupo de Trabalho instituído pela Secretaria de Meio Ambiente e Mudança do Clima por meio da Portaria 07/2024 de 23 de janeiro de 2024, publicada no DOE do Ceará, ANO XVI No. 16, p. 42 (ANEXO 1). O grupo avaliou a área do Parque Estadual do Cocó (PEC) afetada pelo incêndio ocorrido entre os dias 17 e 21 de janeiro de 2024 (quando o fogo foi considerado controlado), e propôs ao Governo do Estado as ações de restauração que devem ser feitas para recuperar a área e evitar novos episódios como o ocorrido, as quais seguem detalhadas no presente projeto.

O Parque Estadual do Cocó é uma Unidade de Conservação estadual criada por meio do Decreto Estadual nº 32.248/2017, sendo que a área atingida pelo incêndio florestal abrangeu somente um trecho situado no município de Fortaleza-CE, sob as coordenadas SIRGAS 2000 UTM 24S 9.585.061N/557.943E (-3.754360, -38.478255), na margem esquerda do Rio Cocó (baixo curso), tendo como referência espacial a proximidade com a Comunidade Barreiros e o bairro Cidade 2000 (SEMACE 2024).

O PEC é o maior parque natural em área urbana do Norte/Nordeste, sendo o maior fragmento verde da capital cearense. Possui uma área total de 1.571,29 ha, onde o Trecho 1 está integralmente localizado no município de Fortaleza, enquanto o Trecho 2 abrange o território de Fortaleza, Itaitinga, Maracanaú e Pacatuba. Em termos paisagísticos, o parque é composto por um mosaico de formações fitogeográficas e ecossistemas naturais de alta relevância ambiental, tais como áreas de manguezais, restingas e campos de dunas distribuídas ao longo do rio Cocó (SEMA, PLANO DE MANEJO DO PARQUE), que tem a sua diversidade biológica ameaçada em face do Parque Estadual do Cocó estar inserido em área urbana, e em decorrência desse aspecto, sujeito aos mais diversos impactos antrópicos como crescimento populacional, urbanização metropolitana, atividades econômicas em seu entorno e especulação imobiliária.

De acordo com o Plano de Manejo do Parque Estadual do Cocó (2020), a área impactada pelo incêndio ocorrido entre os dias 17 e 21 de janeiro de 2024 possui cobertura vegetal predominantemente caracterizada por ambientes paludosos de brejo, além de uma área de mangue de

porte arbóreo ao lado de brejo. Pelo zoneamento do PEC, a área afetada pelo fogo está inserida na Zona de Preservação (ZP) do Parque Estadual do Cocó, mais especificamente a ZP3.

A presente equipe multidisciplinar irá atuar em diferentes áreas do conhecimento para obtenção de dados bióticos e abióticos com o intuito de desenvolver e aplicar as metodologias mais avançadas de restauração para a área. Ao mesmo tempo, serão elaboradas ferramentas de gestão participativa para aprimorar a administração do Parque.

A restauração de ecossistemas requer conhecimentos interdisciplinares, de modo que é essencial a compreensão da ecologia e da história natural do ecossistema a ser restaurado, bem como o conhecimento de técnicas adequadas de restauração. Entretanto, como todo restaurador prático deve saber, o sucesso de projetos de restauração requer familiaridade com vários outros tópicos, incluindo o envolvimento de partes interessadas e do público em geral, a experiência em planejamento e a definição de objetivos, o monitoramento, além do conhecimento da legislação pertinente, da aquisição de licenças e de financiamentos (Holl 2023).

Embora seja mais fácil defender grandes gastos em restauração quando os benefícios econômicos podem ser facilmente quantificados, existem muitos outros benefícios em se restaurar ecossistemas que são mais difíceis de se medir. Estes incluem a conservação de espécies e serviços culturais, como os valores emocionais associados à estética, orgulho da comunidade e o senso de responsabilidade que vem da experiência e proteção dos espaços naturais (Holl 2023).

O Parque Estadual do Cocó se insere em ambos os casos, uma vez que o mesmo traz benefícios econômicos que são facilmente quantificados, serviços ambientais, inclusive os culturais e seus valores emocionais associados à cidade de Fortaleza e ao Estado do Ceará. Dada a relevância socioambiental do Parque, é imprudente, no planejamento, na gestão e na governança, esquecer a dimensão urbana na qual ele está inserido. Sendo assim, admite-se como possibilidade, a estruturação de ações e de projetos capazes de promover a governança democrática dos espaços verdes urbanos. Nessa perspectiva, há tendência de produção de tecido social corresponsável pelo uso e pelo cuidado com tais reservas verdes. Consequentemente, tende-se a reduzir a taxa de registro de incidentes degradadores e elevação da relação de pertencimento e cuidado para com o Parque. Da lógica da recuperação do degradado, passa-se para a lógica da antecipação dos sinistros e preservação das áreas.

---

A metodologia a ser aplicada segue o recomendado pelos melhores manuais e práticas de restauração conhecidas para o Brasil e para o mundo, com resultados iniciais já podendo ser observados ao fim do primeiro ano de projeto. Entretanto, sabe-se que a área em questão no Parque Estadual do Cocó é um desafio para a realização de tal atividade, tanto por se tratar de um área que sofreu diversos tipos de impactos no passado (e ainda sofre no presente), quanto pela cobrança do poder público e da sociedade em se ter uma área verde regenerada e protegida. Por outro lado, tal desafio se torna uma oportunidade única, tanto do ponto de vista científico quanto do ponto de vista socioambiental, por poder devolver à cidade uma área ambientalmente saudável, contribuindo para o bem-estar dos cidadãos.

Assim, o presente projeto afirma seu caráter inovador e, ao mesmo tempo, prático, unindo a produção de dados primários, aplicação e desenvolvimento de metodologias e ferramentas avançadas, contribuindo assim para a ciência básica e aplicada. Ademais, o projeto revela ainda seu caráter sócio-ambiental à medida que reconhece a relação cidade-Parque como ponto chave para repensar as práticas sociais e reforçar as correlações positivas entre Natureza e Sociedade. Portanto, aponta-se para um “acordo socioambiental”, a partir do qual, surgirão parcerias para fortalecer a execução e o acompanhamento das políticas públicas de Estado.

## 1.2. Contribuição com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Identifique com quais ODS da Organização das Nações Unidas (ONU) o projeto contribui diretamente.	
ODS	Com qual entrega do Projeto?
( ) 1. Erradicação da pobreza (Erradicar a pobreza em todas as suas formas e em todos os lugares)	
( ) 2. Fome zero e agricultura sustentável (Erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável)	



( x ) 3. Saúde e Bem-estar (Garantir o acesso à saúde de qualidade e promover o bem-estar para todos, em todas as idades)	Recuperação de áreas verdes urbanas
( x ) 4. Educação de Qualidade (Garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos)	Formação de jovens cientistas no projeto de restauração ecológica por meio das universidades, dos programas de pós-graduação envolvidos, e do programa AJA da SEMA
(X) 5. Igualdade de Gênero (Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas)	Reconhecimento da importância da participação das cientistas no projeto e divisão dos cargos de liderança para que isso conte como experiência para elas
(X) 6. Água potável e saneamento (Garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos)	Conservação de áreas úmidas, melhoramento da gestão e conservação da água, e da gestão das ações de saneamento
( ) 7. Energia limpa e acessível (Garantir o acesso a fontes de energia viáveis, sustentáveis e modernas para todos)	
( ) 8. Trabalho decente e crescimento econômico (Promover o crescimento econômico inclusivo e sustentável, o emprego pleno e produtivo e o trabalho digno para todos)	
( ) 9. Indústria, inovação e infraestrutura (Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação)	
(X) 10. Redução das desigualdades (Reduzir as	Aprimoramento da gestão do Parque

desigualdades no interior dos países e entre países)	Estadual do Cocó
(X) 11. Cidades e Comunidades Sustentáveis (Tornar as cidades e comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis)	Aprimoramento da gestão do Parque Estadual do Cocó
( ) 12. Consumo e produção responsáveis (Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis)	
(X) 13. Ação contra a mudança global do clima (Adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos)	Restauração da vegetação de manguezal, responsável por atenuar impactos de tempestades, recuperação ecológica e sequestro e armazenamento de carbono
(X) 14. Vida na água (Conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável)	Recuperação de manguezal, berçário natural recursos pesqueiros
(X) 15. Vida terrestre (Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, travar e reverter a degradação dos solos e travar a perda da biodiversidade)	Recuperação de ecossistemas degradados
(X) 16. Paz, justiça e instituições eficazes (Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas a todos os níveis)	Aprimoramento da gestão do Parque Estadual do Cocó
(X) 17. Parcerias e meios de implementação (Reforçar os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento	Implementação da gestão participativa

sustentável)	
--------------	--

### 1.3. Contribuição com o Plano Plurianual (PPA) do Governo do Ceará

Identifique com qual programa do PPA o projeto contribui diretamente? (consultar o site <a href="https://www.seplag.ce.gov.br/planejamento/menu-plano-plurianual/ppa-2020-2023/">https://www.seplag.ce.gov.br/planejamento/menu-plano-plurianual/ppa-2020-2023/</a> )	
PPA	Com qual entrega do Projeto?
311- DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL RURAL SUSTENTÁVEL DA AGROPECUÁRIA FAMILIAR	
313 - DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO AGRONEGÓCIO	
724 - CEARÁ MAIS VERDE: CONSERVAR E PROTEGER OS RECURSOS NATURAIS E BIODIVERSIDADE DO CEARÁ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Restauração de áreas degradadas no Parque Estadual do Cocó</li> <li>● Retorno da fauna e flora</li> <li>● Gestão participativa</li> </ul>
725 - CEARÁ NO CLIMA: MITIGANDO E SE ADAPTANDO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	Restauração da vegetação de áreas degradadas de manguezal proporcionando o aumento do sequestro e armazenamento de CO <sub>2</sub>

### 1.4. Objetivo geral

Esta proposta tem como objetivo documentar os impactos históricos sobre um trecho do Parque Estadual do Cocó, registrar os danos derivados do incêndio de janeiro de 2024 e realizar a restauração ecológica da área afetada recentemente pelo incêndio.

## **1.5. Objetivos específicos**

**Objetivo 1.** Mapeamento morfológico (topografia) da área emersa composta pelas margens do rio na área degradada pelo incêndio, a partir da aplicação da técnica de aerofotogrametria digital por meio de VANT (Veículo Aéreo não Tripulado) e receptor GNSS RTK; e levantamento batimétrico monofeixe do estuário, incluindo a área intermarés, desde a foz em Sabiaguaba até a região do Lagamar.

**Meta 1.** Caracterizar a morfologia da área emersa na área degradada pelo incêndio, a fim de detectar dique de antiga salina. Mapear a morfologia de fundo do estuário e área intermarés.

**Objetivo 2.** Modelagem da inundação e regime hidrológico do Rio Cocó;

**Meta 2.** Caracterizar a área que será naturalmente inundada após a remoção do antigo dique da salina que hoje impede a propagação da maré na área queimada;

**Objetivo 3.** Mapear, em nível de detalhe, os solos da área afetada pelo incêndio.

**Meta 3.** Descrever morfológicamente, avaliar as características químicas e físicas dos solos, classificar até o 4º nível categórico de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, e identificar a variabilidade espacial dos solos da área afetada pelo incêndio, elaborando um mapa digital

**Objetivo 4.** Restauração hidrológica

**Meta 4.** Realizar a remoção de parte do antigo dique da salina que impede que a água do rio e do oceano adjacentes cheguem à área, permitindo o desenvolvimento da floresta de mangue.

**Objetivo 5.** Restauração da vegetação

**Meta 5.** Listar os tipos de vegetação, a biomassa e a idade das árvores do trecho do PEC afetado pelo incêndio, documentando os tipos de ecossistemas e as espécies que devem ser usadas na restauração ecológica. Monitorar a regeneração natural e realizar a recuperação

assistida de forma intensiva nas áreas mais impactadas pelo incêndio, por meio de plantio de mudas e sementes de espécies de manguezal.

**Objetivo 6.** Fomentar a participação e o protagonismo da sociedade civil, visando assegurar uma gestão territorial democrática da área que concilie seu manejo com desenvolvimento territorial urbano no caso do PEC.

**Meta 6.** Elaborar um mecanismo de concertação social, juntamente com as demais estruturas de gestão do PEC, a fim de estabelecer uma prática de governança qualificada na gestão territorial do Parque Estadual do Cocó.

### **1.6. Justificativa e benefícios**

O Parque Estadual do Cocó protege um mosaico de ecossistemas terrestres e aquáticos. Do ponto de vista da vegetação, embora haja um predomínio de Manguezal, a poligonal do parque compreende uma diversidade de outros tipos de vegetação: Apicum, Ambientes Brejosos e Paludosos, Campos de Dunas, Campos Praianos, Carnaubal, Floresta de Duna, Mata de Tabuleiro, Transição Caatinga-Tabuleiro (Plano de Manejo 2020). O incêndio ocorrido no Parque entre os dias 17 e 22 de janeiro de 2024 atingiu dois tipos de vegetação principais: floresta de Manguezal e Vegetação de Ambientes Brejosos e Paludosos (daqui por diante referida apenas como Brejo). Esses ecossistemas possuem características ecológicas de regeneração natural bastante distintas, que são discutidas abaixo e possuem implicações importantes na decisão sobre quais ações de recuperação devem ser efetuadas (Chazdon et al. 2021). Pequenos trechos da vegetação de dunas fixas também foram atingidos, mas em uma extensão muito reduzida.

A área de Manguezal atingida consiste em um bosque de árvores altas das espécies *Avicennia germinans* (Mangue-preto), *Rhizophora mangle* (Mangue-vermelho) e *Laguncularia racemosa* (Mangue-branco), cuja cobertura geral das copas atingem alturas superiores a dez metros. As áreas de manguezal afetadas são adjacentes à área de Brejo que foi queimada e possível local de origem do incêndio (SEMACE 2024). As áreas queimadas são parte do manguezal que ocupa a margem norte do rio Cocó. A vegetação dessa área é resultado da regeneração ocorrida após a desativação de salinas presentes na área há aproximadamente 40 anos, em um local onde a influência marinha se faz presente por ocasião das variações da maré. Neste local, a grande maioria das árvores afetadas permaneceu de pé e suas folhas sofreram um ressecamento pelo calor do incêndio (Figura 1), não sofrendo, no

entanto, queima direta, o que indica que as chamas não atingiram grandes alturas na vegetação de manguezal afetada.



Figura 1. Danos causados à parte aérea (copa + tronco + folhagem) das árvores na área de manguezal urbano do rio Cocó.

Por outro lado, ocorreram danos à base das árvores, incluindo raízes carbonizadas em árvores que tombaram, indicando que, embora a maioria das árvores tenha permanecido de pé, algumas enfrentarão dificuldades para sobreviver ou rebrotar (Figura 2). Também ocorreram danos às plântulas das espécies de árvores mencionadas acima (Figura 3). Esse fato, somado à baixa resistência ao fogo em sementes de espécies de árvores de manguezal (Glasby et al. 2023), indica que o incêndio

afetou a capacidade de regeneração natural das populações de árvores nativas através da destruição do estoque de sementes e plântulas que poderiam, ao crescer, substituir as árvores mortas.



Figura 2. Danos causados pelo incêndio às raízes das árvores do manguezal. Notar as raízes queimadas das árvores tombadas.



Figura 3. Plântulas de *Avicennia* sp. (Mangue-preto) queimadas pelo incêndio (seta vermelha). Notar plântulas vivas no trecho não queimado, em segundo plano (seta verde).

O tipo de vegetação do brejo afetado é caracterizado pelo predomínio de plantas de porte baixo, herbáceas, e ausência de árvores. As plantas desse ambiente são denominadas aquáticas devido a serem adaptadas a crescer e sobreviver em solos permanentemente, ou em grande parte do ano, encharcados ou cobertos por água. O brejo afetado pelo incêndio parecia ser dominado pela espécie de capim Taboa (*Typha* sp.), porém outras espécies importantes na vegetação de brejo do Parque Estadual do Cocó são *Alternanthera tenella* (Cabeça-branca), *Blutaparon portulacoides*, várias Cyperaceae (a exemplo de *Cyperus ligularis* [Tiririca] e *Eleocharis* cf. *interstincta* [Junco]), *Nymphoides humboldtiana*, *Polygonum* sp. Durante o período chuvoso, forma-se uma lagoa rasa na área afetada que torna-se dominada em sua maioria pelas espécies mencionadas acima. Com o



cessamento das chuvas, a lagoa seca e muitas das espécies, principalmente aquelas de raízes mais rasas, sofre um ressecamento das suas folhas.

Assim como o manguezal, o brejo afetado situa-se em áreas que no passado foram salinas que, após abandonadas, não foram ocupadas pela regeneração de espécies de árvores do manguezal por não haver influência marinha devido à presença dos diques das salinas. O incêndio causou a completa queima tanto da folhagem viva quanto seca. Esse material herbáceo teve grande importância como combustível, definindo a intensidade do incêndio e gerando uma extensa nuvem de fumaça que chegou a diversos bairros da cidade.

Como explicado acima, as plantas desses ambientes sofrem um distúrbio periódico que consiste no secamento da lagoa após o final das chuvas. Elas persistem nesses locais pois possuem estratégias de permanência que envolvem a manutenção de raízes e caules vivos ou a formação de bancos de sementes no solo. A primeira estratégia permite que as plantas, mesmo perdendo a folhagem durante a seca, permaneçam vivas no solo e rebrotem construindo uma nova folhagem por ocasião da estação chuvosa. A segunda estratégia consiste na produção de sementes que conseguem permanecer vivas no solo até a estação chuvosa posterior à sua produção, sendo capazes de germinar e substituir as plantas que morreram na estação seca anterior. Essas estratégias podem representar uma oportunidade de contar com a regeneração natural das espécies do brejo para a recuperação da área incendiada. Com cerca de uma semana após o incêndio, pôde-se verificar plantas com brotamento de folhas a partir de caules queimados (Figura 4). Por outro lado, não se sabe o quanto a intensidade do incêndio comprometeu a sobrevivência das sementes no solo e a capacidade de rebrotamento das plantas da área. Em visita ao local no dia 21 de fevereiro, um mês após o incêndio, observamos algumas árvores de mangue rebrotando no tronco, mas ainda não sabemos a extensão desse fenômeno.



Figura 4. Rebrotas de plantas do brejo afetado pelo incêndio, possivelmente *Typha* sp. (Taboa).

