

MANUAL DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL DE MANGUEZAIS



Projeto

UÇÁ

MANUAL DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL DE **MANGUEZAIS**

Projeto Gráfico, composição e capa: Diogo Pereira dos Santos, Armoony Comunicação Visual

Projeto Gráfico, elaboração de mapas: Lorena Asevedo

Organizadora: Janaina Oliveira dos Santos

C672 Rodrigues, Guilherme de Assis

(Título da obra: Manual de restauração florestal de manguezais)

Guilherme de Assis Rodrigues – Rio de Janeiro: Guardiões do Mar, 2024.

76p.;

ISBN: 978-85-89529-32-7

1. Restauração Florestal 2. Ecossistema Costeiros 3. Manguezal. I. Guilherme de Assis Rodrigues. Título: Manual de restauração florestal de manguezais

CDD: 577

CDU: 577.4

Índice

Prefácio	6
Mensagem do autor	9
Sobre o autor:	12
Capítulo 1: Conceitos Gerais	13
Capítulo 2: Etapas precedentes ao projeto de restauração de manguezais	16
2.1 Diagnóstico da área	17
2.2 Histórico de degradação da região	19
2.3 Definição das técnicas de restauração	21
2.4 Objetivos e governança da restauração florestal	21
2.5 Parcerias com comunidades tradicionais	23
Capítulo 3: Peculiaridades na restauração florestal de manguezais	26
3.1 Espécies utilizadas	27
3.2 Transplante de plantas	29
3.3 Produção de mudas em viveiro florestal	33
Capítulo 4: Técnicas de restauração florestal	39
4.1 Implantação	40
4.1.1. Preparo de área	40
4.1.2 Arranjo das espécies em campo (zonação)	43
4.1.3 Plantio e tutoramento	46
4.2 Manutenção	51
4.2.1 Replanteio de mudas	51
4.2.2 Roçadas periódicas	53
4.3 Monitoramento	55
Capítulo 5: Saúde, Segurança e Meio Ambiente	59
Considerações Finais	67
Referências	68

Prefácio

Com um misto de receio (pela imensa responsabilidade) e muito orgulho, aceitei o desafio de prefaciar este **Manual de Restauração Florestal de Manguezais**. Nossa intenção, ao produzir este material, é diminuir a lacuna que existe sobre o tema, buscando evidenciar as especificidades desse tipo de restauração. Se, ao final de sua leitura, você conseguir identificar a importância da conservação do ecossistema e de como ela está intrinsecamente ligada à valorização e parceria com povos tradicionais, nosso objetivo terá sido alcançado.

O trabalho aqui apresentado foi e é capitaneado pelo engenheiro florestal **Guilherme Rodrigues**. Ele chegou à **Guardiões do Mar**, em 2012, recém-formado pela **UFRRJ**. Lembro-me da primeira reunião que tivemos. Sua expressão era um misto de espanto e entusiasmo. Estávamos propondo um desafio que, à época, era ainda maior. Se hoje temos muitas lacunas a preencher, imagina lá em 2012. Costumo dizer que uma das maiores energias do universo é a juventude. Pautado nisso, entendo que o que levou o Guilherme a aceitar tamanho desafio foi a energia de sua juventude. Fosse um pouquinho mais maduro, creio que teria hesitado. Mas, que bom que não o fez! Hoje, mais maduro e detentor não só de uma riquíssima experiência de campo mas também de uma consolidada trajetória acadêmica, brinda-nos com uma publicação que, tenho certeza, será de extrema importância para um sem-número de indivíduos que adotaram os manguezais como foco de seus trabalhos.

Também recorro de nossas muitas e longas conversas no trajeto pelos rios da **Área de Proteção Ambiental de Guapi-Mirim** (NGI APA/ESEC). Mal tínhamos terminado o primeiro polígono restaurado de 8,7 hectares e queríamos plantar a costa brasileira. No caso do Guilherme, ele possuía a licença poética da juventude. Mas, no meu caso, deixo para avaliação do estimado leitor, da estimada leitora. Também participavam dessas conversas nossos queridíssimos parceiros e amigos da **Cooperativa Manguezal Fluminense**. Na maioria delas, estava lá o **Alaildo Malafaia** (tão louco quanto eu e o Guilherme), concordando e embasando nossos sonhos de contribuir para a melhoria estética e ambiental do recôncavo da Guanabara e, a cada novo polígono, plantar o Brasil.

Decorridos mais de uma década desse feliz encontro, podemos afirmar, como instituição e como profissionais, que a ousadia, aliada a uma gama de parceiros de altíssima qualidade, permitiu-nos avançar extraordinariamente.

Entre nossos parceiros nesse percurso, alguns merecem um destaque especial, tal como a **Petrobras**, empresa que acreditou no **Projeto UÇÁ**. Em seu primeiro contrato, esse projeto **plantou 87.000 m²** de manguezal, e o sucesso desse trabalho levou a mais **95.000 m²**. Dou destaque também aos analistas ambientais da **APA de Guapi-Mirim** e da **Estação Ecológica da Guanabara**, que, além de acreditarem na nossa capacidade, apresentaram-nos aos plantadores de mangue da Cooperativa Manguezal Fluminense. Esta última, cuja relação se iniciou com um contrato, transformou-se em parceria e, hoje, tornou-se uma amizade para a vida. Ademais, o que dizer da equipe? Esse incansável grupo de entusiastas, com suas energias, mantiveram-nos firmes, mesmo nos momentos mais conturbados.

Após esse rompante de saudosismo, quero focar nos fatores que levaram à presente publicação. Inicialmente, nossa intenção era entregar ao público uma segunda edição revisada do Guia de Restauração, publicado em 2015. Porém, as parcerias e os resultados acumulados foram tão importantes, que foi necessário elevar o nível. O presente Manual, muito além de uma peça de comunicação do Projeto UÇÁ, propõe-se, como bem diz o autor, a se tornar referência, no sentido de nortear pessoas e instituições, pela costa afora, para integrarem “a galera do bem” que vê o ecossistema de manguezal com sua real importância para a manutenção da sociobiodiversidade e fomento da socioeconomia.

A atuação com povos tradicionais faz parte do DNA da ONG Guardiões do Mar, mas a restauração ecológica de manguezais é uma atuação que nos foi inspirada pelo Projeto UÇÁ.



A restauração de um ecossistema vai muito além de plantar mudas de árvores. Ela acontece desde o simples ato de não cortar, arrancar ou derrubar uma árvore, até toda e qualquer ação que previna a degradação do ecossistema.

Em vista disso, nosso trabalho, por mais de duas décadas, tem-se pautado em duas linhas de ação: uma preventiva, que se baseia na educação ambiental pautada na Década da Ciência Oceânica, sua principal ferramenta; e outra corretiva, que teve início quando percebemos que a restauração ecológica de manguezais, bem como sua conservação, seriam possíveis soluções para parte dos problemas socioambientais do território.

Tentando não me alongar mais, espero que esta publicação possa servir de apoio aos muitos trabalhadores e trabalhadoras que atuam cotidianamente para melhoria do berçário da vida marinha: os manguezais.

Além disso, esperamos que, qualquer que seja a utilização dada ao presente Manual (simples leitura, uso didático ou ferramenta que norteie ações pela costa), fique claro que a sociedade já percebeu que a emergência climática é uma realidade. Já entendemos também que os problemas advindos da degradação de ecossistemas têm potencializado o racismo ambiental e a exclusão. Portanto, ninguém melhor do que aqueles que se encontram em zonas de exclusão e sem acesso a direitos mínimos, como saneamento básico e água de qualidade, para entender essa emergência.

Para reverter, minimamente, o processo e tentar salvar, não a nossa, mas todas as espécies que coabitam o planeta Terra, precisaremos de todos. Sem exceção!

Nós, da Guardiões do Mar, desejamos uma boa leitura e, mais ainda, que seja feito um bom uso desta publicação. Nosso propósito é valorizar a vida. Seja ela humana ou não.

Pedro Paulo Belga de Souza
Presidente da ONG Guardiões do Mar

Mensagem do autor

Este manual de restauração florestal é fruto do compromisso da Guardiões do Mar em compartilhar sua experiência e conhecimento sobre o tema. Nosso objetivo é fornecer informações e orientações que possam ser utilizadas por uma ampla gama de profissionais e organizações, desde especialistas em meio ambiente até estudantes e entusiastas do tema.

A restauração de manguezais é uma tarefa desafiadora e fundamental para a conservação da biodiversidade costeira e mitigação das mudanças climáticas. No Brasil, a literatura sobre o assunto ainda é escassa, e nosso manual busca contribuir para o preenchimento dessa lacuna ao compartilhar as técnicas, experiências e metodologias empregadas em nossos projetos, realizados na região metropolitana do Rio de Janeiro. No entanto, é importante ressaltar que nosso objetivo não é esgotar o tema, mas sim estimular a discussão e a produção de mais literaturas sobre a restauração florestal de manguezais no Brasil. Esperamos que este manual inspire outros projetos e profissionais a se engajarem nessa jornada de conservação e restauração.

Ao longo deste trabalho, os leitores e as leitoras poderão explorar os princípios e as práticas que orientam a Guardiões do Mar em sua missão de reverter os impactos humanos no ecossistema que é considerado o berço da vida marinha. Nossa instituição agradece a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a criação deste manual. Reconhecemos a importância das comunidades tradicionais, dos voluntários, dos pesquisadores, professores, servidores públicos, enfim, de todas as pessoas que, de alguma forma, envolveram-se com esse tema de importância global.