A análise inicial dos solos do local mostrou que estes apresentaram uma textura média, com variações entre média-arenosa e média-argilosa, porém todas compostas de areia fina. Os solos apresentaram uma sequência de horizontes Agz, seguidos por horizontes Cgiz, e a caracterização morfológica (cor e textura) e caracterização química (potencial redox, pH, conteúdo de matéria orgânica, condutividade elétrica, e quantificação de material sulfídrico) revelou os solos como GLEISSOLOS TIOMÓRFICOS órticos.

Essa classe abrange solos permanentemente (ou periodicamente) alagados, havendo a redução dos óxidos de Fe e o desenvolvimento de cores acinzentadas e mosqueados decorrentes da falta de oxigenação para a decomposição da matéria orgânica. Neste sentido, devido à condição de saturação por água, os solos apresentam um elevado conteúdo de matéria orgânica em todos os horizontes, com valores superando 15% em superfície, enquanto que em subsuperfície os valores médios superam 4% (Figura 5), caracterizando valores superiores aos conteúdos de matéria orgânica encontrados nos solos da Caatinga ou na região costeira cearense (Nóbrega et al. 2019), o que pode ter favorecido a propagação das chamas na área afetada. Neste contexto, deve-se mencionar a grande importância das

áreas úmidas como sumidouros de Carbono, principalmente em seus solos, de modo que o incêndio pode ter sido responsável pela emissão de uma grande quantidade de dióxido de carbono para a atmosfera, tanto oriundo da biomassa como da matéria orgânica dos solos, contrabalanceando o efeito de mitigação das mudanças climáticas desempenhado por manguezais (Kauffman et al. 2018).

Os valores do potencial redox indicam a condição sub-óxica (variando, em média, entre +208 e +128 mV), com maiores valores encontrados em superfície (média para as profundidades 0-20 cm: +200 mV), enquanto os valores em sub-superfície foram +181 e +129 mV, para as profundidades de 40-60 e 80-100 cm, respectivamente (Figura 5). Esses valores de Eh corroboram com a classificação e morfologia dos solos observados (Nóbrega et al. 2016). Os valores de pH medido em campo variaram (em média) entre 5,8 e 6,6, com menores valores medidos em superfície. Entretanto, após a oxidação das amostras usando peróxido de hidrogênio, os valores reduziram  $< 4,0$ , indicando a presença de material sulfídrico, principalmente em camadas mais profundas ( $> 40$  cm; Figura 5).

Para todas as profundidades, os valores de condutividade elétrica medidos foram superiores a  $7 \text{ dS m}^{-1}$ , principalmente nos horizontes mais profundos, indicando um caráter solódico. Entretanto, nos horizontes superficiais, em média, os valores foram inferiores a  $10 \text{ dS m}^{-1}$ , enquanto que em sub-superfície os valores superaram  $40 \text{ dS m}^{-1}$ .

Assim, tanto as áreas de brejo, apesar de serem uma vegetação tipicamente de água doce, quanto as áreas de manguezais foram influenciadas pelos mesmos processos pedogenéticos típicos dos manguezais (Ferreira et al. 2022), indicando que as áreas de brejo já foram colonizadas por manguezais no passado, possivelmente anterior ao estabelecimento das salinas. Neste sentido, as estratégias de restauração propostas devem considerar, também, a possibilidade do restabelecimento dos manguezais.

Ainda em termos pedológicos, apesar dos esforços iniciais para a caracterização da área afetada pelo fogo, é fundamental realizar o mapeamento detalhado dos solos do parque para verificar a variabilidade dos mesmos, bem como identificar áreas mais suscetíveis a incêndios, erosão, ou outra forma de degradação.

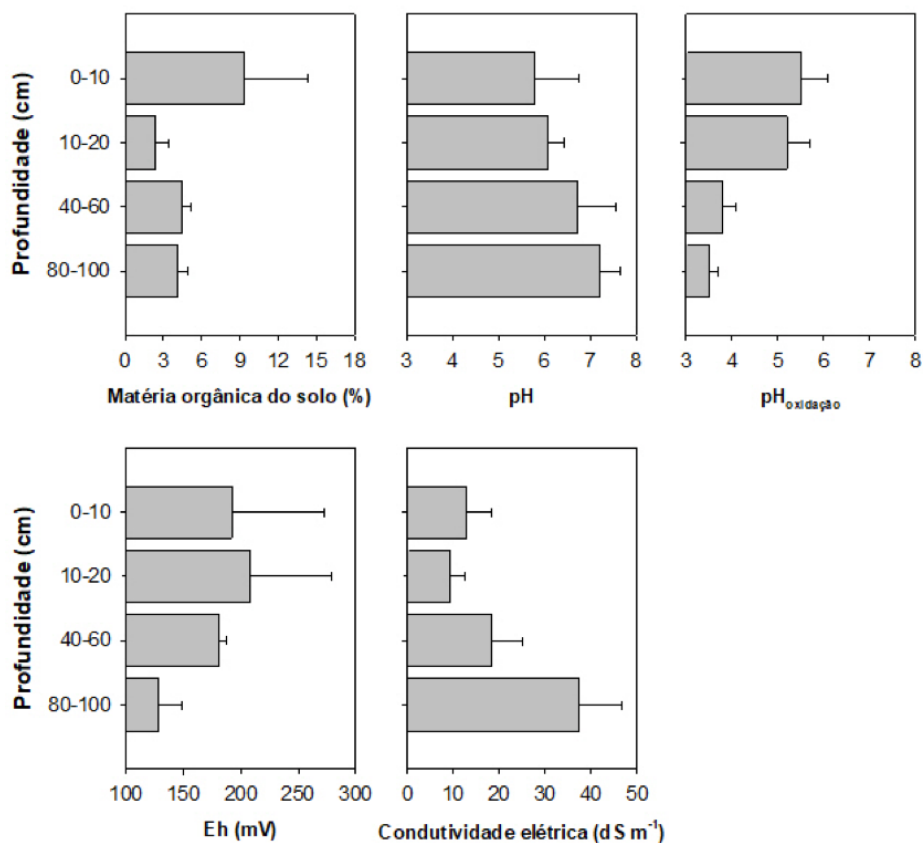


Figura 5. Conteúdos de matéria orgânica, valores de pH de campo e após a oxidação da amostra para verificação da presença de material sulfídrico, além dos valores de potencial redox (Eh) e condutividade elétrica (CE) dos solos do Parque do Cocó afetados pelo incêndio.

Finalmente, foi feito um modelo inicial de elevação do terreno (MDE) na área do incêndio, com o uso das ortofotocartas da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece) na escala de 1:1000, datadas de 2021, validados por dois perfis topográficos em campo com o uso de RTK (Real Time Kinetics). Esse levantamento revelou a presença de acidentes topográficos presentes no local, que influenciam na dinâmica hidrológica da área (Figura 6). Os perfis revelaram que há a presença de elevações no terreno entre 1 e 1,5 m de altura próximos a margem do rio, que podem ser os limites do antigo dique da salina (Figuras 7 e 8). Da mesma forma, é possível observar depressões no solo que podem ser os canais para entrada de água para a atividade salina que ocorria na área.

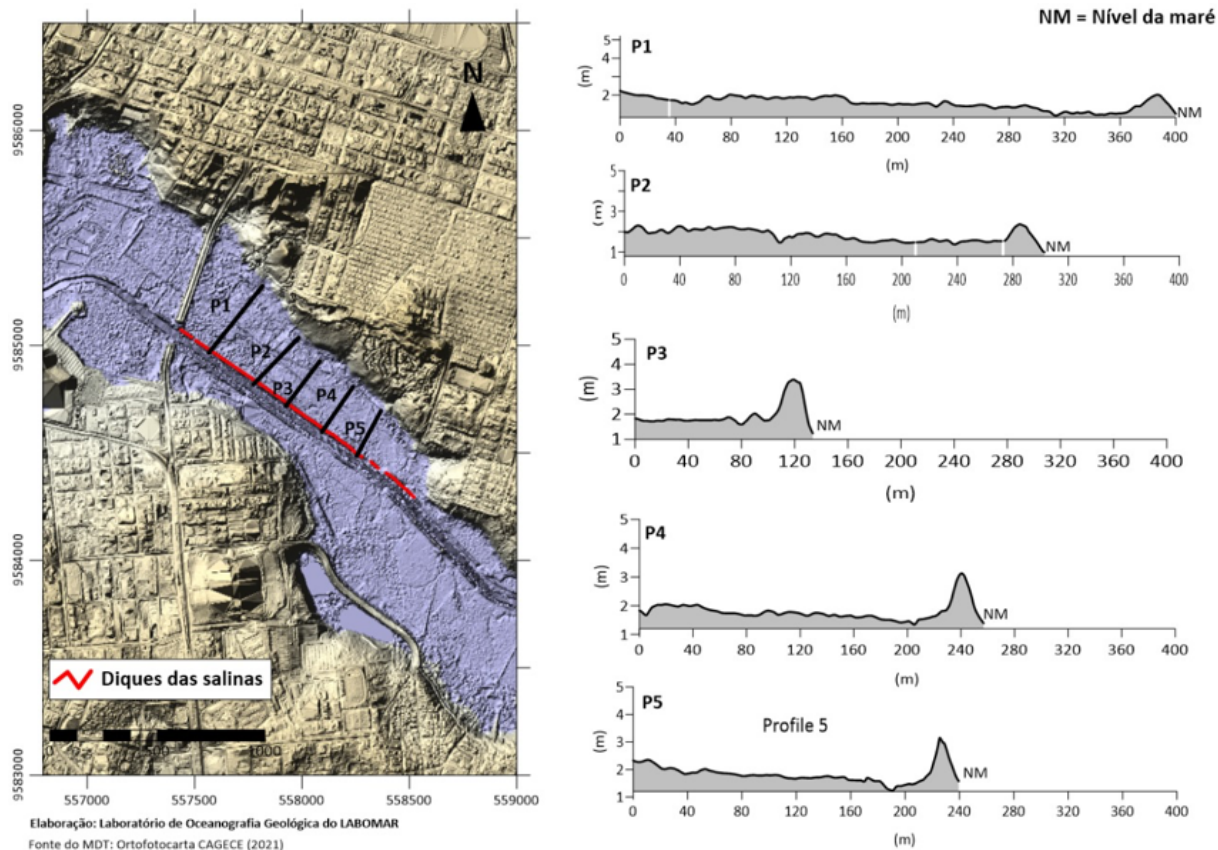


Figura 6. Modelo de elevação de terreno (MDE) de parte da área afetada pelo incêndio. Notar a elevação do terreno próximo a margem do rio, referente ao antigo dique da salina.

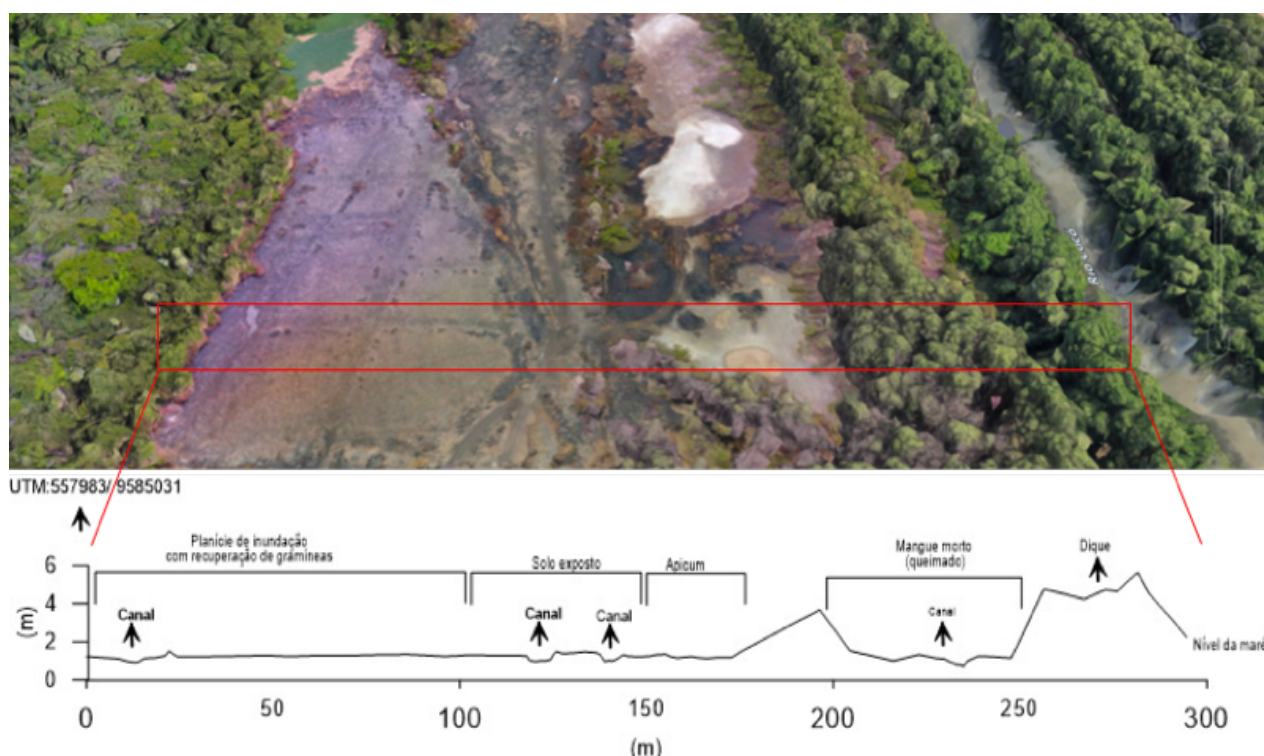


Figura 7. Perfil topográfico com RTK (Ponto 2 da figura 6) evidenciando os diversos tipos de formações na área. Destaque para os canais de transporte de água e para o dique da salina.

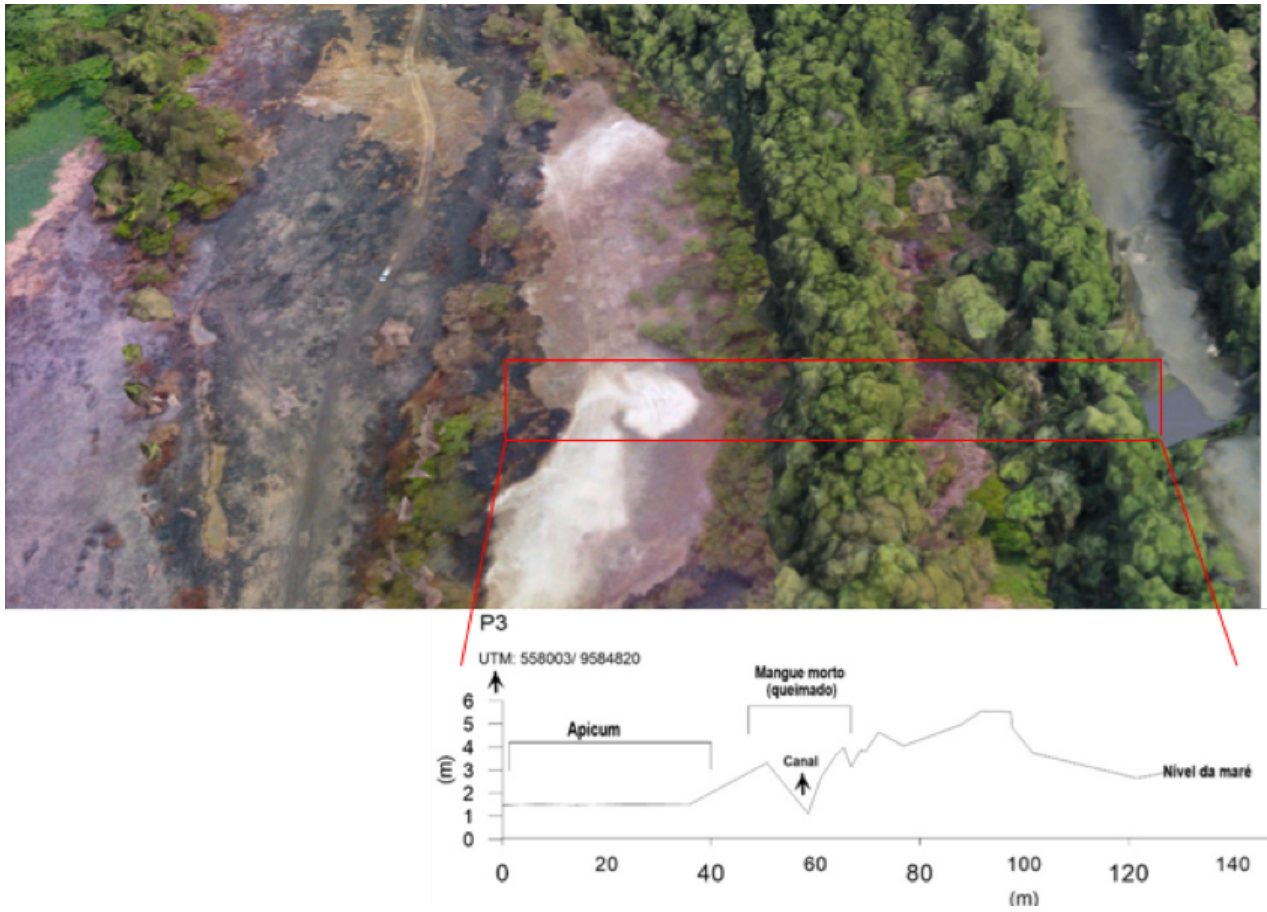


Figura 8. Perfil topográfico com RTK (Perfil 3 da figura 6) evidenciando os diversos tipos de formações na área. Destaque para os canais de transporte de água e para o dique da salina.

Com base nos dados de topografia e batimetria da área um modelo numérico hidrodinâmico será implementado para a área estuarina do Rio Cocó (foz até a região do Lagamar). Modelos hidrodinâmicos são ferramentas valiosas em projetos de restauração de áreas úmidas, pois podem simular e prever fatores e processos envolvidos no desenvolvimento do habitat, como área de inundação, movimento e velocidades da água, transporte de sedimentos e nutrientes, acreção e erosão (Twomey et al. 2024). No presente projeto por exemplo, o modelo poderá prever o fluxo de água e inundação na área restaurada, permitindo a otimização da abertura do dique da antiga salina visando a distribuição de água para melhorar a função do ecossistema, o que é essencial para manter a vegetação de manguezal saudável e aumentar o armazenamento de carbono.

Como defende o economista e sociólogo mexicano Enrique Leff já passou da hora de entendermos que não há complexidade social sem um nova perspectiva da importância da dimensão

ambiental. Somente com padrões de governança democrática e de corresponsabilidade que minimizaremos os graves problemas socioambientais e produziremos uma sociedade mais justa.

De acordo com o Plano de Manejo do Parque do Cocó há planejamento de recursos (advindos das medidas de Compensação Ambiental), e atuação direta do Corpo Gestor, da Coordenadoria de Biodiversidade (COBIO-SEMA), do conjunto de servidores e voluntários, empenhados em desenvolver atividades exitosas no Parque, são exemplo: educadores ambientais, Projeto Viva o Parque, passeios e atividades de navegação pelo rio e práticas de golfe. No entanto, sinistros das proporções do incêndio, além dos impactos diretos já mencionados, deixam clara demonstração da necessidade de aprimoramento das ações e dos projetos de gestão do PEC.

Assim sendo, acredita-se ser possível desenvolver ações de educação ambiental cujo objetivo seja transformar os cidadãos em parceiros da gestão. Para isso, contudo, são necessários dois projetos básicos e através de processo colaborativo: a) formação socioambiental-urbana através de projetos piloto (comunidade escolar, moradores da vizinhança do parque e colabores de empresas do entorno, Programa Agente Jovem Ambiental da SEMACE e Movimento dos Trabalhadores Sem Terra) de formação em governança territorial; e, b) monitoramento baseado em fornecimento de dados produzidos pelos usuários do Parque. Tais estratégias precisam ser constituídas sob o prisma do urbano-ambiental e contemplar as nuances sociais e territoriais, principalmente, do entorno do Parque. Tais ações e projetos funcionam à medida que estabelecem parcerias com as estruturas pré-existentes, como o corpo gestor do Parque, o Plano de Manejo e os demais planos de ação da SEMA.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### *2.1. Considerações gerais sobre a Restauração Ecológica*

A enorme extensão dos impactos humanos no planeta levou muitos a propor que estamos agora na era do 'Antropoceno', uma época geológica onde as ações humanas sobre os demais vetores que alteram a história da Terra teriam levado a profundas mudanças ambientais (Crutzen 2016; da Veiga 2019). Os seres humanos influenciam os ecossistemas por milhares de anos em muitos aspectos, indo desde o manejo de espécies agrícolas e a alteração dos padrões de fluxo de água para

a irrigação de culturas, até o uso do fogo como ferramenta para limpar terrenos e aumentar a fertilidade do solo.

---

O termo restauração ecológica é usado de diferentes maneiras, porém é comumente definido como o “processo de assistência à recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído” (SER 2004). Sob essa definição, a meta geral da restauração é se alcançar “um conjunto característico das espécies que ocorrem no ecossistema de referência e que proporcionam estrutura adequada da comunidade”. O objetivo ainda é colocar o ecossistema em uma trajetória de recuperação da composição da comunidade, funções e serviços ecossistêmicos dentro da faixa histórica de variabilidade (Holl and Aide 2011); mas há um reconhecimento crescente de que mesmo ecossistemas minimamente perturbados são variáveis ao longo do espaço e do tempo, de modo que não há um único ponto final (SER 2004; Palmer et al. 2016; Shackelford et al. 2021).

(Suding et al. 2015) sugerem que, em vez de usar uma única definição, os projetos de restauração devem ser avaliados com base em quatro princípios, ou seja, se a restauração: (1) aumenta a integridade ecológica, (2) é sustentável em longo prazo (ou seja, não requer intervenção humana contínua), (3) é informada pelo passado e pelo futuro e (4) beneficia e engaja a sociedade.

Há uma ampla discussão sobre os termos utilizados para se distinguir o grau de intervenção humana no processo de recuperação. A regeneração natural, a restauração passiva e a regeneração espontânea referem-se à eliminação dos fatores de degradação, como agricultura ou pastagem, e a permitir que o ecossistema se recupere por meio da colonização natural de plantas e animais ao invés de se reintroduzir ativamente as espécies (Holl and Aide 2011; Gann et al. 2019; Chazdon et al. 2021).

Em contraste, outros termos, como reabilitação, recuperação ambiental e revegetação descreveram esforços para melhorar a condição de um ecossistema degradado, tipicamente com foco em processos ecossistêmicos específicos e serviços ecossistêmicos, como aumentar a produtividade das plantas, reduzir a erosão ou melhorar a qualidade da água, sem necessariamente haver um esforço para se recriar uma composição específica da comunidade (Tabela I) (Bradshaw 1987).



Tabela I. Definições de restauração e atividades relacionadas.

Termo	Definição	Referência
Restauração ativa ou Reconstrução	Uma abordagem de restauração onde há ampla intervenção humana para influenciar a taxa de recuperação, e a colonização da biota é em grande parte ou inteiramente dependente da ação humana.	Holl & Aide, 2011; Gann <i>et al.</i> , 2019
Regeneração assistida	Uma abordagem de restauração que se concentra em aproveitar qualquer capacidade natural de regeneração da biota remanescente no local ou nas proximidades.	Gann <i>et al.</i> , 2019
Restauração ecológica	Recriação de ecossistemas funcionais nos quais plantas, animais e solo estão funcionando dentro da faixa normal de atividade, visando em alta semelhança com o que havia antes.	Bradshaw, 1984
Restauração ecológica	O processo de auxiliar a recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído.	SER, 2004
Restauração florestal e da paisagem	Um processo planejado que visa recuperar a funcionalidade ecológica e melhorar o bem-estar humano em paisagens desmatadas ou degradadas.	Reitbergen-McCracken <i>et al.</i> , 2007
Mitigação	Uma série de ações adotadas para se minimizar os danos ambientais de um empreendimento ou ameaças a uma <i>espécie ameaçada</i> . As etapas incluem evitar projetos alternativos que seriam particularmente prejudiciais, modificar o projeto para minimizar impactos negativos na	Gann <i>et al.</i> , 2019

medida do possível compensar impactos que não podem ser evitados por meio de *medidas compensatórias*.

Regeneração Natural Espontânea, Restauração passiva	Uma abordagem de restauração que depende de incrementos ou espontâneos na biota sem a reintrodução direta após a simples remoção de fatores de degradação.	Holl & Aide, 2011, Gann <i>et al.</i> , 2019
Recuperação ambiental	Transformar terras severamente degradadas (por exemplo, antigos locais de minas ou terrenos baldios) em terras aptas para o cultivo ou em um estado adequado para algum uso humano. A ênfase é em devolver a área a uma condição ou trajetória útil do ponto de vista antropocêntrico.	Bradshaw, 1984, Gann <i>et al.</i> , 2019
Reflorestamento	Plantio de árvores em áreas que eram florestadas antes. As espécies utilizadas podem ser ou não nativas.	Gann <i>et al.</i> , 2019
Reabilitação	Ações que visam restabelecer um nível de funcionalidade ecossistêmica onde a restauração ecológica não é almejada, mas sim a provisão de bens e serviços ecossistêmicos.	SER 2004, Gann <i>et al.</i> , 2019
Revegetação	Estabelecimento, por qualquer meio, de plantas, o que pode ou não envolver <i>espécies locais</i> ou <i>nativas</i> .	Gann <i>et al.</i> , 2019
Renaturalização	Restaurar uma área ao seu estado não-cultivado ou “selvagem”. Usado especialmente em referência à reintrodução de espécies de animais silvestres que foram expulsas ou exterminadas.	Corlett, 2016

A regeneração assistida é uma abordagem intermediária de restauração que visa facilitar o processo de recuperação em locais que mostram algum potencial de regeneração natural ao se realizar ações como a remoção de organismos nocivos ou a retomada de regimes de distúrbios ecológicos (Gann et al. 2019). Restauração ativa ou reconstrução (termo usado por (Gann et al. 2019)) refere-se a uma abordagem de restauração onde há ampla intervenção humana para acelerar a recuperação, muitas vezes reintroduzindo muitas ou todas as espécies.

À primeira vista, a diferença entre essas atividades parece clara, mas decidir onde atividades específicas de restauração se encaixam ao longo deste contínuo pode ser complicado (Gann et al. 2019). A remoção de uma barragem permite a recuperação da floresta ripária por meio da regeneração natural, regeneração assistida ou restauração ativa? Esta atividade remove o impacto humano relacionado à restrição do fluxo de água, sem reintroduzir ativamente espécies, mas requer considerável intervenção humana e recursos (Holl 2023).

Claramente, o grau de intervenção varia ao longo de um gradiente em vez de haver diferenças categóricas distintas (Chazdon et al. 2021), e o que constitui regeneração natural *versus* regeneração assistida *versus* restauração ativa varia de acordo com os tipos de ecossistema e de distúrbios. A escolha da abordagem de restauração depende, em grande parte, da taxa de recuperação do ecossistema e dos objetivos específicos do projeto (Holl and Aide 2011; Gann et al. 2019).

Os projetos de restauração, muitas vezes, visam restaurar um ecossistema a um estado anterior ao distúrbio humano. Dessa forma, é de fundamental importância que se faça um levantamento do histórico de uso da área. Lewis III (2009) postula que a escolha de áreas para restauração deve responder a seguinte questão chave: “...essa área precisa de manejo.....ou é provável que se estabeleça por si só através do tempo sem intervenções?” (Lewis 2009). Ainda, como postulado por Saenger (2002): “Qual é a história da área, ou mais especificamente, que atividades anteriores levaram às condições atuais?” (Saenger 2002). Assim, o levantamento do histórico da área é o primeiro passo em qualquer projeto de restauração. No entanto, a restauração ecológica também deve levar em consideração as mudanças climáticas em andamento, e planejar sistemas resilientes (Lacerda et al. 2019).

## 2.2. Histórico de ocupação da área de estudo

É muito comum que mudanças antropogênicas nos padrões hidrológicos transformem dramaticamente a maioria dos rios e áreas úmidas. Com o estuário do Rio Cocó não foi diferente. A área, desde a primeira metade do Século XX, foi ocupada por salinas, as quais se estendiam por quilômetros ao longo do estuário. Tal atividade provocou mudanças profundas na microtopografia e fisionomia, inclusive no próprio curso do rio. Conforme levantamento topográfico executado pelo Exército Brasileiro em 1945 (Figura 9).

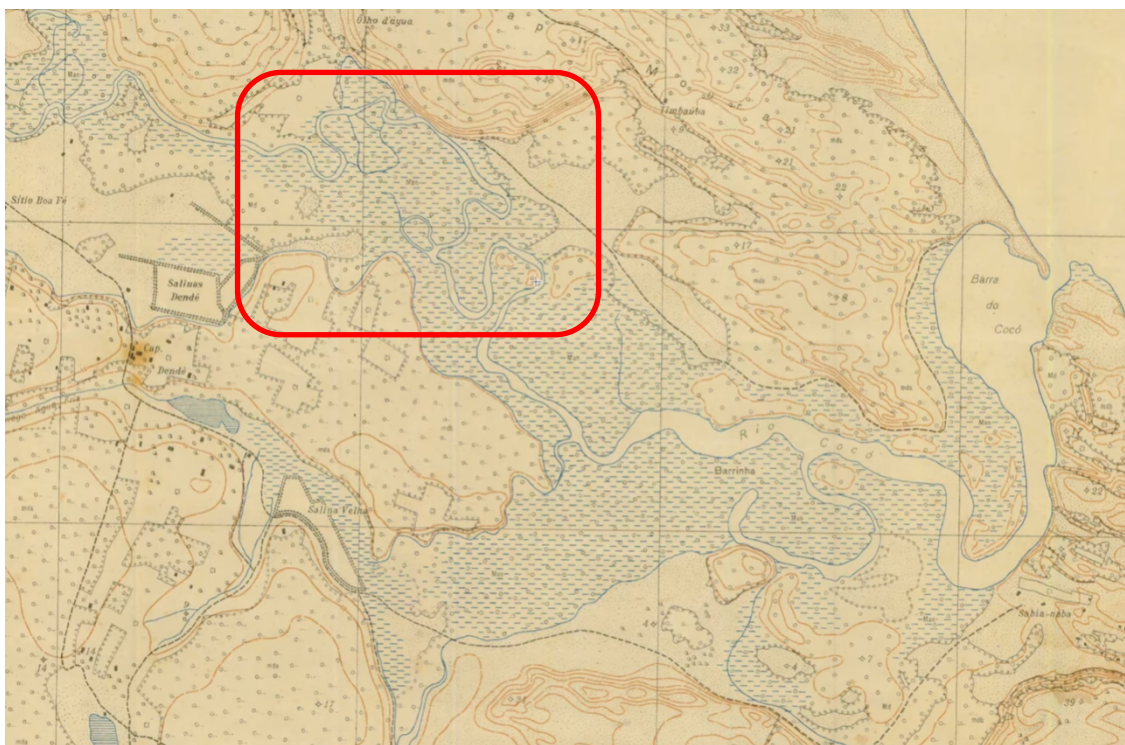


Figura 9. Mapa da região em 1945, produzido pelo Exército Brasileiro, evidenciando os meandros do rio e a região de salinas na área do incêndio (em destaque). Fonte: DNOCS. 5º Distrito Federal de Obras de Saneamento. Residência Ceará.

Já em 1969, um trecho considerável do rio passou por uma dragagem para retificar o curso do mesmo, facilitando a entrada da maré e o escoamento da produção salineira. O trecho do atual incêndio de janeiro de 2024, situa-se exatamente em um dos trechos do rio que sofreu essa canalização, conforme o mapa mostrado na Figura 10.

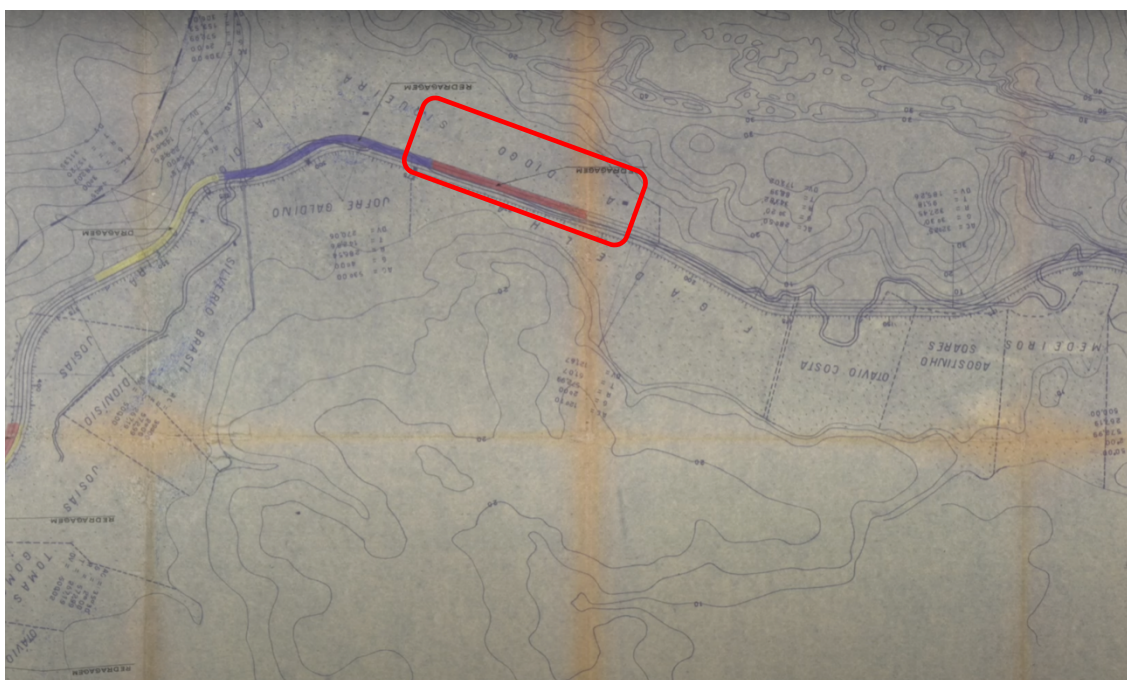


Figura 10. Mapa da região em 1969, evidenciando as obras de dragagem realizadas para canalização do rio, com a área do incêndio ocupada pela salina Diogo Siqueira (em destaque). Fonte: DNOCS. 5º Distrito Federal de Obras de Saneamento. Residência Ceará (A figura está invertida para fins de comparação com as demais).

Na imagem das Figuras 11 e 12, tomadas no início da década de 1970, evidencia-se a presença da Salina Diogo Siqueira na área em questão, bem como nas regiões adjacentes. O impacto dessas salinas se faz notar ainda nos dias de hoje, onde boa parte da vegetação de mangue não foi capaz de colonizar a área após a desativação das atividades, provavelmente devido a presença de canais para entrada de água (Figura 13A) e aos diques dos tanques de evaporação (Figura 13B), que se fazem notar até os dias de hoje (Figura 14; ver também o perfil topográfico na Figura 6).

Em imagem de 1982 (Figura 15), após a desativação da atividade salineira, é possível perceber o início da colonização da região por espécies herbáceas, arbustivas, e por espécies de manguezal na área mais próxima ao rio. Dessa forma, se desenvolveu um brejo paludoso nesse trecho, composto principalmente pela Taboa (*Typha* sp.), com vegetação de mangue ao longo das margens.