Aqui, vale um agradecimento especial à Cooperativa Manguezal Fluminense e seus dedicados membros. Embora não seja possível mencionar todos os nomes, gostaria de destacar algumas pessoas notáveis que representam a dedicação e paixão que permeiam essa organização. Alaildo Malafaia, já mencionado pelo nosso presidente institucional Pedro Belga, é um parceiro excepcional. Sua habilidade em transmitir seu profundo conhecimento sobre o ecossistema manguezal é verdadeiramente notável, cativando a todos com sua didática envolvente e oratória apaixonada. Minha querida amiga Eugênia Maria dos Santos, coordenadora de plantio. Assim como seu amor é evidente em tudo o que faz, sua dedicação à restauração é um reflexo desse sentimento, transformando cada plantio em um ato que nutre nossa conexão com os manguezais. E não posso deixar de mencionar Cláudio Mendonça, um amigo e parceiro inestimável na restauração. Sua abordagem singular e dedicação incansável o destacam em todas as suas empreitadas. Cláudio é verdadeiramente excepcional em tudo o que realiza. Quero estender meu sincero agradecimento a Jonas Cotrin, Alex Sandro e Alvinio Firmino pelo trabalho impecável que realizam. A dedicação e excelência de vocês são verdadeiramente admiráveis. A Cooperativa Manguezal Fluminense e seus membros exemplificam o verdadeiro espírito de conservação ambiental e restauração, e sou profundamente grato por sua colaboração e amizade.

Em um cenário no qual a abordagem das questões relacionadas à saúde, segurança e meio ambiente (SSMA) ainda carece de destaque, especialmente quando se trata de restauração florestal em ambientes de condições extremas como o manguezal, é com grande satisfação que este manual lança luz sobre esse tema crucial. Nesse contexto, expressei minha profunda gratidão aos profissionais da área de segurança do trabalho que nos apoiaram, cuja dedicação e especialização foram elementos cruciais para a bem-sucedida implementação das técnicas de SSMA na restauração de manguezais. A contribuição de vocês não somente preveniu acidentes de trabalho e promoveu a saúde das equipes envolvidas, mas também garantiu que nossos projetos fossem conduzidos de maneira ética e responsável, elevando o padrão de excelência em nossa abordagem.

As ações abordadas neste manual estão alinhadas com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), os quais foram estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU). Em especial, o trabalho aqui registrado contribui para o atendimento dos seguintes ODS:

1 ERRADICAÇÃO DA POBREZA



Objetivo 1: Erradicação da pobreza – Trabalhamos para a conservação e restauração de ecossistemas de manguezais, promovendo meios de subsistência sustentáveis para comunidades tradicionais locais, contribuindo assim para a erradicação da pobreza, pois contratamos pessoas que vivem e dependem dos manguezais para sobreviver.

2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL



Objetivo 2: Fome zero – Ao restaurar manguezais, apoiamos a segurança alimentar e a nutrição, promovendo a ampliação de habitats e a produtividade dos ecossistemas, que são fundamentais para a pesca sustentável.

5 IGUALDADE DE GÊNERO



Objetivo 5: Igualdade de gênero – Nossas ações visam ao empoderamento de mulheres em comunidades costeiras, promovendo a igualdade de gênero e o acesso a oportunidades.

8 TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO



Objetivo 8: Trabalho decente e crescimento econômico – Contribuímos para o crescimento econômico sustentável, proporcionando empregos e promovendo condições de trabalho dignas.

12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



Objetivo 12: Consumo e produção responsáveis – Nossas práticas buscam assegurar padrões de produção e consumo sustentáveis, com a conservação e o uso responsável dos recursos naturais.

13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



Objetivo 13: Ação contra a mudança global do clima – Atuamos de forma decisiva para combater a mudança climática, uma vez que os manguezais desempenham um papel vital na captura de carbono e na mitigação dos impactos das mudanças climáticas.

14 VIDA NA ÁGUA



Objetivo 14: Vida na água – Nossa missão está profundamente ligada à conservação e uso sustentável dos ecossistemas marinhos e costeiros, para promover o desenvolvimento sustentável.

15 VIDA TERRESTRE



Objetivo 15: Vida terrestre – Protegemos, recuperamos e promovemos o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, com foco na restauração de manguezais, gerenciamento sustentável das florestas e preservação da biodiversidade.

17 PARCERIAS DE IMPLEMENTAÇÃO



Objetivo 17: Parcerias e meios de implementação – Reconhecemos a importância de parcerias entre governos, setor privado e sociedade civil, e trabalhamos em colaboração com diversos atores para alcançar nossos objetivos comuns em prol do planeta e das pessoas.