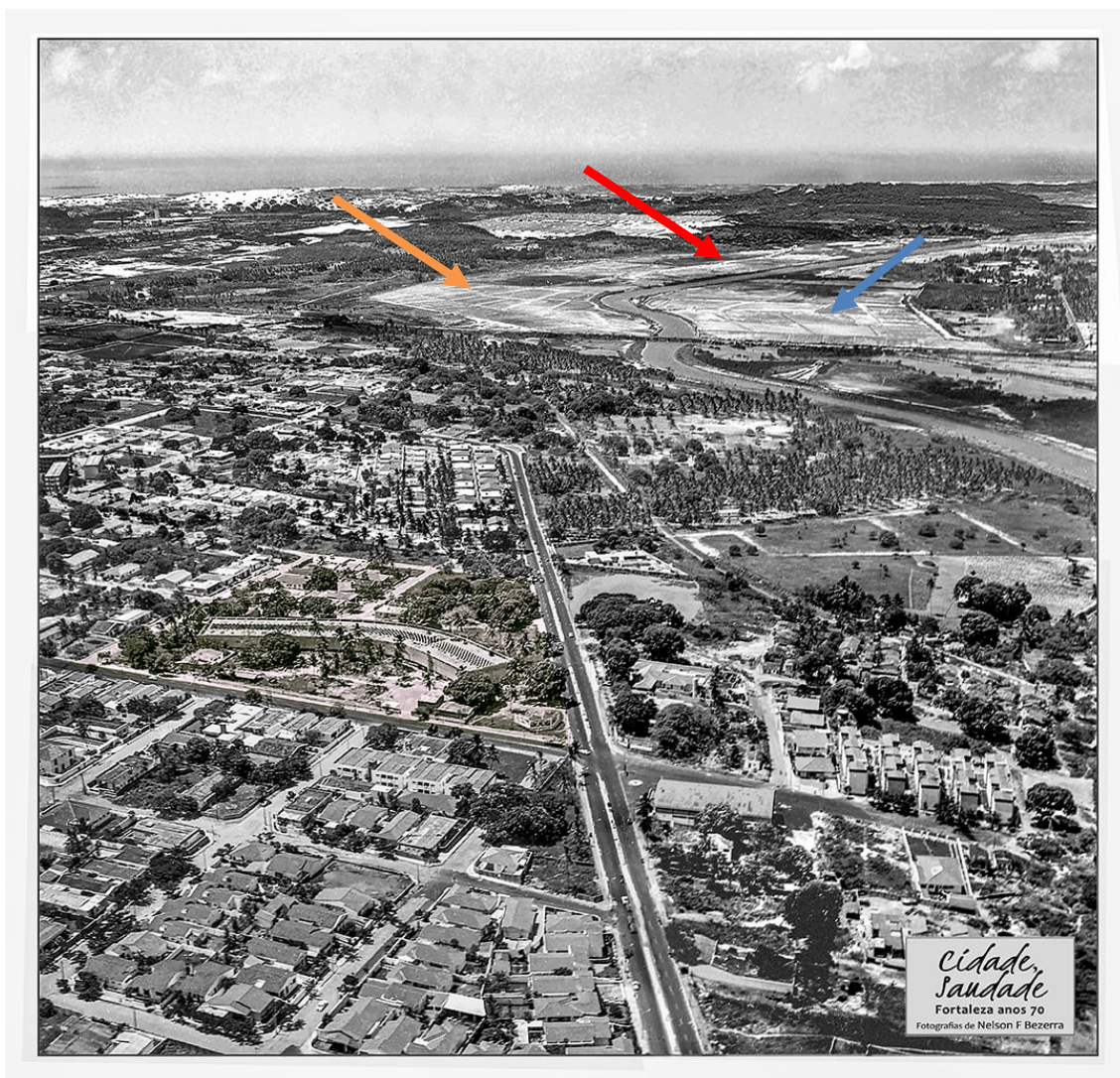


Figura 11. Fotografia aérea de 1973, evidenciando a região da atual trilha do Parque do Cocó (seta verde) e do incêndio (seta vermelha) ocupada pela salina Diogo Siqueira. Na seta em azul, o local hoje ocupado pelo *Shopping Center Iguatemi*. Fonte: Cidade Saudade. Fortaleza anos 70. Fotografia de Nelson F. Bezerra.



Figura 12. Destaque da salina Diogo Siqueira em 1973, evidenciando a região do atual Parque do Cocó e do incêndio (setas vermelhas) ocupada pela atividade salineira. Na seta em azul, o local hoje ocupado pelo *Shopping Center* Iguatemi. Fonte: Cidade Saudade. Fortaleza anos 70. Fotografia de Nelson F. Bezerra.

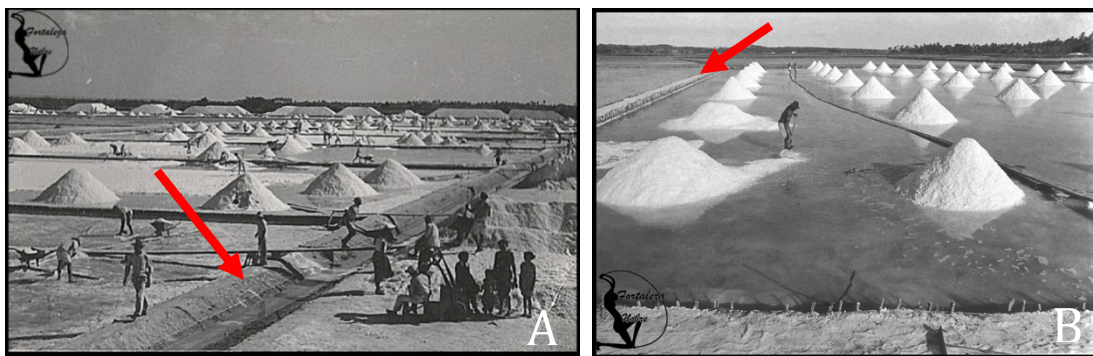


Figura 13. Registros das atividades na Salina Diogo Siqueira na década de 1970. A. Canais para entrada de água que estão presentes na área até hoje (seta vermelha). B. Tanques de evaporação com diques laterais (seta vermelha). Fonte: site Fortaleza Nobre (<http://www.fortalezanobre.com.br/2009/11/shopping-center-iguatemi.html?m=0>). A. Arquivo de Carlos Juçaba. B. Fotografia de Nelson F. Bezerra.



Figura 14. A e B. Regiões rebaixadas (setas vermelhas) em diferentes pontos da área afetada. Provavelmente canais para transporte de água da antiga salina.



Figura 15. Imagem aérea de 1982, onde pode-se notar a área com a presença de mangue próximo à margem do rio, e de vegetação arbustiva no centro (seta). Fonte: Jornal CDL.



Mais recentemente, com base em imagens de *drone* de 2023, é possível observar que a área não foi capaz de se regenerar após o impacto antrópico sofrido, permanecendo como uma região composta principalmente por espécies arbustivas na maior parte da área (Figura 16). Na área ainda são visíveis os resquícios dos antigos diques de evaporação da salina. É possível também observar a presença de áreas alagadas, formando brejos e lagoas temporárias, o que explica a presença de animais dulcícolas na região, especialmente do molusco *Pomacea* sp. (Figura 17). Entretanto, as análises das características dos solos das áreas atingidas pelo fogo reforçam que a vegetação da área era, presumivelmente, de um ambiente típico de manguezal (ver abaixo) que, pela restrição da entrada da água da maré, vem passando por um processo de dessalinização e a colonização por uma vegetação tipicamente dulcícola.



Figura 16. Imagem aérea de 2023 da região do incêndio de janeiro de 2024, evidenciando que a área já se tratava de uma região antropizada, sem a presença de vegetação arbórea. Foto gentilmente cedida pelo Dr. João Flávio.



Figura 17. Conchas do molusco dulcícola *Pomacea* sp. na área atingida pelo incêndio.

Finalmente, imagens de satélite obtidas por meio do aplicativo Google Earth, em diferentes épocas de diferentes anos, mostram que a área apresenta uma dinamicidade regulada pelo período de chuvas na região. No período chuvoso, é possível observar a presença de vegetação herbácea e de pequenas lagoas temporárias (Figura 18A). Já no segundo semestre, no período seco, nota-se que a vegetação seca na maior parte da área, assim como dos lagos temporários (Figura 18B). Em visita recente, no dia 21 de fevereiro de 2024, é possível notar a área alagada pelas chuvas do início da estação chuvosa (Figura 19).



Figura 18. Imagens obtidas pelo Google Earth evidenciando a dinamicidade da área. A. Junho de 2017 com vegetação herbácea no fim do período chuvoso; B. Vegetação seca em Dezembro de 2016, no fim do período seco.



Figura 19. Imagem de Fevereiro de 2024, evidenciando a presença de lagos temporários o que explica a presença de animais dulcícolas na região, especialmente do molusco *Pomacea* sp.

### 2.3 Da Gestão e da promoção da governança territorial

A preservação de parques naturais em zonas urbanas é de extrema importância, pois além de serem locais de preservação da natureza, eles também atendem aos objetivos de lazer e contemplação, estando abertos para a visitação do público em geral (Brasil 2000). Essa categoria foi pensada ideologicamente e inspirada nos parques urbanos, sendo a primeira legalmente definida com o objetivo de preservar intocada a beleza cênica dos ambientes naturais, proporcionando locais para atender aos interesses recreativos das sociedades (Menezes, 2014).

No Brasil, a falta de clareza na legislação gera confusão ao distinguir entre parques naturais e parques urbanos, especialmente quando se trata de parques naturais em áreas urbanas. O conceito de "parques" não é uniforme no ordenamento jurídico brasileiro. O termo abrange diferentes categorias definidas por instrumentos normativos específicos. Alguns parques estão localizados dentro do perímetro urbano de um município e são regulamentados pelo direito urbanístico, enquanto outros parques, também situados dentro do perímetro urbano, são regidos pelo direito ambiental. O critério espacial não é suficiente para determinar o regime jurídico aplicável. A distinção entre direito urbanístico e ambiental é estabelecida pela legislação que embasa a criação desses espaços (Sampaio et al., 2016).

No entanto, Fortaleza é um caso particular que chama atenção no cenário nacional, dada a abordagem integrada no instrumento de lei que orienta a criação e gestão dessas áreas. Existem vários parques na metrópole regidos pela legislação ambiental municipal, tipificados como parque natural municipal, parque urbano e parque linear (Fortaleza (CE) 2017). A diferença sutil entre os parques naturais e os parques urbanos é que, na primeira espécie, existem objetivos específicos de proteção dos ecossistemas de grande relevância ecológica onde estão localizados. Um exemplo disso é o Parque Estadual do Cocó (PEC), um parque natural regido pela legislação ambiental do Estado e está localizado dentro do perímetro urbano de Fortaleza, sendo o maior fragmento verde da capital cearense, com extenso manguezal e dunas milenares no entorno (Ceará, 2011).

O uso público dos parques naturais em zonas urbanas desencadeia uma variedade de interesses e necessidades, refletindo a diversidade da comunidade que eles servem. Além de serem locais de preservação ambiental e fornecerem serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação climática e a conservação da biodiversidade, essas áreas desempenham um papel crucial como espaços de lazer e recreação para os moradores do seu entorno (Ferreira & Lacerda, 2016).

A gestão desses espaços, como o PEC, deve envolver uma gama de atores, incluindo governos municipais e estaduais, comunidades locais, organizações não governamentais e o setor privado. No entanto, a diversidade de interesses e perspectivas sobre esses espaços valiosos na cidade requer uma abordagem amplamente participativa e holística para sua gestão efetiva.

A Geografia e as ciências territoriais utilizam o conceito de território para descrever uma realidade complexa e integrada, formada por diversas dimensões sociais, econômicas, ambientais,

políticas e culturais, que resultam de uma produção coletiva envolvendo relações de poder. O território é caracterizado pela apropriação, dominação e conteúdo político e econômico, que são produzidos em diferentes níveis escalares e por meio de territorialidades em um processo histórico centrado nas relações de poder, redes e identidades culturais (Raffestin, 1993; Fuini, 2014; Saquet, 2018).

Sendo assim, as várias dimensões do território são inter-relacionadas e fazem parte de um todo, não sendo possível explicá-las de forma isolada. É necessário analisar a relação entre as partes e o todo. O território não pode ser reduzido a uma entidade jurídica ou a uma ideia baseada no enraizamento a um lugar (Dallabrida et al., 2021). O principal desafio está na integração das diversas dimensões espaciais, urbanas e naturais (Dallabrida, 2016; 2017).

A abordagem territorial do desenvolvimento reconhece a importância dos atores emergentes da sociedade civil e enfatiza o território como um ponto de referência crucial em todas as formas de intervenção de planejamento e gestão (Schneider et al., 2010). Nessa perspectiva, destaca-se a importância da participação democrática, do protagonismo da sociedade civil e de uma noção qualificada de democracia na governança, visando harmonizar uma visão sobre o futuro e um determinado padrão de desenvolvimento territorial. A governança territorial envolve iniciativas e ações para a construção de consensos mínimos por meio de processos de diálogos tripartidos (concertação social), resultando nos chamados pactos socioterritoriais, que representam os projetos políticos de desenvolvimento do território em questão (Ferrão, 2010; Dallabrida, 2020).

A inclusão de comunidades circunvizinhas na governança é fundamental para garantir uma gestão democrática e eficaz do PEC. Ao envolver esses atores na tomada de decisões, promove-se a legitimidade das políticas e práticas adotadas, além de aumentar a responsabilidade e o engajamento dos cidadãos na conservação e no uso sustentável do parque.

Para alcançar uma gestão democrática efetiva, é essencial implementar mecanismos de governança que fomentem a participação pública, como conselhos gestores e audiências públicas, permitindo às comunidades locais contribuir ativamente para o planejamento e a gestão do parque. Além disso, é importante promover a transparência e a prestação de contas, garantindo que as decisões tomadas reflitam os interesses e as necessidades da população, bem como os objetivos de conservação e sustentabilidade do parque.

### **3. PLANO DO PROJETO**

#### **3.1. Metodologia - Descrição das etapas e das atividades que compõem o projeto**

##### **3.1.1. Topografia/Geomorfologia**

###### *Mapeamento e Aerofotogrametria*

O mapeamento morfológico (topografia) da área emersa composta pelas margens do rio e área degradada pelo incêndio contará com a aplicação da técnica de aerofotogrametria digital, que consta de um processo de aquisição de imagens obtidas por Aeronaves Remotamente Pilotadas ou RPA (Remotely Piloted Aircraft), também chamadas de VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados) ou Drones. Tal aquisição requer uma série de cuidados para a obtenção adequada das imagens para o processamento digital fotogramétrico, como: a distância focal e abertura da câmera; o recobrimento lateral e longitudinal, que deve ser de no mínimo 60% para duas imagens adjacentes e 30% para duas faixas de voo; e escala de voo.

A proposta contará com o equipamento RPA Phantom 4 Pro V2 produzido pela DJI Technology Co. Este equipamento representa hoje uma das melhores opções do mercado para a obtenção de imagens aéreas de fina qualidade. E a automatização do trabalho para aquisição dos dados de campo propõe excelentes resultados pós-processamento, como mosaico ortofoto, Modelos Digitais de Elevação (MDE) e Modelos Digitais de Terreno (MDT), fiéis à área estudada, com escala de precisão centimétrica. O Drone Phantom 4 Pro V2 tem as seguintes características: peso de 1380 gramas (incluindo bateria); câmera HD de 20 MP; tamanho máximo de cada foto de 5472 × 3078 pixels; capacidade de voo de aproximadamente 50 minutos (três baterias).

O plano de voo será realizado no software Dronedeploy para sistema IOS. Neste mesmo aplicativo também será executado o voo do levantamento aerofotogramétrico. Serão inseridos ao plano: altitude, velocidade, percentuais de sobreposições longitudinal e lateral. Serão inseridos Waypoints que irão orientar a rota de voo sobre a área estudada.

O ajuste do sistema de coordenadas das imagens geradas pelas aerofotografias com o sistema de coordenadas do terreno será feito a partir da obtenção de Pontos de Controle (PCs) em campo. Para tanto, será utilizado um GPS / GNSS RTK da marca Trimble, modelo R10 de precisões espaciais (horizontal e vertical) dentro das escalas centimétrica a milimétrica. Serão utilizados alvos artificiais

previamente inseridos em GPS para serem locados em campo. O Datum horizontal utilizado para o levantamento será o SIRGAS 2000, no sistema de coordenadas UTM zona 24 Sul.

O ajuste de coordenadas por PCs será etapa imprescindível no processamento das fotografias aéreas, uma vez que os dados coletados por VANTs possuem precisões métricas, o que geram distorções geométricas inseridas durante o processo de imageamento. Estas distorções dificultam a correspondência entre as posições dos elementos da imagem e as posições dos objetos na superfície da Terra. O ajuste de coordenadas por PCs irá propor, portanto, o controle espacial tanto horizontal como vertical, auxiliando no melhoramento da acurácia dos produtos.

Os PCs obtidos pelo RTK serão processados para a altura elipsoidal, além da correção horizontal, a partir de duas estações da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) localizadas no Eusébio (CEEU) e no Porto de Fortaleza (CEFT), pelo método de triangulação. O modelo MAPGEO 2015 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) será utilizado para a transformação dos dados em modelo geoidal (modelo do RTK) para o modelo ortométrico (referente ao nível de elevação da maré). Com esta correção, será possível gerar um MDT mais adequado aos dados de batimetria da área do estuário que tem influência da maré.

### ***Batimetria do Estuário***

O levantamento batimétrico será feito a partir de uma malha amostral previamente elaborada contendo os transectos espaçados a cada 20 metros (Figura 20). A coleta destes dados será feita em situação de maré de enchente, ou em picos das marés e próximo destes, para ser possível contemplar maior parte da área submersa do estuário, ou áreas intermarés que não serão contempladas pelo levantamento aerofotogramétrico. A embarcação utilizada será do tipo lancha zero calado, aproximado, com motor de popa.

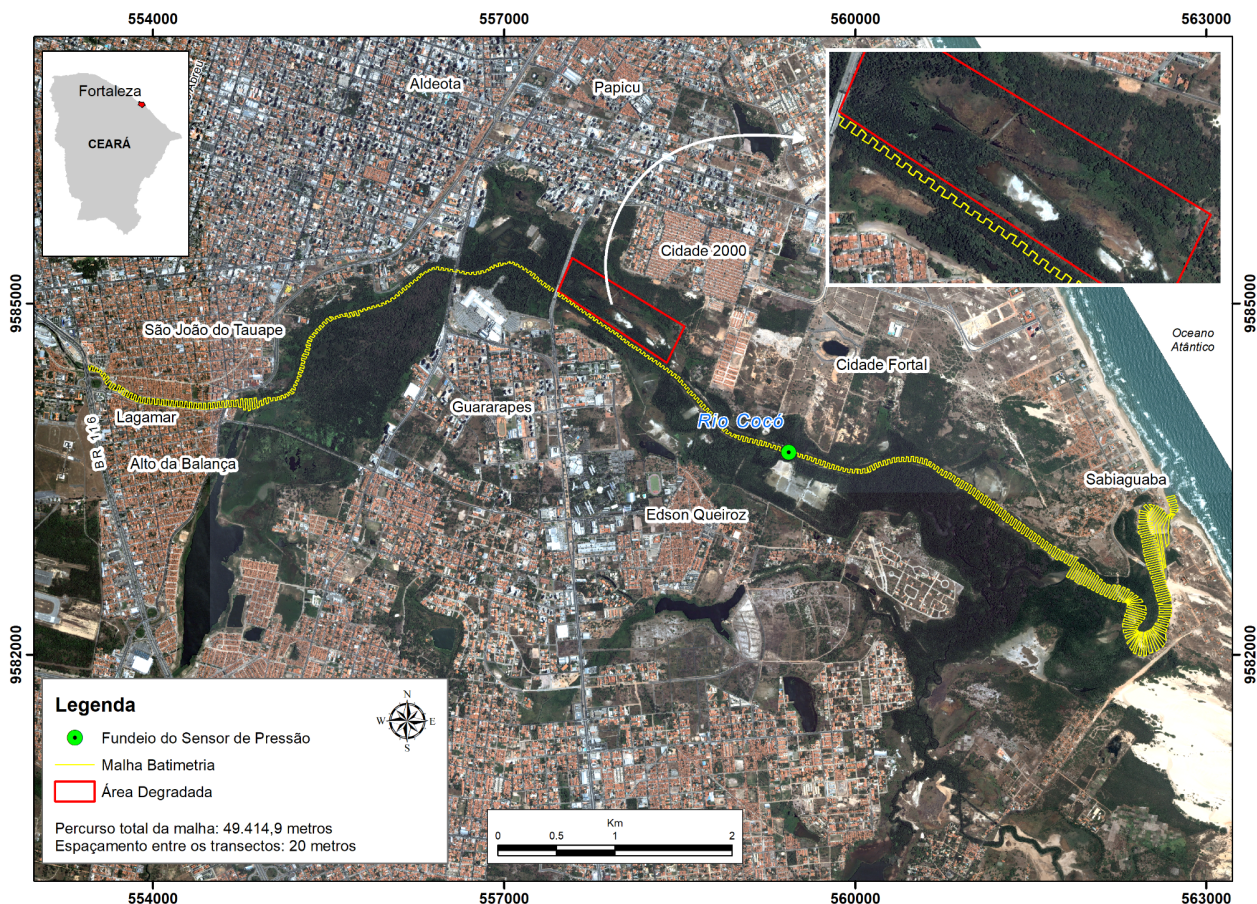


Figura 20. Malha da coleta de dados batimétrico do estuário. Retângulo em vermelho aponta a área degradada pela salina e queimada em janeiro de 2024.

Todas as medidas com ecobatímetro serão realizadas através de levantamento apoiado pelo sistema de posicionamento geográfico, utilizando um receptor GPS conjugado com ecossonda modelo GARMIN Echomap UHD 62CV. A ecossonda determina a distância entre o transdutor e o fundo, isso é feito através do cálculo de diferença de tempo entre o momento inicial de transmissão de uma onda ultrassônica até o fundo e o seu retorno ao transdutor. A aquisição dos dados é realizada em tempo real com intervalos de transmissão de 1,0 segundos. Todos os dados são coletados sob o formato internacional NMEA (National Marine Electronics Association). A projeção definida será a o Datum SIRGAS 2000 e as medidas de profundidade em unidade métrica. Todos os dados serão armazenados em notebook a bordo da embarcação. Após processamento dos dados será gerado um modelo digital batimétrico onde serão extraídas as informações necessárias sobre a morfologia do estuário.



O protocolo NMEA define uma linha de dados chamada de sentença, que é totalmente autossuficiente e independente das demais. Existem sentenças padrões para cada categoria de dispositivo, tais como navegação sobre rota, desempenho de viagem, arrasto da embarcação, posicionamento geográfico, medições batimétricas e de temperatura da superfície do mar, estimativa de erro, entre outras.

Cada sentença começa com um cifrão ('\$'). Os dados de uma sentença estão contidos dentro desta única linha, com itens de dados separados por vírgulas. Os dados são enviados via interface serial do GPS/sonda e convertido em formato do Código Padrão Americano, conhecido por ASCII para o notebook, com separador decimal definido como ponto. Em alguns aparelhos é possível a configuração para o envio de determinadas sentenças. Desta forma, são armazenados apenas os dados de interesse e assim evitando uso desnecessário de memória.

Para levantamentos batimétricos é possível serem utilizadas as sentenças que trazem a informação de posicionamento (latitude e longitude), data, hora UTC, profundidade em metros e temperatura em graus Célsius. As sentenças selecionadas serão a \$GPGLL (coordenadas) \$SDDPT (profundidade).

A correção de maré será feita a partir dos dados coletados *in situ* por um sensor de pressão, tipo um RBR modelo TWR-205), que mede a variação da coluna d'água durante o período de coleta de dados batimétricos na área do estuário, possibilitando a redução da maré a partir de uma equação polinomial.

### **3.1.2. Modelagem hidrodinâmica**

Após a obtenção dos dados topográficos e batimétricos, será implementado um modelo hidrodinâmico em toda a região do estuário do Rio Cocó. O objetivo deste modelo é determinar como a água proveniente das oscilações de maré do Rio Cocó se distribuirá pela área incendiada após a remoção do dique da salina. Através do modelo também será possível analisar a chegada de água salgada de origem marinha na região devido às oscilações de maré.

Para tanto será utilizado o modelo Delt3D que já foi usado para estudos de inundação em vários locais do mundo (Horstman et al. 2015; Hoogeveen 2020; Montgomery et al. 2022; Kramer and Arias 2023). Com base nos dados topográficos e batimétricos será criada uma malha numérica

detalhada da área de estudo da foz do Rio Cocó até a região do Lagamar. O modelo será forçado na região da foz através das condições de contorno usando os dados dos oito principais harmônicos de maré da região que fornecerão os níveis de maré do estuário. Na região a montante serão usados dados de vazões parametrizados.

As simulações serão validadas através da comparação do nível e da salinidade observados na região adjacente do estuário adjacente à área queimada. Para tanto, os dados de salinidade e elevação do nível do mar serão coletados através da instalação de um sensor de pressão e salinidade na área por 12 horas, em condições de maré de sizígia e quadratura.

Após a calibração e validação dos resultados será realizado um teste de sensibilidade onde o dique da antiga salina adjacente a área queimada será removido. Com isso será possível determinar como a água proveniente das oscilações de maré se distribui na área queimada e qual a salinidade de chegada dessa água a área. A análise dos resultados das simulações identificará áreas vulneráveis à inundação e seus padrões sazonais.

### **3.1.3. Mapeamento de solos**

As atividades de mapeamento dos solos serão realizadas como parte da disciplina do Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo (PPGCS/UFC), por meio da qual alunos e professores envolvidos neste projeto irão elaborar, ao longo do semestre 2024.1, um mapa identificando os solos presentes na área afetada. Assim, na área de estudo, serão localizadas e abertas trincheiras distribuídas para abranger o máximo da variabilidade dos solos da área, de modo que o número de trincheiras irá depender dessa variabilidade, com um número mínimo de três trincheiras. Assim, as trincheiras serão alocadas identificando, na área afetada, diferenças nas feições da paisagem, relevo e tipo de vegetação (Lima et al. 2013; Oliveira et al. 2019).

Após a aberturas das trincheiras, realizada com o apoio dos servidores do Parque do Cocó, serão realizadas as descrições morfológicas dos solos, identificando horizontes e camadas, espessura dos horizontes, cor, textura, estrutura e transição entre horizontes de acordo com os métodos propostos por (Santos 2015) e (Jahn et al. 2006). Em cada horizonte serão coletadas amostras de solos, identificadas e armazenadas para serem transportadas ao laboratório. Durante essa etapa, também serão efetuadas medições in situ dos valores de potencial redox (Eh) e pH utilizando eletrodos portáteis previamente calibrados (Nóbrega et al. 2023). Adicionalmente, serão coletadas

amostras de solo por meio de tradagens, nas profundidades 0-20; 40-60 e 80-100 cm, visando definir e espacializar as unidades de mapeamento.

No laboratório, as amostras serão lavadas com etanol 60 % para a remoção dos sais solúveis até o teste de nitrato de prata indicar a ausência de cloretos. Por fim, as amostras serão encaminhadas ao laboratório da FUNCEME/DCS para a determinação de cátions trocáveis, conteúdo de carbonato de cálcio equivalente, carbono orgânico total, presença de material sulfídrico e granulometria utilizando os métodos propostos para classificação de solos de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (SiBCS; (Santos et al. 2018).

Em posse dos resultados das análises, os solos serão classificados até o 4o nível categórico de acordo com o SiBCS e definido as legendas das unidades de mapeamento, integrando as informações obtidas em um sistema de informação geográfica (SIG) para a elaboração do mapa e análises espaciais.

### 3.1.4. Restauração hidrológica

Os bens e serviços ambientais fornecidos pelos ecossistemas dependem diretamente do funcionamento adequado de plantas, animais e microrganismos. O uso dos estuários para produção de sal ou de camarão em cativeiro tem ocasionado inúmeros impactos nos estuários e seus ecossistemas, como manguezais, marismas e apicuns. Isto adquire caráter mais grave no nordeste, que detém apenas um 7% dos manguezais do Brasil, os quais crescem em condições duras impostas pelas elevadas temperaturas e sazonalidade de chuvas, e conseqüentemente da intermitência de fluxo dos rios durante somente parte do ano, situação ainda agravada pela barragem e conseqüente diminuição do fluxo dos mesmos (Lacerda et al. 2019, 2022). Os impactos antrópicos como a carcinicultura e a produção de sal, e os impactos atuais e previstos das mudanças climáticas ameaçam estes ecossistemas, que embora resilientes (capazes de se recuperar frente a distúrbios ambientais degradantes), podem ser muito afetados por estes fatores atuando sinergicamente.

Apesar da capacidade regenerativa dos manguezais, determinada pela sua resistência e pelo modo de dispersão de suas sementes (ou ‘propágulos’) pela água, se as condições hidrológicas das quais a floresta depende são modificadas, isto é, se o manguezal tem perturbado o seu ciclo periódico de cobertura-exposição pela flutuação normal das marés, corre risco de ser degradado. Os exemplos são visíveis (por exemplo no Cocó) através dos danos diretos e indiretos ocasionados pelas intervenções antrópicas, dentre elas a produção de sal e/ou camarão, onde os manguezais são privados da irrigação pelo fluxo de marés ou submetidos a um excesso de fluxo de água hipersalina, em ambos os casos comprometendo seu desenvolvimento e ocasionando frequentemente sua morte (Ferreira and Lacerda 2016). O estabelecimento da floresta de mangue depende de condições hidrológicas e edáficas (do solo) apropriadas para que os propágulos possam se estabelecer, o qual é impedido pelas intervenções antrópicas mencionadas, na medida em que interrompem o fluxo de água do estuário, que carrega propágulos, às áreas litorais convertidas em áreas produtivas.

Isto implica que muitas vezes, só o restabelecimento do fluxo de água (por exemplo através de canais) é suficiente para reiniciar o desenvolvimento do mangue, na medida que propágulos trazidos pela maré encontram áreas disponíveis para se estabelecer e crescer, sem a necessidade de serem plantados, o qual é uma medida extrema para casos de maiores níveis de degradação ambiental (Lewis 2009). Embora mais lenta e eventualmente mais custosa, a restauração hidrológica permite à floresta de mangue se restabelecer através dos seus próprios mecanismos ecológicos, dos quais a biota (microorganismos, inúmeras espécies de invertebrados, peixes e outros) é parte fundamental (Ferreira et al. 2015, 2022). Assim, uma vez que taludes e elevações entre os reservatórios de sal construídos anteriormente no Cocó impedem o fluxo de água às áreas de mangue remanescente, uma solução primária é restabelecer a circulação da água do rio dentro das áreas em questão, possibilitando assim um retorno das condições hidrológicas, edáficas e o estabelecimento de novos propágulos. O plantio direto pode ser usado para acelerar a recuperação e eventualmente aumentar a diversidade arbórea nas áreas.

É importante destacar que embora os fragmentos de 'brejos' de água doce sejam provavelmente uma consequência das alterações hidrológicas provocadas pelas atividades salineiras onde antes existiam manguezais, no presente constituem ambientes que acumulam água na época chuvosa e, portanto, sustentam populações de animais de espécies que podem não ser tipicamente de florestas de mangue, dentre eles alguns mamíferos (raposas, saguis), 'répteis' (serpentes, lagartos), anfíbios, moluscos de água doce e algumas espécies de aves. Uma vez que o PEC tem entre seus objetivos a preservação de biodiversidade e o conhecimento da mesma pelo público, recomenda-se manter essas áreas alagadas com água doce. O manejo hidrológico deverá ser independente do fluxo de água salgada empregado para restaurar o mangue, para evitar sua salinização.

Como destacado mais acima, a restauração de um ambiente com diferentes fragmentos-ecossistemas constitui um desafio, por isso, as medidas deverão ser coordenadas e sinérgicas, e mantidas no tempo até que os ambientes se estabilizem e consigam se manter sem nenhuma ou com mínima intervenção humana. Um melhor controle da visitação ao PEC, a gestão democrática, a colaboração do público e, principalmente, a suspensão das atividades com potencial de degradação e/ou poluição são indispensáveis para o êxito das intervenções de recuperação.

### 3.1.5. Restauração da vegetação

O primeiro passo para o processo de restauração serão as coletas botânicas pelo método de caminhamento (Filgueiras et al. 1994; Moro and Martins 2011). Após identificação das principais fitofisionomias e principais espécies presentes em cada uma delas, será indicado o método mais adequado de restauração da vegetação para cada caso, seja de plantio de mudas ou propágulos, seja de monitoramento de recuperação natural do trecho (Prach et al. 2019).

Em análise preliminar da área queimada, observamos duas áreas com vegetações distintas: o brejo (Figura 21) e o manguezal arbóreo, dividido em Mangue 1 e Mangue 2, ambos afetados pelo incêndio (Figura 22 e Figura 23).

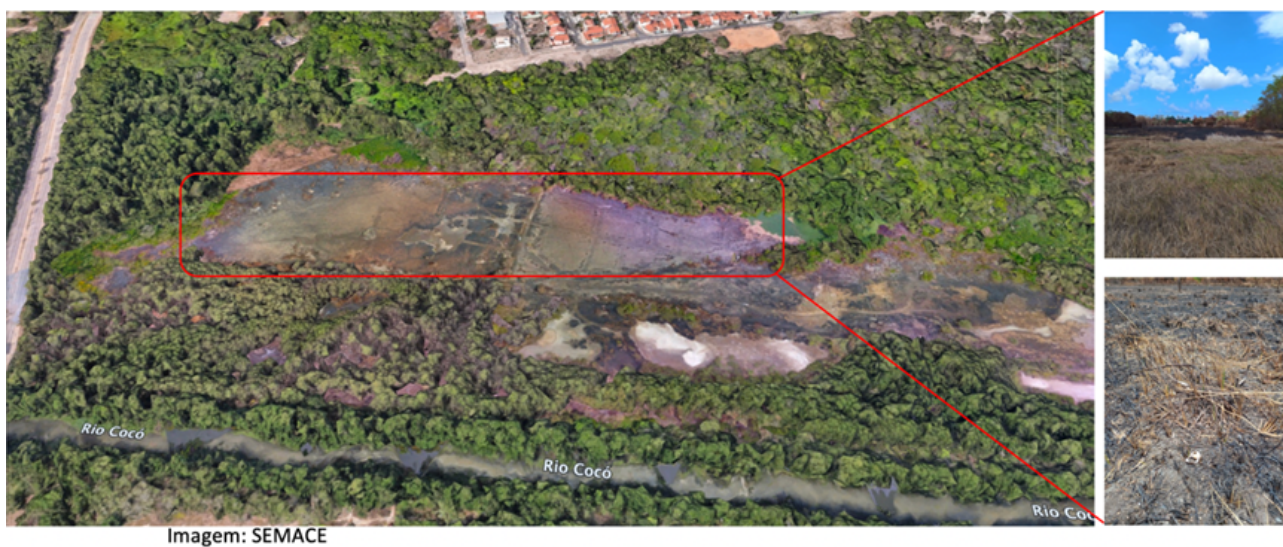


Figura 21. Área impactada pelo incêndio. No destaque, área de brejo paludoso com presença do capim, *Typha* sp. (Taboa). Essa foi a área mais impactada pelo fogo.



Imagem: SEMACE

Figura 22. Área impactada pelo incêndio. No destaque, floresta de mangue atingida pelo fogo, denominada como “Mangue 1”.



Imagem: SEMACE

Figura 23. Área impactada pelo incêndio. No destaque, a floresta de mangue atingida pelo fogo, denominada como “Mangue 2”.

As áreas de brejo, dominadas por plantas herbáceas, incluindo a taboa, que rebrota espontaneamente após queimadas, provavelmente serão monitoradas no processo de regeneração natural. Já a área de manguezal pode necessitar de maiores intervenções, como alterações no fluxo hidrológico.

Na área de Mangue 1, realizaremos a abertura de canais desde o leito do rio Cocó, em formato de espinha de peixe, de modo a permitir a entrada da água e restabelecer o fluxo típico de manguezal (Figura 24). Na área de Mangue 2, a abertura de canais faz-se difícil, devido à distância para o rio, e ao porte da vegetação. Assim, optou-se por uma estratégia de estabelecimento de parcelas fixas na área, para quantificação da biomassa morta, do estoque de carbono perdido com o evento de incêndio, e o acompanhamento da regeneração natural da área (Figura 24).

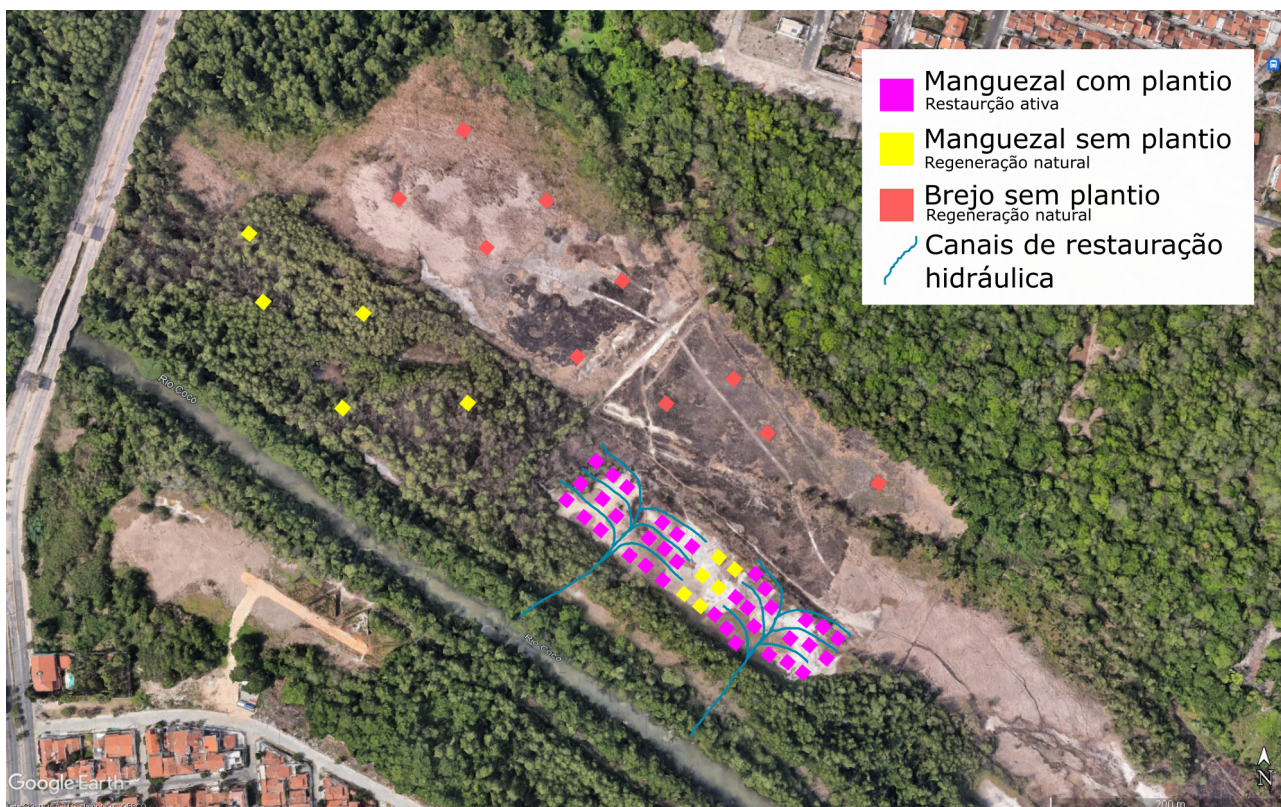


Figura 24. Proposta de desenho experimental com parcelas de 10 x 10 m (quadrados coloridos). Abertura de canais e plantio de espécies de manguezal, em rosa (Mangue 1); manguezal sem abertura de canais, e monitoramento de regeneração natural, em amarelo (Mangue 2); e brejo com monitoramento de regeneração natural, em vermelho.