Este manual, que é parte integrante das ações do **Projeto UÇÁ** e conta com patrocínio **Petrobras** através do **Programa Petrobras Sociambiental**, reflete o compromisso da **Guardiões do Mar** com a construção de um mundo mais sustentável, onde a restauração florestal desempenha um papel fundamental na conservação do meio ambiente e no bem-estar das comunidades locais.

Unidos, somos guardiões da vida, do meio ambiente e das futuras gerações, e é com essa determinação que seguimos adiante em nossa jornada de restauração e conservação. Espero que as informações aqui compartilhadas sejam esclarecedoras e valiosas para os seus projetos.

Em caso de dúvidas, comentários ou sugestões, não hesitem em entrar em contato pelo e-mail institucional: ¹guardioesdomar@guardioesdomar.org.br

Desejo uma excelente leitura.

Cordialmente,

Guilherme de Assis Rodrigues

¹



Capítulo

Conceitos gerais

1

Em vista dos impactos ambientais causados aos manguezais ao longo dos últimos séculos, torna-se necessário adotar medidas de restauração florestal, minimizando os efeitos negativos da destruição dos ambientes naturais. Foi a partir dessa necessidade que este material foi produzido e organizado, recuperando uma fundamentação teórica cujos principais termos e conceitos, apresentados a seguir, foram baseados em bibliografias especializadas, que se encontram listadas nas referências deste manual.

- **Adequação ambiental e restauração florestal:** A adequação ambiental é uma estratégia de análise que tem como objetivo diagnosticar as regularidades e irregularidades ambientais de uma área rural ou de um empreendimento. Entre as áreas que podem ser restauradas, destacam-se as “Áreas de Preservação Permanente (APPs), que, segundo o *Novo Código Florestal, Lei nº 12.651/12*, são ambientes protegidos, cobertos ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade; facilitar o fluxo gênico de fauna e flora; proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Segundo o Art. 4º desta lei, no inciso VII, consideram-se como Área de Preservação Permanente os manguezais, em toda sua extensão. Dessa forma, a proteção aos manguezais visa ao atendimento do direito fundamental de que “todo brasileiro tem direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado”, conforme assegurado no Art. 225 da Magna Carta.

- **Área degradada:** Aquela que, após sofrer severo impacto, perdeu sua capacidade de retornar naturalmente ao estado original, ou seja, perdeu sua resiliência. É também aquele ambiente que teve fauna e flora destruídas, removidas ou expulsas, além da perda da camada fértil do solo e alteração na qualidade e regime da vazão em um sistema hídrico.

- **Área perturbada:** Aquela que, após sofrer algum distúrbio natural ou antrópico, consegue se regenerar naturalmente, ou seja, ainda possui resiliência.

- **Grupo ecológico:** Conceito criado de acordo com o comportamento das espécies florestais nos processos de sucessão ecológica.

- **Mangue:** Grupo florístico específico de plantas que possuem características em comum e fisionomia peculiar, compondo a cobertura vegetal do ambiente.

- **Manguezal:** Ecossistema costeiro que faz a transição entre os ambientes terrestre e marinho. Ocorre nas zonas de maré e se formam em regiões onde há mistura de águas doces e salgadas, como em estuários, baías e lagoas costeiras. Os manguezais têm uma ampla distribuição global, principalmente nas zonas tropicais e subtropicais. Sua presença está associada a condições topográficas e características físicas do substrato que são propícias para o estabelecimento desse ecossistema. Vale ressaltar que os manguezais são reconhecidos como um dos ecossistemas mais produtivos do mundo.

- **Reabilitação ou remediação:** Melhoria da qualidade e das funções ecossistêmicas de áreas extremamente degradadas, como as áreas de mineração, que caracterizam-se por uma recuperação apenas parcial dos seus serviços ecossistêmicos.

- **Recuperação:** Termo frequentemente utilizado como sinônimo de restauração e, tradicionalmente, associado às áreas degradadas, referindo-se às técnicas silviculturais e de engenharia, que visam à restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, porém, podendo ser diferente de sua condição original. Sendo assim, a recuperação pode ser entendida como um conjunto de técnicas necessárias para que a área se torne apta novamente e em condições de equilíbrio ambiental.

- **Reflorestamento:** Ação de recomposição de cobertura florestal em determinada área.

- **Resiliência:** Capacidade de um ecossistema em se recuperar de perturbações naturais ou antrópicas, retornando ao seu estado pré-impacto.

- **Restauração:** Conjunto de técnicas que têm o objetivo de conduzir o ambiente degradado a uma condição mais próxima possível do original, restabelecendo os processos ecológicos, sua biodiversidade e integridade ecológica ao longo do tempo. Com essa prática, busca-se reconstruir as complexas interações no ambiente, visando a sua sustentabilidade futura.

- **Sucessão ecológica:** Fenômeno no qual uma dada comunidade vegetal/animal é progressivamente substituída por outra ao longo do tempo e em um mesmo local.