### ***Regeneração natural (Mangue 2)***

Para o acompanhamento da restauração ecológica da área, serão estabelecidas parcelas permanentes (10 x 10 m) para monitoramento de longo prazo (Felfili et al. 2005; Moro and Martins 2011). Nessas parcelas, todos os indivíduos lenhosos com diâmetro no nível do solo (DNS) igual ou



maior que 3 cm serão medidos, registrando seu diâmetro a altura do peito (DAP, superior a 2,5 cm), altura e espécie (Moro and Martins 2011; Kauffman et al. 2012). A partir das medições, se obterá os valores típicos de estrutura da vegetação impactada, como abundância, densidade, frequência e área basal. Também mediremos os indivíduos mortos em pé presentes no local do incêndio. Com isso, geraremos uma tabela fitossociológica padrão para documentar a estrutura da vegetação (Moro and Martins 2011). Após esse procedimento, será estimada a biomassa por meio de equações de regressão entre as medidas alométricas das plantas e os estoques de carbono por fator de conversão (Ferreira et al. 2015, 2019; Beloto et al. 2023).

Dentro das parcelas permanentes de monitoramento, serão também instaladas subparcelas de 1x1 m para estudo da regeneração natural das árvores. Nessas subparcelas, todos os indivíduos lenhosos de qualquer porte e tamanho serão registrados, documentando a quantidade e tamanho de juvenis de cada espécie que estejam germinando e crescendo. A quantidade e tamanho dos juvenis será monitorada para se avaliar o recrutamento e taxas de sobrevivência das mudas ao longo do período de monitoramento.

Os valores das variáveis estruturais da vegetação, bem como a biomassa, serão monitorada no longo prazo dentro das parcelas experimentais, entre áreas mais e menos impactadas, a fim de compreender como se desenrolou a dinâmica do processo de restauração da área.

### ***Quantificação de carbono e monitoramento da vegetação:***

Para quantificar a perda de biomassa e carbono estocados, será utilizado o estudo de anéis de crescimento como ferramenta que possibilita avaliar a história do crescimento de árvores. Através dela é possível quantificar de forma relativamente rápida o desempenho dos indivíduos arbóreos em períodos de tempo relevantes à longevidade das próprias árvores (Groenendijk et al. 2014). A análise de anéis de crescimento já foi aplicada para estimar a produtividade e o potencial de rendimento florestal em diversos ambientes, junto com possíveis alterações na produtividade sob cenários de impacto ambiental (Villagra et al. 2005; Hughes et al. 2010; Cook and Kairiukstis 2013). Também já foram usados em reconstruções climáticas locais (e.g., precipitação e temperatura) (Hughes et al. 2010; Costa et al. 2015) e para entender respostas específicas aos táxons, em relação ao carbono assimilado ou alterações fisiológicas extremas dentro das populações (Worbes and Raschke 2012).

Os anéis de crescimento permitem analisar as tendências de crescimento em longo prazo, separando-as de padrões associados à idade ou ao tamanho da árvore (Peters et al. 2015). Além da análise de padrões de crescimento, o estudo da madeira também permite a construção de cronologias de variação em crescimento e em outros atributos da madeira (área de vasos condutores), que registram sinais climáticos e fisiológicos incidentes sobre as árvores (Hughes et al. 2010; Cook and Kairiukstis 2013). Os dados de anéis de árvores podem produzir informações sobre o crescimento, que cobrem a vida útil de árvores individuais e registram a variabilidade no crescimento de uma espécie arbórea (Brienen et al. 2016). Projeções de produção de madeira e acúmulo de carbono também foram simuladas usando dados de anéis de árvores em sistemas de exploração madeireira policíclicos (Brienen and Zuidema 2006). Esta abordagem utiliza simulações de crescimento de uma única árvore em combinação com cenários de dinâmica de vegetação para simular o volume futuro de madeira e avaliar as consequências das decisões de gestão (Brienen and Zuidema 2006; Rozendaal et al. 2010; Groenendijk et al. 2017). Essas abordagens de modelagem são cruciais para identificar cenários de acúmulo de carbono na madeira e quantificar sua perda diante de impactos ambientais, como incêndios (Harley et al. 2018).

Dessa forma, serão obtidas amostras do lenho de *Rhizophora mangle*, de indivíduos mortos e sobreviventes para construir cronologias de crescimento da vegetação com finalidade de entender a variabilidade ambiental no Parque do Cocó. Esta espécie apresenta anéis de crescimento distintos e passíveis à construção de cronologias (Souza et al. 2016). De posse das cronologias, será possível estimar o quanto de carbono foi armazenado pela vegetação ao longo do tempo e direcionar medidas de mitigação sobre a área de vegetação perdida com o incêndio recente. Através das informações obtidas pelos anéis das árvores, é esperado, ainda, identificar padrões nas oscilações de crescimento ao longo do tempo, datar incêndios anteriores e seus efeitos sobre o crescimento da vegetação, bem como estimar os padrões de avanço espacial da regeneração da vegetação natural após o abandono da antiga área de salina. Esse estudo utilizará as relações entre tamanho-idade das árvores para estimar a variação da estrutura etária da população de *R. mangle* ao longo de um gradiente lateral perpendicular partindo do rio que corta o parque. Esses estudos podem fornecer prospectos sobre a regeneração natural após o incêndio, assim como estimativas da recuperação do serviço ecossistêmico de estocagem de carbono na biomassa aérea que será regenerada.

## ***Plantio no manguezal (Mangue 1)***

No manguezal onde é possível abrir canais, serão instaladas parcelas permanentes, de 10 x 10 m, para compreender:

- Qual é a vantagem de abrir canais para restauração hidrológica? Aqui compararemos o crescimento de plântulas entre os Mangues 1 e 2 na ausência de plantio (parcelas controle).
- Quais estratégias de plantio são mais eficientes para a restauração de manguezal após a degradação pelo fogo? Para responder a essa pergunta, compararemos o plantio de mudas com o plantio de propágulos.
- O desenvolvimento das plantas é favorecido pela inoculação com a microbiota presente no solo de áreas de referência? Aqui, utilizaremos solos de áreas de referência não queimados para restaurar a microbiota e potencialmente acelerar o estabelecimento de plântulas, e compararemos com parcelas sem inoculação.

Entre as diferentes estratégias de plantio, são possíveis: o plantio de mudas, produzidas nos viveiros da SEMA ou transplantadas do campo, ou o plantio direto de propágulos. Nesse projeto, pretende-se plantar mudas ou propágulos das três espécies de mangue: *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), *Avicennia germinans* (mangue preto) e *Laguncularia racemosa* (mangue branco).

O plantio de mudas apresenta o custo de produção das mesmas, e um risco maior de mortalidade após o transplante do viveiro para o campo (Ferreira et al. 2022). No entanto, o plantio de propágulos, principalmente de mangue preto e branco, também apresenta riscos, como o de predação por caranguejos (Ferreira et al. 2013). Portanto, é necessário desenhar estratégias que visem a passagem das plantas jovens pelo gargalo inicial de mortalidade, um dos grandes problemas da restauração ecológica.

Entre essas estratégias, o uso da associação entre plantas e microrganismos do solo tem tido destaque na restauração ecológica de áreas degradadas (Wubs et al. 2016; Allard et al. 2020; Wolfsdorf et al. 2021). Microrganismos do solo são uma peça chave na ciclagem de carbono e nutrientes (Cavicchioli et al. 2019). As plantas podem gerar *feedbacks* positivos com os microrganismos do solo, pois interagem com fungos micorrízicos, bactérias solubilizadoras de fósforo, ou fixadoras de nitrogênio, que podem facilitar a aquisição de nutrientes pelas plantas (Jiang et al. 2024). As plantas se associam ainda com fungos endofíticos, que colonizam suas raízes sem

causar danos aos tecidos. Alguns fungos endofíticos, como os conhecidos com *dark septate endophytes*, são conhecidos por aumentar a tolerância ao estresse hídrico, salino e térmico das plantas, bem como produzir hormônios que promovem o seu crescimento (Ruotsalainen et al. 2022). Por fim, alguns microrganismos do solo que são patogênicos para as plantas podem levar a feedbacks negativos com o crescimento vegetal (Jiang et al. 2024). Portanto as interações planta-solo são complexas e dependem de várias condições bióticas e abióticas.

A microbiota dos manguezais neotropicais do semiárido é especialmente complexa, apresentando maior riqueza e variabilidade microbiana, sendo fortemente influenciada pelas altas temperaturas e taxas de evapotranspiração (Tavares et al. 2021). O fogo pode ter impactos enormes sobre a biomassa e a composição da comunidade microbiana (Hamman et al. 2007). No entanto, os efeitos do fogo sobre a microbiota de manguezais não são conhecidos.

Uma das estratégias possíveis para acelerar a recuperação da microbiota do solo, e com isso, o crescimento das plantas, é realizar a transposição de solo superficial de áreas de referência adjacentes (Wubs et al. 2016). Em uma revisão recente, a restauração do microbioma do solo acelerou a produção de biomassa vegetal em 64% (Averill et al. 2022). As áreas de referência deverão apresentar características semelhantes à vegetação antes da passagem do fogo. Para cada muda ou inóculo plantado, transporemos cerca de 300 g de solo em metade das parcelas de cada tratamento. Nas parcelas controle, será transposta a mesma quantidade de solo, sem o plantio de mudas ou propágulos. O desenho experimental da área de Mangue 1 deve seguir o seguinte padrão (Figura 25)

Na área de Mangue 1 onde haverá a construção de canais:

1. 6 parcelas propágulos
2. 6 parcelas mudas
3. 6 parcelas propágulos + inóculo
4. 6 parcelas mudas + inóculo
5. 6 parcelas controle
6. 6 parcelas controle + inóculo

Total de 36 parcelas com canalização

Na área de Mangue 1 entre os dois canais:

1. 3 parcelas controles
2. 3 parcelas controle + inóculo.

Total de 6 parcelas sem canalização

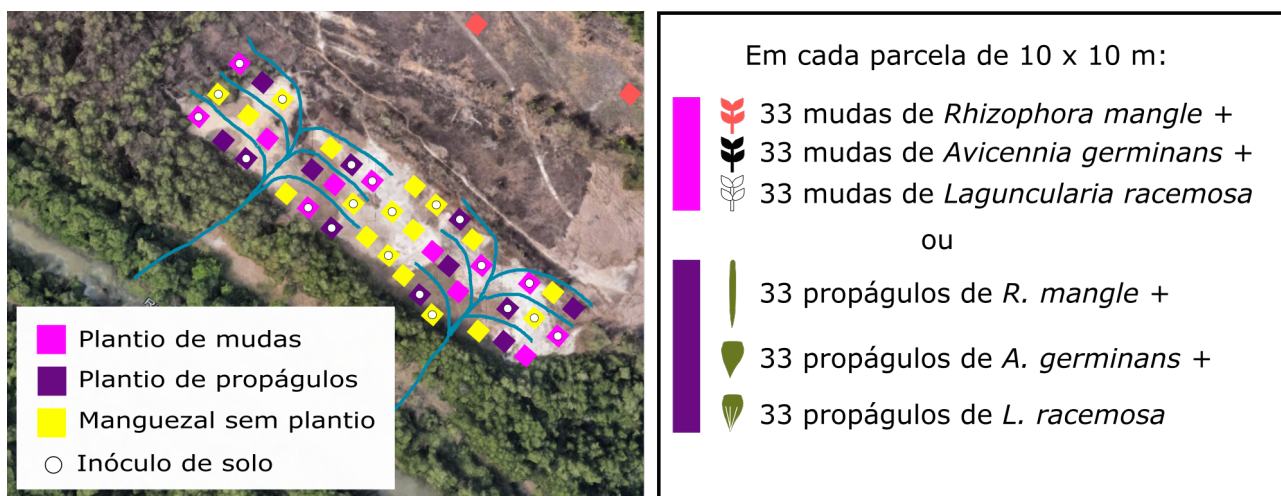


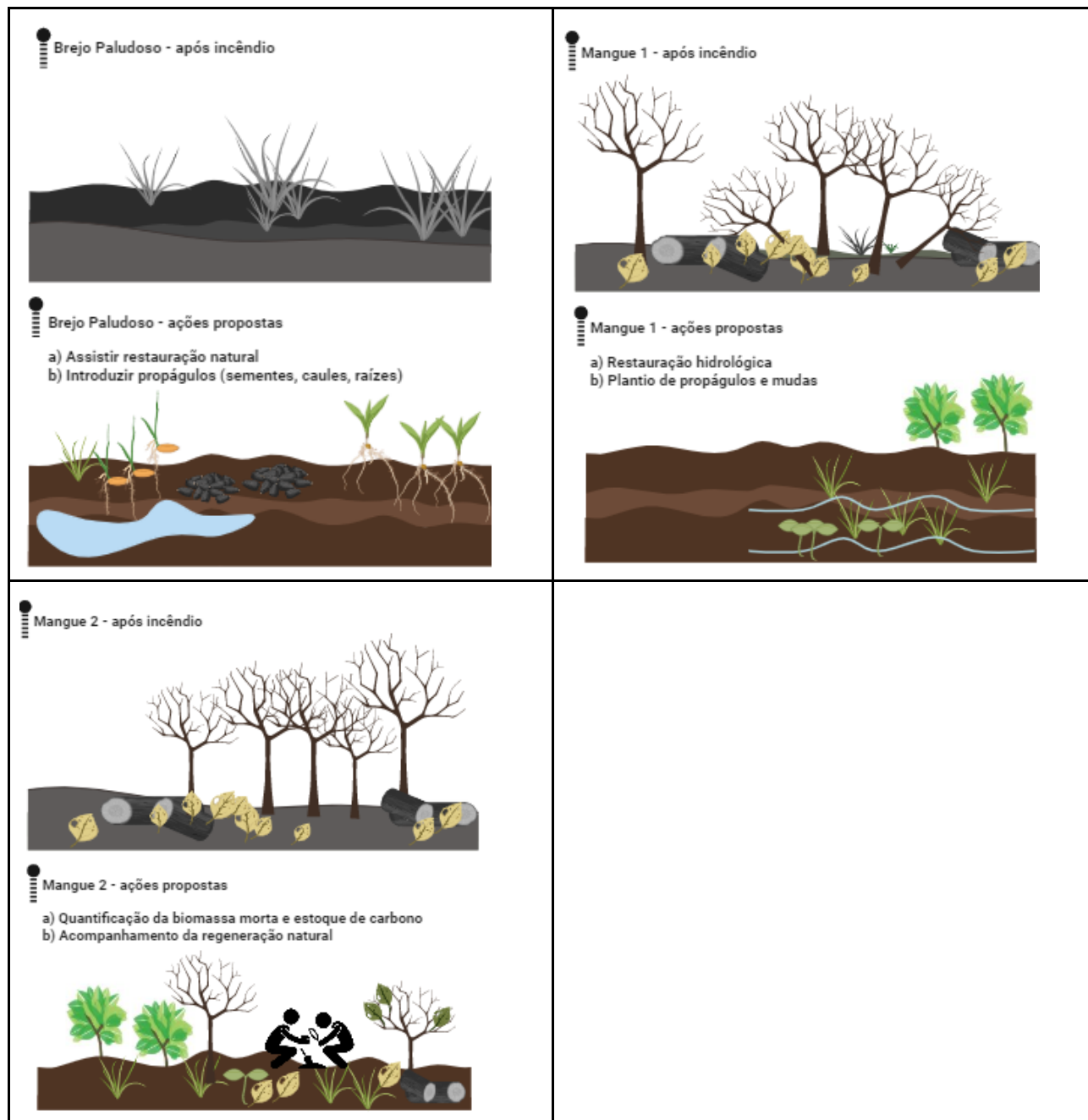
Figura 25. Desenho experimental do plantio no Mangue 1. Nas parcelas em rosa serão plantadas mudas, e nas parcelas em roxo, serão plantados propágulos das três espécies. As parcelas em amarelo, parcelas controle, não serão plantadas. Os círculos dentro das parcelas representam o aporte de solo superficial que servirá como inóculo para mudas ou propágulos.

Para o experimento de plantio, serão necessárias, no total, 1188 mudas, sendo 396 de cada espécie (33 por parcela x 2 tratamentos (com inóculo e sem) x 6 repetições). As mudas serão fornecidas pelos viveiros da SEMA. A mesma quantidade de propágulos, coletados ao longo do Rio Cocó, será utilizada. As diferentes espécies de mangue serão plantadas misturadas, separadas 1 m entre si. O plantio será realizado em um ou vários mutirões, contanto com o apoio da SEMA, de trabalhadores do Movimento Sem Terra, de alunos da UFC e UECE, bem como de participantes do Programa Agente Jovem Ambiental da SEMA. O monitoramento e manejo adaptativo das áreas plantadas será realizado mensalmente por estudantes de graduação e pós-graduação da UFC. Será registrado o crescimento e a mortalidade das plantas. Além disso, o recrutamento de plantas herbáceas (ex. *Sesuvium portulacastrum*) por regeneração natural após a construção dos canais será mensurado.