- **Zonação:** Ocorrência, em trechos reconhecidos, de determinadas espécies ou organismos.

Esses são alguns dos conceitos gerais cujo conhecimento é indispensável a quem se propõe a atuar com restauração florestal de manguezais. Outros conceitos que forem necessários serão definidos ao longo do texto, à medida que forem surgindo.

Os benefícios relacionados aos serviços ambientais gerados pela restauração florestal, principalmente em áreas protegidas por lei, devolvem às áreas impactadas as condições mínimas que garantem o cumprimento da legislação ambiental brasileira e os serviços ambientais responsáveis pela sustentabilidade em longo prazo.

Capítulo

**Etapas precedentes ao
projeto de restauração de
manguezais**

2

2.1 Diagnóstico da área

A primeira fase na elaboração de um projeto de restauração de manguezal envolve a definição da área-alvo e a realização de um diagnóstico minucioso. Nessa etapa, é crucial adquirir uma compreensão profunda sobre o grau de degradação presente no local, com o intuito de identificar a técnica de restauração mais apropriada e estimar os custos associados ao projeto. Na fase de diagnóstico prévio de uma área destinada à restauração, é essencial coletar informações abrangentes sobre as condições do solo, avaliar a presença e predominância de vegetação invasora e identificar potenciais desafios e ameaças^[6]. Deve-se observar a acessibilidade às áreas de restauração, o pastoreio de animais, as invasões por espécies exóticas que possam competir com as nativas e a gestão do risco de incêndios florestais. Portanto, uma avaliação abrangente é fundamental para o sucesso de projetos de restauração de ecossistemas.

Adicionalmente, a inspeção de campo visa identificar os agentes responsáveis pelos impactos ambientais e avaliar as consequências geradas pela degradação. Uma vez reconhecido o fator causador da degradação, torna-se necessário eliminá-lo. Entre as medidas possíveis, destacam-se o cercamento e isolamento da área afetada, além da interrupção das atividades degradantes. Essa etapa inicial estabelece as bases sólidas para o desenvolvimento eficaz do projeto de restauração do manguezal, garantindo ações precisas e adaptadas às condições específicas da área em questão (Figura 2).

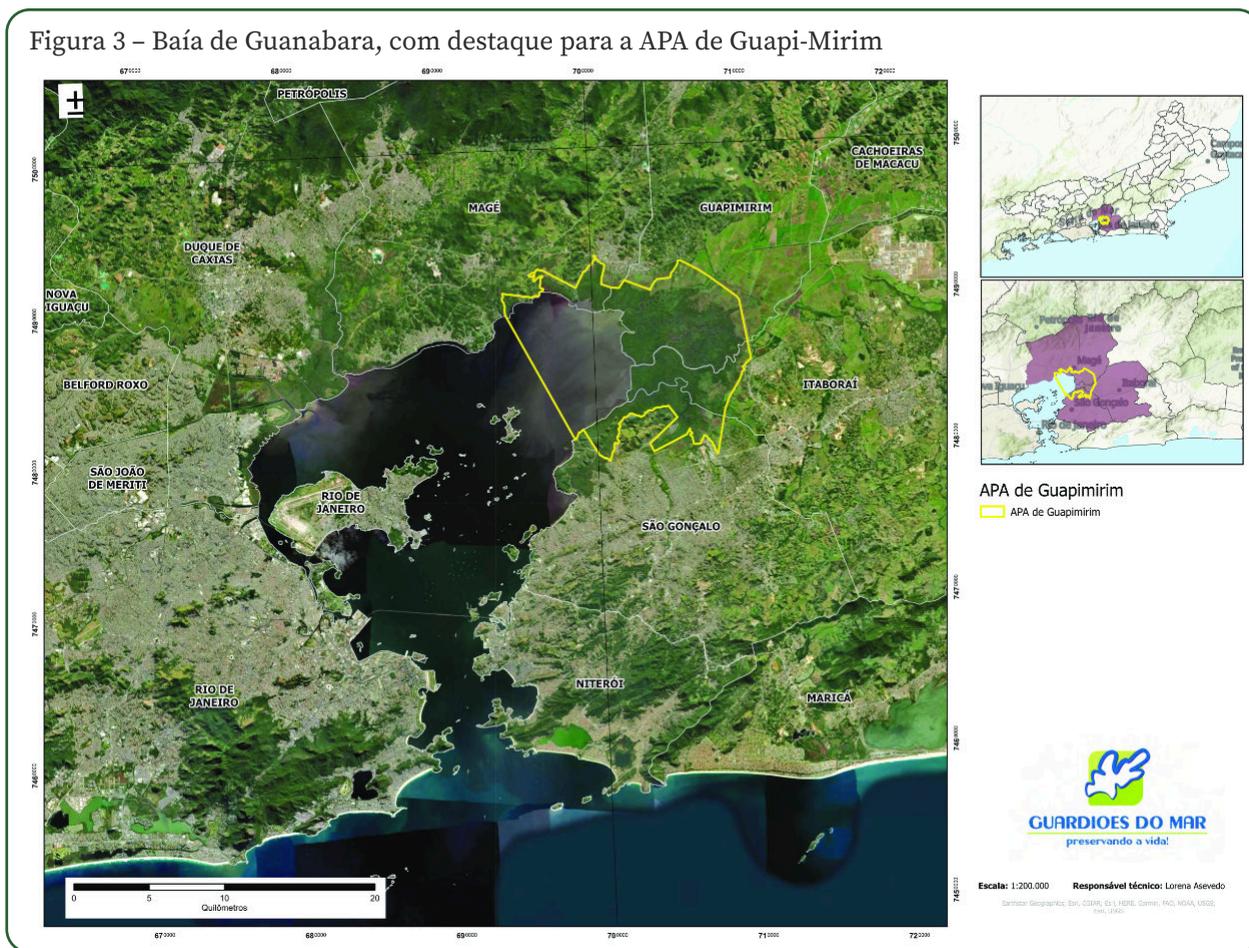
Figura 2 – Diagnóstico da área



Imagem: Guardiões do Mar

Nos projetos conduzidos pela Guardiões do Mar, as atividades de restauração foram realizadas dentro dos limites da Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapi-Mirim, Unidade de Conservação (UC) gerida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), localizada no recôncavo da Baía de Guanabara, Região Metropolitana do Rio de Janeiro (Figura 3). A APA possui uma extensão territorial de 14,3 mil hectares e se estende pelos municípios de Magé, Guapimirim, Itaboraí e São Gonçalo. Notavelmente, foi a primeira UC federal dedicada à proteção de manguezais em nosso país. Sua criação é fruto da ação da cidadania, resultado da mobilização dos setores acadêmico e social, que impulsionaram o apoio político para esse propósito. Assim, a APA foi estabelecida formando a maior área de proteção de manguezal no estado do Rio de Janeiro [21, 5]

Figura 3 – Baía de Guanabara, com destaque para a APA de Guapi-Mirim



ESCANEAR PARA FAZER DOWNLOAD DO MAPA EM PDF

2.2 Histórico de degradação da região

Um aspecto de extrema importância reside na obtenção de um conhecimento profundo acerca do histórico de degradação e dos variados usos do solo na área objeto da restauração. Essas informações desempenham um papel essencial na identificação do potencial de regeneração natural, o que, por sua vez, simplifica o processo de restabelecimento das funções ecológicas.

Desde o início da colonização brasileira, a área costeira sofreu com a falta de planejamento, tendo como consequência a destruição de boa parte dos recursos naturais, dentre eles, os manguezais. Especificamente na Baía de Guanabara, antes do período de descobrimento do Brasil, o ecossistema dispunha de uma área de aproximadamente 258 km², cuja extensão ia do bairro de Botafogo (localizado na cidade do Rio de Janeiro), contornava toda a baía, expandindo-se até a Lagoa de Itaipu, localizada na cidade de Niterói. Eventuais interrupções ocorriam em locais onde se apresentavam costões rochosos e praias arenosas^[3].

No final do século XIX, a madeira das árvores era utilizada como lenha, suprindo aproximadamente 20% do consumo da cidade do Rio de Janeiro. Ainda nessa época, houve a introdução de tijolos e telhas na construção civil, o que aumentou consideravelmente o desmatamento dos manguezais, cuja madeira abastecia as olarias da região. Na construção de uma residência típica da época, utilizavam-se aproximadamente 30 mil tijolos, consumindo cerca de 20 toneladas de lenha. Com o desenvolvimento da cidade, o desmatamento dos manguezais se intensificou e, ao final do século XIX, aproximadamente metade dos bosques de manguezais da Baía de Guanabara havia desaparecido^[12]. Os processos de ocupação dessa região levaram a uma quase extinção desse ecossistema que, muito tardiamente, foi reconhecido como de vital importância para a vida de baías e estuários^[17]. De igual maneira, a região que hoje abriga a APA de Guapi-Mirim sofreu com os severos impactos ambientais relatados, praticados antes da criação da referida APA, além de ações clandestinas de despejo de resíduos e entulho diretamente no ecossistema.