Ainda, será avaliado o impacto da inoculação da microbiota da área de referência nas áreas em restauração. O crescimento das plantas será avaliado trimestralmente. Amostras dos inóculos utilizados para analisar a biomassa microbiana serão coletadas, bem como a comunidade microbiana, por meio da metagenômica. Trimestralmente, serão coletadas amostras de solo ao pé das plantas

inoculadas e comparadas com amostras da área de referência. O financiamento para o estudo da microbiota será oriundo de projetos de parceiros.

### Resumo gráfico das ações a serem realizadas:



### 3.1.6. Gestão e promoção da governança territorial

Uma opção concreta para estimular uma prática de governança territorial qualificada nesta área seria a implementação de um **programa de monitoramento participativo**. Esse programa envolveria a participação ativa das comunidades na coleta de dados e informações sobre o território, incluindo aspectos ambientais, sociais e econômicos. O objetivo seria capacitar os participantes por meio de oficinas (trilhas urbanas-ambientais) na coleta de informações relevantes para a gestão do território, como a qualidade da água, a biodiversidade e o uso do solo. Esses dados seriam coletados de forma regular e sistemática, permitindo uma compreensão mais precisa da situação do território e auxiliando na tomada de decisões informadas.

Além disso, o programa poderia promover a troca de conhecimentos e experiências entre as comunidades locais e as autoridades governamentais, fortalecendo a colaboração e a corresponsabilidade na gestão do PEC. Isso contribuiria para uma governança territorial mais inclusiva e eficaz, na qual as decisões são tomadas com base em informações atualizadas e em diálogo com as partes interessadas. A implementação desse programa de monitoramento participativo permitiria uma maior participação das comunidades na gestão do território, fortalecendo a governança territorial e promovendo uma abordagem mais qualificada e sustentável para o manejo da área protegida.

#### **Ações e etapas:**

1. **Análise da situação atual:** Analisar a situação atual da Gestão do PEC, identificando seus principais desafios e potenciais, projetos e ações em desenvolvimento. Isso pode envolver estudos de campo, revisão de documentos e consulta a especialistas.
2. **Identificação de Parcerias e cooperação:** Consultar instituições e organizações relevantes, como universidades, empresas locais, ONGs e agências governamentais a fim de conhecer suas experiências e propostas. A colaboração pode trazer recursos adicionais, conhecimentos especializados e apoio para implementar as ações planejadas.
3. **Deteção de stakeholders:** identificar, mapear e envolver as partes interessadas relevantes, como moradores locais, organizações da sociedade civil, governo local, especialistas em meio ambiente e turismo, entre outros. Realizar visitas em campo,

mapeamento dos sujeitos sociais espacialmente ligados ao PEC, definição de sujeitos sociais para desenvolvimento de atividade piloto, fóruns ou consultas públicas (físicas ou virtuais) para ouvir suas opiniões e perspectivas.

- 4. Formação e educação ambiental-urbana:** Desenvolver estratégias de conscientização e a educação ambiental entre as comunidades locais e visitantes do parque. Isso pode ser feito por meio da elaboração de materiais e conteúdos específicos transformados em programas educacionais permanentes e voltados à formação socioambiental-urbana. O diferencial, no caso específico, é possibilitar conteúdo não somente das condições naturais do parque, mas demonstrar suas relações e fragilidades posto estar em espaço densamente urbanizado.
- 5. Ação de monitoramento e avaliação colaborativas:** desenvolver um ação piloto de monitoramento e avaliação participativa, que incorpore indicadores de sustentabilidade e coesão territorial do Parque Estadual do Cocó com suas zonas de influência. Essa ação depende da anterior e se consolida na seleção de modelo de envolvimento dos stakeholders na atualização de informações sobre as condições do parque a partir de informações produzidas colaborativamente .
- 6. Ações de preservação:** Manutenção de brigada(s) ambiental(is) nos pontos críticos. Publicitação e marcação dos limites do parque. Reforçar e aplicar os mecanismos e ações para impedir o avanço de empreendimentos públicos e privados sobre a área do parque. Aumento do valor e efetiva aplicação das multas a serem aplicadas aos infratores e obrigação de recuperar a área degradada.



### 3.2. Cronograma de execução

Quadro 1 – Visão geral das etapas e das atividades do projeto

<b>Etapas</b>	<b>Atividades</b>	<b>Duração (meses)</b>	<b>Início (MM/AAAA)</b>	<b>Término (MM/AAAA)</b>
1. Composição das equipes de trabalho	1.1. Definição das Equipes e escolha de bolsistas 1.2. Reunião dos grupos e trabalho e instituições parceiras	1 mês	Abril/2024	Maiο/2024
2. Topografia e Batimetria	2.1. Embarques para tomadas de dados	2 meses	Maiο/2024	Julho/2024
3. Modelagem da maré	3.1. Coleta da dados de elevação das marés e salinidade na região 3.2. Implementação do modelo 3.3 Análise dos resultados	4 meses	Imediatamente após disponibilização da batimetria e topografia	+4 meses
4. Mapeamento dos solos	4.1. Visita e tradagens para a localização das trincheiras 4.2. Abertura das trincheiras, descrição morfológica e coleta de amostras 4.3. Análises de solo	8 meses	Março/2024	Novembro/2024

	<p>4.4. Tradagens para a definição das unidades de mapeamento;</p> <p>4.5. Elaboração do mapa</p>			
5. Restauração hidrológica	<p>5.1. Definição das características dos canais (quantidade, profundidade, largura, comprimento) (de posse das informações topográficas e hidrodinâmicas)</p>	3 meses	Novembro/2024	Fevereiro/2025
	<p>5.2. Escavação dos canais</p>	3 meses	Novembro/2024	Fevereiro/2025
	<p>5.3. Monitoramento da funcionalidade dos canais e correção de eventuais problemas</p>	5 meses	Novembro/2024	Abril/2025
6. Restauração da vegetação	<p>6.1. Avaliação das áreas queimadas e escolha de áreas de referência para os diferentes tipos de vegetação</p> <p>6.2. Montagem de parcelas permanentes;</p> <p>6.2. Coleta e semeadura de propágulos na área de manguezal;</p>	3 meses	Abril/2024	Julho/2024

	6.3. Plantio e inoculação.			
7. Gestão e promoção da governança territorial	7.1 Identificação e Análise da situação atual dos instrumentos de gestão	2 meses	Abril 2024	Maió/2024
	7.2 Identificação de Parcerias e cooperação para a gestão	2 meses	Junho 2024	Julho/2024
	7.3 Detecção de stakeholders	3 meses	Agosto/2024	Outubro/2024
	7.4 Formação e educação ambiental-urbana	4 meses	Novembro/2024	Fevereiro/2025
	7.5 Desenvolvimento de protótipo de ação de monitoramento e avaliação colaborativas	4 meses	Janeiro/2025	Abril/2025
8. Compilação e elaboração de relatório final e prestação de contas	8.1 Compilação de dados, elaboração do Relatório final e prestação de contas	1 mês	Março/2025	Abril/2025

### 3.3. Listagem de entregáveis

Quadro 2 – Entregas previstas do projeto

Nome da entrega	Descrição da entrega	Etapa(s) associada(s)	Marco de Controle? (Sim ou Não)	Data
1. Topografia e batimetria	Relatório técnico contendo mapeamento morfológico e levantamento batimétrico monofeixe do estuário	1,2	sim	Abril/2024
2. Modelagem da maré	Relatório técnico contendo a modelagem mareal	1-3	sim	Junho/2024
3. Mapeamento dos solos	Mapa de solos	4	sim	Outubro/2024
4. Restauração hidrológica	Mapa de escavação dos canais	1-5	não	Julho/2024
5. Restauração da vegetação	5.1. Relatório de estoque de carbono perdido no incêndio Mangue 2 e brejo);	1-6	sim	Maio/2025
	5.2. Relatório de regeneração natural do brejo e do Mangue 2;		sim	Junho/2025
	5.3. Relatório de plantio e monitoramento das plantas		não	Abril/2025

6. Gestão e promoção da governança territorial	Desenvolvimento de protótipo de ação de monitoramento e avaliação colaborativas	1	sim	Junho/2025
7. Relatório final	Relatório combinado das atividades realizadas no projeto	1-7	sim	Junho/2025

#### 4. EQUIPE EXECUTORA

##### 4.1 Coordenador(a) do projeto

A professora Anna Abrahão, coordenadora do projeto, é docente do Departamento de Biologia, localizado no Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará. Ela possui mestrado e doutorado em Ecologia, com uma vasta experiência no estudo das interações entre a vegetação e o solo, incluindo suas aplicações para a restauração ecológica.

##### 4.2 Pesquisadores do projeto

###### 4.2.1. Bolsistas do projeto a serem remunerados pela FUNCAP

Quadro 3 – Caracterização da equipe de bolsistas do projeto (FUNCAP)

Nome	Titulação	Instituição de Afiliação	Tipo de Bolsa FUNCAP	Função no Projeto	Currículo lattes
Profa Anna Abrahão	Doutora	Dpto de Biologia / UFC	BIT-PIP Parcial	Coordenação	<a href="http://lattes.cnpq.br/9901777828088451">http://lattes.cnpq.br/9901777828088451</a>
Prof. Rafael	Doutor	Dpto de Biologia / UFC	BIT-PIP Parcial	Pesquisador - restauração da vegetação	<a href="http://lattes.cnpq.br/8417166814904384">http://lattes.cnpq.br/8417166814904384</a>

Carvalho da Costa					
Prof. Marcelo Freire Moro	Doutor	LABOMAR/ UFC	BIT-PIP Parcial	Pesquisador - restauração da vegetação	<a href="http://lattes.cnpq.br/8846683905429796">http://lattes.cnpq.br/8846683905429796</a>
Prof. Alexandre Queiroz Pereira	Doutor	Dpto de Geografia/ LAPUR/UFC	BIT-PIP Parcial	Pesquisador - Gestão democrática	<a href="http://lattes.cnpq.br/6308654636489350">http://lattes.cnpq.br/6308654636489350</a>
Prof. Carlos Eduardo Peres Teixeira	Doutor	LABOMAR/ UFC	BIT-PIP Parcial	Pesquisador - restauração hidrológica	<a href="http://lattes.cnpq.br/2756113489132080">http://lattes.cnpq.br/2756113489132080</a>
Prof. Lidriana de Souza Pinheiro	Doutora	LABOMAR/ UFC	BIT-PIP Parcial	Pesquisadora - restauração hidrológica	<a href="http://lattes.cnpq.br/0368255897576096">http://lattes.cnpq.br/0368255897576096</a>
Francisco Gleidson da Costa Gastão	Doutor	LABOMAR/ UFC	BIT-PIP Parcial	Pesquisador - restauração hidrológica (modelagem)	<a href="http://lattes.cnpq.br/4638493810134754">http://lattes.cnpq.br/4638493810134754</a>

Prof. Dr. Antônio Cruz Vasques	Doutor		BIT-PIP Parcial	Pesquisador - política ambiental	<a href="http://lattes.cnpq.br/6001127208942312">http://lattes.cnpq.br/6001127208942312</a>
Natalia Beloto	Doutora	LABOMAR/ UFC	BIT-PIJ Integral	Pesquisadora - restauração da vegetação	<a href="http://lattes.cnpq.br/0526994574361397">http://lattes.cnpq.br/0526994574361397</a>
A definir	Mestre		BIT-PIM 2 Integral	Pesquisador - restauração da vegetação	
A definir	Mestre		BIT-PIM 2 Integral	Pesquisador - restauração da vegetação	
A definir	Graduado		BIT-PIG 2 Integral	Pesquisador - restauração da vegetação	
A definir	Graduado		BIT-PIG 2 Integral	Pesquisador - restauração da vegetação	

### 4.3. Outros tipos de profissionais a atuarem no projeto com recursos da FUNCAP

Quadro 4 – Caracterização da equipe de profissionais com outras formas de remuneração da FUNCAP no projeto

Nome	Titulação	Afiliação	Tipo de contratação	Função no Projeto	Currículo Lattes
José Roberto Vieira Aragão	Doutor	Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais/UFC	Pesquisador Pós Doc	Pesquisador - anéis de crescimento	<a href="http://lattes.cnpq.br/7363508516254030">http://lattes.cnpq.br/7363508516254030</a>
Mateus de Oliveira Silva	Graduado	Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais/UFC	Mestrando	Pesquisador - anéis de crescimento	<a href="http://lattes.cnpq.br/6338800932167695">http://lattes.cnpq.br/6338800932167695</a>
Lucas Herbert Carlos Rodrigues	Graduando	Bacharelado em Ciências Biológicas/UFC	Graduando	Pesquisador - anéis de crescimento	
Beatriz Cândido Vieira	Mestranda	Mestranda em Ecologia e Recursos	Mestranda	Pesquisadora - restauração da vegetação e microbiota	<a href="http://lattes.cnpq.br/1667749368521081">http://lattes.cnpq.br/1667749368521081</a>



		Naturais/ UFC			
Aline Maria Barboza de Brito	Graduanda	Bacharelado em Ciências Biológicas/U FC	Graduanda	Pesquisadora - restauração da vegetação e microbiota	<a href="http://lattes.cnpq.br/4877332595349144">http://lattes.cnpq.br/4877332595349144</a>

#### 4.4. Colaboradores não remunerados pela FUNCAP

Quadro 5 – Caracterização da equipe de colaboradores não remunerados pela FUNCAP pelo projeto

Nome	Titulação	Afiliação	Função no Projeto	Currículo lattes
Luis Ernesto Arruda Bezerra	Doutorado	UFC	Pesquisador - especialista em manguezais	<a href="http://lattes.cnpq.br/6609717329301035">http://lattes.cnpq.br/6609717329301035</a>
Alexander César Ferreira	Doutorado	UFC	Pesquisador - restauração de manguezais (fauna)	<a href="http://lattes.cnpq.br/1325286190121364">http://lattes.cnpq.br/1325286190121364</a>
Gabriel Nuto Nóbrega	Doutorado	UFC	Pesquisador - classificação de solos	<a href="http://lattes.cnpq.br/5874908096941660">http://lattes.cnpq.br/5874908096941660</a>

Ricardo Espíndola Romero	Doutorado	UFC	Pesquisador - classificação de solos	<a href="http://lattes.cnpq.br/8092455930947951">http://lattes.cnpq.br/8092455930947951</a>
Raul Shiso Toma	Doutorado	UFC	Pesquisador - classificação de solos	<a href="http://lattes.cnpq.br/4361739592184749">http://lattes.cnpq.br/4361739592184749</a>
Jaedson Claudio Anunciato Mota	Doutorado	UFC	Pesquisador - classificação de solos	<a href="http://lattes.cnpq.br/8093550412785010">http://lattes.cnpq.br/8093550412785010</a>
Tallita Cruz Lopes Tavares	Doutorado	UFC	Pesquisador - microbiologia de manguezais	<a href="http://lattes.cnpq.br/3575698757911146">http://lattes.cnpq.br/3575698757911146</a>
Giovanna Soares Rodrigues	Doutoranda	Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima	Pesquisadora - intermediar relações com a SEMA	<a href="http://lattes.cnpq.br/4073524052145433">http://lattes.cnpq.br/4073524052145433</a>
Narciso Ferreira Mota	Doutorado	Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima	Gestor do PEC - intermediar relações com o PEC	<a href="http://lattes.cnpq.br/2945062580192627">http://lattes.cnpq.br/2945062580192627</a>

## 5. ORÇAMENTO

### 5.1 Orçamento detalhado dos recursos a serem solicitados à FUNCAP

Quadro 6 – Orçamento detalhado dos recursos do projeto solicitados à FUNCAP

<b>Item</b>	<b>Despesas de custeio</b>				
	<b>Especificação</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor Unitário (R\$)</b>	<b>Valor Total FUNCAP (R\$)</b>
<b>1.</b>	<b>Pessoal e Encargos</b>				
1.1.	-				
<b>2.</b>	<b>Diárias – Custeio para Viagens</b>				
2.1.	-				
<b>3.</b>	<b>Passagens Rodoviárias/Aéreas</b>				
3.1.	-				
<b>4.</b>	<b>Material de Consumo</b>				
4.1.	Material de reposição e manutenção de informática (HDS, gabinetes, fontes, teclados e mouses, placas, memórias.		1	5.000,00	5.000,00
4.2	Rolo de barbante de Sisal 3 mm - 300 m	300 m	4	50,00	200,00

	(para demarcação de parcelas)				
4.3	Lacres (precintos) plásticos (para marcação de parcelas)	pacote com 1000 unidades	1	250,00	250,00
4.4	Prancheta MDF		6	10,00	60,00
4.5	Marcador permanente	3 ponta grossa 3 ponta fina	6	8,00	48,00
4.6	EPI: Macacão com bota para saneamento tipo jardineira impermeável	unidade	6	300,00	1.800,00
4.7	Sacos de coleta de papel e de plástico	kg	3	100,00	300,00
<b>5.</b>	<b>Serviços de Terceiros Pessoa Física</b>				
5.1.	-				
<b>6.</b>	<b>Serviços de Terceiros Pessoa Jurídica</b>				
6.1.	-				
<b>Subtotal de despesas de custeio (itens 1 a 6)</b>					<b>7.658,00</b>
<b>Item</b>	<b>Despesas de bolsas</b>				

	<b>Especificação</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor Unitário (R\$)</b>	<b>Valor Total FUNCAP (R\$)</b>
<b>7.</b>	<b>Bolsas FUNCAP</b>				
7.1	Bolsa Tipo BIT-PIP PARCIAL para pesquisadora Anna Abrahão	Meses	12	5.000,00	60.000,00
7.2	BIT-PIP Parcial para Rafael Carvalho da Costa	Meses	12	4.500,00	54.000,00
7.3	BIT-PIP Parcial para Marcelo Freire Moro	Meses	12	4.500,00	54.000,00
7.4	BIT-PIP Parcial para Alexandre Queiroz Pereira	Meses	12	4.000,00	48.000,00
7.5	BIT-PIP Parcial para Carlos Eduardo Peres Teixeira	Meses	6	4.250,00	25.500,00
7.6	BIT-PIP Parcial para Lidriana de Souza Pinheiro	Meses	6	4.250,00	25.500,00
7.7	BIT-PIP Parcial para Francisco	Meses	6	4.500,00	27.000,00