A retirada da vegetação arbórea nativa tem graves consequências e, em um ecossistema cujo metabolismo depende de um balanço térmico equilibrado, os impactos ambientais podem ser ainda mais agressivos. No interior do manguezal, a radiação solar é atenuada ao atravessar a copa das árvores, que cria uma barreira de proteção, ficando o solo protegido das altas temperaturas. Contudo, em áreas desmatadas, o substrato fica suscetível à exposição de alta radiação solar e, conseqüentemente, as elevadas temperaturas, alterando suas características físicas e químicas. Além disso, durante as chuvas, os solos descobertos de vegetação arbórea ficam vulneráveis ao escoamento superficial, o que causa perda das camadas superiores, tendo como consequência a lixiviação dos nutrientes e do sal marinho. Entretanto, nos períodos de estiagem, há uma maior concentração de sal no solo. Dessa forma, solos de áreas desmatadas têm tendência de se compactar e ser pobres em nutrientes, apresentando também um desequilíbrio das concentrações de sais^[18].

Nesse contexto de desequilíbrio ambiental, houve o crescimento descontrolado de algumas espécies herbáceas, que são nativas do ecossistema, mas que, com a retirada da vegetação arbórea nativa, tiveram a oportunidade de se desenvolver de maneira descontrolada por grandes áreas. Neste manual, essas espécies serão tratadas como espécies oportunistas, em razão de seu comportamento, ou também como plantas daninhas, pois habitam espontaneamente as áreas onde ocorrem os projetos de restauração florestal, interferindo negativamente, pois competem por água, luz e nutrientes com as mudas de mangue plantadas.

Entre as principais características dessas plantas daninhas, podem ser citadas: elevada tolerância às condições adversas (alta radiação solar/ altas temperaturas), rápido desenvolvimento, grande capacidade reprodutiva, rápida e efetiva ocupação do ambiente^[22]. Um exemplo desse fenômeno ocorre com *Acrostichum aureum* L., popularmente conhecida como samambaia-do-mangue. Essa espécie se proliferou após ações de desmatamento, em vastas áreas onde hoje se situa a APA de Guapi-Mirim. Devido à sua alta densidade, dominância e rapidez de colonização, a samambaia-do-mangue atuou como uma barreira natural, restringindo o desenvolvimento da regeneração natural das espécies arbóreas nativas, interferindo diretamente na recolonização natural dos ambientes impactados (Figura 4).

Figura 4 – Área dominada por samambaia-do-mangue após desmatamentos



Imagem: Guardiões do Mar

Atualmente, a região enfrenta desafios associados à poluição e ao acúmulo de resíduos sólidos. Fora dos limites da APA, mas ainda no interior da Baía de Guanabara, soma-se, como fator de degradação ambiental, a urbanização desordenada das suas margens.

2.3 Definição das técnicas de restauração

Uma vez realizado o diagnóstico e entendido o histórico da degradação, a etapa subsequente envolve a definição das técnicas de restauração que serão aplicadas. Uma abordagem importante na seleção dessas técnicas é a comparação entre a área impactada e as áreas em estado saudável, permitindo a quantificação do nível do impacto ocorrido e a identificação das características que deverão ser corrigidas para garantir o sucesso da restauração.

A avaliação de sucesso dos projetos de restauração deve-se pautar em critérios bem estabelecidos^[20]. Nesse sentido, a Sociedade Internacional de Restauração Ecológica reforça que os projetos devem contemplar as seguintes características ambientais^[10]:

- 1) comparação da diversidade e estrutura de comunidade em relação às áreas de referência;
- 2) presença de espécies nativas;
- 3) presença de grupos funcionais necessários para a estabilidade a longo prazo;
- 4) capacidade do ambiente físico para sustentar as populações;
- 5) funcionamento normal;
- 6) integração com a paisagem;
- 7) eliminação de ameaças potenciais;
- 8) resiliência a distúrbios naturais;
- 9) autossustentabilidade.

A restauração desempenha um papel significativo no enfrentamento às mudanças climáticas, na promoção da segurança hídrica, na preservação da biodiversidade, no restabelecimento das funções ecossistêmicas e na geração de renda. Além disso, busca melhorar o bem-estar humano por meio da criação de paisagens multifuncionais. Essa abordagem transcende o simples plantio de árvores, envolvendo o planejamento e a utilização dos benefícios que os ecossistemas florestais proporcionam à sociedade, contribuindo assim para a conservação da natureza^[15].

2.4 Objetivos e governança da restauração florestal

O conceito de governança está diretamente relacionado às formas pelas quais os atores públicos e privados (do mercado ou da sociedade civil) se envolvem e lidam com questões de interesse público, de forma integrada^[4].

A capacidade de os agentes sociais estabelecerem objetivos comuns, definir o compromisso de cada envolvido e constituir consensos em territórios é central para a ideia de governança^[11].

Ao se associar os conceitos de restauração florestal e governança (governança da restauração), surge um conjunto amplo de instituições e atores sociais, além de maneiras pelas quais eles se conectam e inter-relacionam ao longo do tempo para influenciar a implementação da restauração de uma paisagem florestal^[7,14]. Seus desafios incluem: (i) reconciliar o bem-estar humano com a integridade ecológica; (ii) apoiar políticas públicas que facilitam a restauração; (iii) definir quem decide sobre o que restaurar, quem financia a restauração e quem se beneficia dela; e (iv) garantir o engajamento dos atores e a negociação de compromissos entre eles^[1].