	Gleidson da Costa Gastão				
7.8	BIT-PIP Parcial para Antônio Cruz Vasques	Meses	12	3.000,00	36.000,00
7.9	BIT-PIJ Parcial para Natalia Beloto	Meses	12	4.500,00	54.000,00
8.8	BIT-PIM 2 para Leandro Muniz	Meses	12	2.500,00	30.000,00
8.1	BIT-PIM 2 Integral	Meses	12	2.500,00	30.000,00
8.2	BIT-PIG 2 Integral	Meses	12	1.500,00	18.000,00
8.3	BIT-PIG 2 Integral	Meses	12	1.500,00	18.000,00
<b>Subtotal de despesas de custeio (item 7)</b>					<b>480.000,00</b>
<b>Item</b>	<b>Despesas de capital</b>				
	<b>Especificação</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>		<b>Valor Total FUNCAP (R\$)</b>
<b>8.</b>	<b>Material Permanente</b>				
8.1.	Sensor de pressão com CT		1	10.000,00	10.000,00
8.2	Refratômetro digital para análises	2.000	1		2.000

	de salinidade (de água)				
8.3	Trena de fibra de Vidro 20 m (Caixa aberta) (de boa qualidade)	varia entre 40 e 250 R\$ (sendo esta última mais durável)	4		1.000
<b>Subtotal de despesas de capital (item 8)</b>					<b>13.000,00</b>
<b>Valor total de recursos solicitados à FUNCAP (custeio, bolsas e capital)</b>					<b>500.658,00</b>

### 5.2. Cronograma financeiro anual de recursos a serem solicitados à FUNCAP (por ano)

Quadro 7 – Cronograma de desembolso anual solicitado à FUNCAP

Ano	Despesas de Custeio	Despesas de Bolsas	Despesas de Capital	Total Anual	Marco de Controle
2024-5	7.658,00	480.000,00	13.000,00	500.658,00	Relatório

### 5.3. Orçamento detalhado de recursos do projeto oriundos de instituições parceiras

Quadro 8 – Orçamento detalhado dos recursos do projeto oriundos de instituições parceiras

Item	Despesas de custeio				
	Especificação	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total Instituições Parceiras (R\$)

<b>1.</b>	<b>Pessoal e Encargos</b>				
1.1.	-				
<b>2.</b>	<b>Diárias – Custeio para Viagens</b>				
2.1.	Internacionais				
2.2.	Nacionais				
<b>3.</b>	<b>Passagens Rodoviárias/Aéreas</b>				
3.1.	Internacionais				
3.2.	Nacionais				
<b>4.</b>	<b>Material de Consumo</b>				
4.1.	-				
<b>5.</b>	<b>Serviços de Terceiros Pessoa Física</b>				
5.1.	-				
<b>6.</b>	<b>Serviços de Terceiros Pessoa Jurídica</b>				
6.1.	-				
<b>Subtotal de despesas de custeio (itens 1 a 6)</b>					
<b>Despesas de bolsas</b>					
<b>Item</b>	<b>Especificação</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor Unitário (R\$)</b>	<b>Valor Total Instituições Parceiras (R\$)</b>



<b>7.</b>	<b>Bolsas de Instituições Parceiras</b>				
7.1.	-	Meses			
<b>Subtotal de despesas de custeio (item 7)</b>					
<b>Despesas de capital</b>					
<b>Item</b>	<b>Especificação</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor Unitário (R\$)</b>	<b>Valor Total Instituições Parceiras (R\$)</b>
<b>8.</b>	<b>Material Permanente</b>				
8.1.	-				
<b>Subtotal de despesas de capital (item 8)</b>					
<b>Valor total de recursos oriundos de instituições parceiras (custeio, bolsas e capital)</b>					

#### 5.4. Orçamento consolidado – FUNCAP e instituições parcerias

Quadro 9 – Orçamento consolidado do projeto

<b>Orçamento do projeto</b>	<b>Valor solicitado à FUNCAP</b>	<b>500.658,00</b>
	<b>Valor de instituições parceiras (se houver)</b>	
	<b>Valor total</b>	<b>500.658,00</b>

## 6. REFERÊNCIAS

- Allard SM, Costa MT, Bulseco AN, et al (2020) Introducing the Mangrove Microbiome Initiative: Identifying Microbial Research Priorities and Approaches To Better Understand, Protect, and Rehabilitate Mangrove Ecosystems. *mSystems* 5.: <https://doi.org/10.1128/mSystems.00658-20>
- Averill C, Anthony MA, Baldrian P, et al (2022) Defending Earth's terrestrial microbiome. *Nat Microbiol* 7:1717–1725
- Beloto N, Cotovicz LC Jr, Rodrigues JVM, et al (2023) Blue carbon stock heterogeneity in Brazilian mangrove forests: A systematic review. *Mar Pollut Bull* 197:115694
- Bradshaw AD (1987) Restoration: an acid test for ecology. In: Jordan WR Iii, Gilpin M, Aber JD (eds) *Restoration Ecology*. Cambridge: Cambridge University Press, pp 23–29
- Brasil (2000) Lei n. 9.985, 18 de julho de 2000. Regulamenta o artigo 225, § 1º, incisos I, II, III e VII, da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências
- Brienen RJW, Schöngart J, Zuidema PA (2016) Tree Rings in the Tropics: Insights into the Ecology and Climate Sensitivity of Tropical Trees. In: Goldstein G, Santiago LS (eds) *Tropical Tree Physiology: Adaptations and Responses in a Changing Environment*. Springer International Publishing, Cham, pp 439–461
- Brienen RJW, Zuidema PA (2006) The use of tree rings in tropical forest management: Projecting timber yields of four Bolivian tree species. *For Ecol Manage* 226:256–267
- Cavicchioli R, Ripple WJ, Timmis KN, et al (2019) Scientists' warning to humanity: microorganisms and climate change. *Nat Rev Microbiol* 17:569–586
- Ceará (2011) Lei n. 14.950 de 27 de junho de 2011. Instituiu o Sistema Estadual de Unidades de Conservação - SEUC, constituído e dá providências
- Chazdon RL, Falk DA, Banin LF, et al (2021) The intervention continuum in restoration ecology: rethinking the active–passive dichotomy. *Restor Ecol*. <https://doi.org/10.1111/rec.13535>
- Cook ER, Kairiukstis LA (2013) *Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences*. Springer Science & Business Media
- Costa MS, Ferreira KEB, Botosso PC, Callado CH (2015) Growth analysis of five Leguminosae native tree species from a seasonal semideciduous lowland forest in Brazil. *Dendrochronologia* 36:23–32
- Crutzen PJ (2016) Geology of Mankind. In: Crutzen PJ, Brauch HG (eds) *Paul J. Crutzen: A Pioneer on Atmospheric Chemistry and Climate Change in the Anthropocene*. Springer International Publishing, Cham, pp 211–215
- Dallabrida VR (2020) Território e governança territorial, patrimônio e desenvolvimento territorial:

estrutura, processo, forma e função na dinâmica territorial do desenvolvimento. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional* 16.:  
<https://doi.org/10.54399/rbgdr.v16i2.5395>

Dallabrida VR (2016) Território, governança e desenvolvimento territorial: indicativos teórico-metodológicos, tendo a Indicação Geográfica como referência. *LiberArs*, São Paulo

Dallabrida VR (2017) Teorias do desenvolvimento: aproximações teóricas que tentam explicar as possibilidades e desafios quanto ao desenvolvimento de lugares, regiões .... Editora CRV, Curitiba

Dallabrida VR, Rotta E, Büttgenbender PL (2021) Pressupostos epistêmico-teóricos convergentes com a abordagem territorial. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional* 17.:  
<https://doi.org/10.54399/rbgdr.v17i2.6343>

da Veiga JE (2019) O antropoceno e a ciência do sistema Terra. Editora 34

Felfili JM, Carvalho FA, Haidar RF (2005) Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas cerrado e pantanal. Universidade de Brasília

Ferrão J (2010) Governança e ordenamento do território: reflexões para uma governança territorial eficiente, justa e democrática. *Prospectiva e planejamento* 17:129–139

Ferreira AC, Bezerra LEA, Matthews-Cascon H (2019) Aboveground carbon stock in a restored neotropical mangrove: influence of management and brachyuran crab assemblage. *Wetlands Ecol Manage* 27:223–242

Ferreira AC, de Lacerda LD, Rodrigues JVM, Bezerra LEA (2022) New contributions to mangrove rehabilitation/restoration protocols and practices. *Wetlands Ecol Manage*.  
<https://doi.org/10.1007/s11273-022-09903-2>

Ferreira AC, Ganade G, Luiz de Attayde J (2015) Restoration versus natural regeneration in a neotropical mangrove: Effects on plant biomass and crab communities. *Ocean Coast Manag* 110:38–45

Ferreira AC, Ganade G, Morais Freire FA, Attayde JL (2013) Propagule predation in a Neotropical mangrove: the role of the Grapsid crab *Goniopsis cruentata*. *Hydrobiologia* 707:135–146

Ferreira AC, Lacerda LD (2016) Degradation and conservation of Brazilian mangroves, status and perspectives. *Ocean Coast Manag* 125:38–46

Filgueiras TS, Nogueira PE, Brochado AL, Guala GF (1994) Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. *Cadernos de Geociências*

Fortaleza (CE) (2017) Regulamentada pela Lei Ordinária nº 10.619/2017, a Política Municipal do Meio Ambiente de Fortaleza estabelece princípios, fixa objetivos e normas básicas para proteção do meio ambiente e melhoria da qualidade de vida da população

Fuini LL (2014) Território e geografia no Brasil: uma revisão bibliográfica. *Revista Formação* 1:3–

- Gann GD, McDonald T, Walder B, et al (2019) International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. *Restor Ecol* 27.: <https://doi.org/10.1111/rec.13035>
- Glasby TM, Gibson PT, Laird R, et al (2023) Black summer bushfires caused extensive damage to estuarine wetlands in New South Wales, Australia. *Ecol Manage Restor.* <https://doi.org/10.1111/emr.12572>
- Groenendijk P, Bongers F, Zuidema PA (2017) Using tree-ring data to improve timber-yield projections for African wet tropical forest tree species. *For Ecol Manage* 400:396–407
- Groenendijk P, Sass-Klaassen U, Bongers F, Zuidema PA (2014) Potential of tree-ring analysis in a wet tropical forest: A case study on 22 commercial tree species in Central Africa. *For Ecol Manage* 323:65–78
- Hamman ST, Burke IC, Stromberger ME (2007) Relationships between microbial community structure and soil environmental conditions in a recently burned system. *Soil Biol Biochem* 39:1703–1711
- Harley GL, Baisan CH, Brown PM, et al (2018) Advancing Dendrochronological Studies of Fire in the United States. *Fire* 1:11
- Holl KD (2023) Fundamentos da restauração ecológica. CopIt ArXives
- Holl KD, Aide TM (2011) When and where to actively restore ecosystems? *For Ecol Manage* 261:1558–1563
- Hoogeveen SJW (2020) Mangrove dynamics in the Richmond River’s estuary. Dissertação de Mestrado, University of Twente
- Horstman EM, Dohmen-Janssen CM, Bouma TJ, Hulscher SJMH (2015) Tidal-scale flow routing and sedimentation in mangrove forests: Combining field data and numerical modelling. *Geomorphology* 228:244–262
- Hughes MK, Swetnam TW, Diaz HF (2010) *Dendroclimatology: developments in paleoenvironmental research.* Springer Netherlands
- Jahn R, Blume HP, Asio VB, et al (2006) *Guidelines for soil description*, 4th edition. FAO, Rome
- Jiang F, Bennett JA, Crawford KM, et al (2024) Global patterns and drivers of plant-soil microbe interactions. *Ecol Lett* 27:e14364
- Kauffman JB, Bernardino AF, Ferreira TO, et al (2018) Shrimp ponds lead to massive loss of soil carbon and greenhouse gas emissions in northeastern Brazilian mangroves. *Ecol Evol* 8:5530–5540
- Kauffman JB, Donato DC, Others (2012) *Protocols for the measurement, monitoring and reporting of structure, biomass and carbon stocks in mangrove forests.* Cifor Bogor, Indonesia

- Kramer M, Arias M (2023) Modeling the impact of hydraulic reconnection on estuary hydrodynamics. *Journal of Ecological Engineering Design*.  
<https://doi.org/10.21428/f69f093e.4f085bec>
- Lacerda LD, Borges R, Ferreira AC (2019) Neotropical mangroves: Conservation and sustainable use in a scenario of global climate change. *Aquat Conserv* 29:1347–1364
- Lacerda LD, Ferreira AC, Borges R, Ward R (2022) Mangroves of Brazil. In: Das SC, Pullaiah, Ashton EC (eds) *Mangroves: Biodiversity, Livelihoods and Conservation*. Springer Nature Singapore, Singapore, pp 521–563
- Lewis RR III (2009) Methods and criteria for successful mangrove forest restoration. In: Perillo GME, Wolanski E, Cahoon, D.R. & Brinson, M.M. (eds) *Coastal wetlands: An integrated ecosystem approach*. Elsevier, pp 787–800
- Lima LAS, Neumann MRB, Reatto A, Roig HL (2013) Mapeamento de solos do tradicional ao digital. *Embrapa Cerrados*
- Menezes P (2014) Conhecer para conservar: um pouco de história. Disponível em: <https://oeco.org.br/colunas/28087-conhecer-para-conservar-um-pouco-de-historia-parte-1/>. 06 de fev. 2024
- Montgomery JM, Bryan KR, Coco G (2022) The role of mangroves in coastal flood protection: The importance of channelization. *Cont Shelf Res* 243:104762
- Moro MF, Martins FR (2011) Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In: Felfili JM, Eisenlohr PV, Melo MMRF, et al. (eds) *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso - Volume I*. Editora da Universidade Federal de Viçosa, pp 174–212
- Nóbrega GN, Ferreira TO, Siqueira Neto M, et al (2016) Edaphic factors controlling summer (rainy season) greenhouse gas emissions (CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub>) from semiarid mangrove soils (NE-Brazil). *Sci Total Environ* 542:685–693
- Nóbrega GN, Ferreira TO, Siqueira Neto M, et al (2019) The importance of blue carbon soil stocks in tropical semiarid mangroves: a case study in Northeastern Brazil. *Environ Earth Sci* 78.:  
<https://doi.org/10.1007/s12665-019-8368-z>
- Nóbrega GN, Otero XL, Romero DJ, et al (2023) Masked diversity and contrasting soil processes in tropical seagrass meadows: the control of environmental settings. *Soil* 9:189–208
- Oliveira VA, Santos GG, Collier LS, et al (2019) Recomendações práticas para levantamentos de reconhecimento a detalhado de solos. *Embrapa Solos*
- Palmer MA, Zedler JB, Falk DA (2016) Ecological Theory and Restoration Ecology. In: Palmer MA, Zedler JB, Falk DA (eds) *Foundations of Restoration Ecology*. Island Press/Center for Resource Economics, Washington, DC, pp 3–26
- Peters RL, Groenendijk P, Vlam M, Zuidema PA (2015) Detecting long-term growth trends using

tree rings: a critical evaluation of methods. *Glob Chang Biol* 21:2040–2054

Plano de Manejo (2020) Plano de Manejo do Parque Estadual do Cocó

Prach K, Durigan G, Fennessy S, et al (2019) A primer on choosing goals and indicators to evaluate ecological restoration success. *Restor Ecol* 27:917–923

Raffestin C (1993) *Por uma Geografia do Poder*. Ática, São Paulo

Rozendaal DMA, Soliz-Gamboa CC, Zuidema PA (2010) Timber yield projections for tropical tree species: The influence of fast juvenile growth on timber volume recovery. *For Ecol Manage* 259:2292–2300

Ruotsalainen AL, Kauppinen M, Wäli PR, et al (2022) Dark septate endophytes: mutualism from by-products? *Trends Plant Sci* 27:247–254

Saenger P (2002) *Mangrove Ecology, Silviculture and Conservation*. Kluwer Academic Publishers

Sampaio PRP, Sampaio RS da R, Magalhães L (2016) Questões jurídicas relevantes na gestão de parques urbanos no Brasil: panorama geral e estudo de caso do Parque do Flamengo. *Revista de Direito Administrativo* 272:339–379

Santos RD et al (2015) *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa:

Santos HG, Jacomine PKT, Anjos LHC, et al (2018) *Sistema brasileiro de classificação de solos*, 5a ed. Embrapa

Saquet MA (2018) A descoberta do território e outras premissas do desenvolvimento territorial. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos Regionais* 20:479–505

Schneider S, Waquil P, Fillippi EE, et al (2010) Análisis multidimensional y escalar del desarrollo territorial en Brasil. *Eutopía - Rev Desarro Econ Territ* 1:25–49

SEMACE (2024) *Relatório técnico: Diagnóstico dos impactos e sugestões para recuperação da área do Parque Estadual do Cocó, incendiada em janeiro de 2024*

SER (2004) *SER international primer on ecological restoration*. Society for Ecology Restoration International

Shackelford N, Dudley J, Stueber MM, et al (2021) Measuring at all scales: sourcing data for more flexible restoration references. *Restor Ecol*. <https://doi.org/10.1111/rec.13541>

Souza BT, Estrada GCD, Soares MLG, Callado CH (2016) Occurrence of annual growth rings in *Rhizophora mangle* in a region with low climate seasonality. *An Acad Bras Cienc* 88 Suppl 1:517–525

Suding K, Higgs E, Palmer M, et al (2015) Conservation. Committing to ecological restoration. *Science* 348:638–640

- Tavares TCL, Bezerra WM, Normando LRO, et al (2021) Brazilian Semi-Arid Mangroves-Associated Microbiome as Pools of Richness and Complexity in a Changing World. *Front Microbiol* 12:715991
- Twomey AJ, Nunez K, Carr JA, et al (2024) Planning hydrological restoration of coastal wetlands: Key model considerations and solutions. *Sci Total Environ* 915:169881
- Villagra PE, Boninsegna JA, Alvarez JA, et al (2005) Dendroecology of *Prosopis flexuosa* woodlands in the Monte desert: Implications for their management. *Dendrochronologia* 22:209–213
- Wolfsdorf G, Abrahão A, D’Angioli AM, et al (2021) Inoculum origin and soil legacy can shape plant–soil feedback outcomes for tropical grassland restoration. *Restor Ecol* e13455
- Worbes M, Raschke N (2012) Carbon allocation in a Costa Rican dry forest derived from tree ring analysis. *Dendrochronologia* 30:231–238
- Wubs ERJ, van der Putten WH, Bosch M, Bezemer TM (2016) Soil inoculation steers restoration of terrestrial ecosystems. *Nature Plants* 2:16107

Fortaleza, 4 de março de 2024.



**Profa. Dra Anna Abrahão**

Coordenadora da Proposta de Projeto