No contexto das áreas de intervenção da Guardiões do Mar, a prioridade foi o restabelecimento dos habitats onde o caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), habitava, mas que, devido aos impactos ambientais, tornou-se ausente em muitos trechos do ecossistema. A espécie é de extrema importância para os povos que habitam os manguezais, pois fornece proteínas para a dieta local, contribuindo para a segurança alimentar. Além disso, a captura e a venda dos caranguejos representam uma significativa fonte de renda para as famílias, auxiliando em sua subsistência. O conhecimento tradicional sobre as técnicas de captura e manejo desses crustáceos é transmitido de geração em geração, preservando práticas culturais locais.

A realização bem-sucedida do trabalho de restauração florestal na região do manguezal de Guapi-Mirim foi um empreendimento coletivo que envolveu diversos atores, demonstrando a importância da governança na restauração. Nesse contexto, as comunidades tradicionais desempenharam um papel fundamental. Sua participação ativa, seu conhecimento local e suas práticas tradicionais contribuíram significativamente para o sucesso do projeto. A parceria estabelecida com a gestão da APA de Guapi-Mirim, sob a administração do ICMBio, foi um elemento-chave nesse processo, pois sua colaboração possibilitou a integração de esforços e conhecimentos, promovendo a eficácia das ações de restauração.

Outro fator fundamental na restauração ecossistêmica foram os financiamentos, que forneceram os recursos necessários para a concretização da restauração. Nesse caso, a Petrobras contribuiu significativamente para a realização de diversos projetos, por meio do Programa Petrobras Socioambiental, para a compra de insumos, para a capacitação de equipes e para o monitoramento da qualidade da restauração, além da promoção de benefícios socioeconômicos e ambientais, tais como a geração de empregos, o sequestro de carbono e a conservação da biodiversidade.

A governança da restauração dos manguezais da Baía de Guanabara envolveu a definição de objetivos comuns entre todos os atores, o compromisso de cada envolvido e a construção de consensos. Foi um processo de reconciliação do bem-estar humano com a integridade ecológica, apoiado por políticas públicas que incentivaram a restauração. A definição das áreas prioritárias para restauração, o financiamento das ações e os potenciais benefícios gerados também foram aspectos discutidos e acordados. Essa abordagem colaborativa e inclusiva fortaleceu a implementação da restauração florestal na região, garantindo que os interesses de todos fossem considerados e que os resultados fossem benéficos tanto para o ecossistema quanto para as comunidades envolvidas.

2.5 Parcerias com comunidades tradicionais

No Brasil, em muitas áreas florestais, temos as populações denominadas tradicionais, as quais desenvolvem um modo singular de viver através da constante interdependência com a natureza. São populações que mantêm uma relação direta com o ambiente natural em que se encontram, utilizando esses locais de forma sustentável, por meio do desenvolvimento de técnicas e sistemas de manejo, visando não só garantir a utilização de recursos por sucessivas gerações como também preservar suas características culturais e sociais que se originam dessa associação e dependência com a natureza^[13].

Os povos tradicionais são nacionalmente regulados pela Lei nº 6.040/2007, que institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais, englobando tanto os pescadores artesanais, quanto as comunidades quilombolas, ribeirinhas, indígenas, caiçaras, caboclos, as coletoras artesanais e as quebradeiras de coco de babaçu, além de outros grupos étnicos^[8].

Assim, o conceito de comunidades tradicionais se fundamenta na intrínseca relação de sustentabilidade com o meio ambiente, contribuindo para a preservação da diversidade biológica e cultural. É também o espelho da questão identitária, que expressa socialmente como um determinado grupo social é percebido aos olhos de outros, através de suas características e modos únicos de subsistir^[22, 16].

A Guardiões do Mar possui grandes parcerias com as comunidades tradicionais que vivem no entorno da Baía de Guanabara, sendo uma delas a Cooperativa Manguezal Fluminense, formada por pescadores(as) e catadores(as) de caranguejo locais (Figura 5). Nessa parceria, a Cooperativa é a instituição que realiza as atividades operacionais, enquanto a Guardiões do Mar atua na prospecção, no gerenciamento e na coordenação técnica dos projetos ambientais.

Figura 5 – Reunião entre membros da Guardiões do Mar e Cooperativa Manguezal Fluminense



Imagem: Guardiões do Mar

Para que as atividades de restauração florestal em manguezais tenham seus resultados potencializados, deve-se priorizar a contratação de mão de obra local, uma vez que são pessoas com profundo conhecimento dos ciclos da natureza, o que facilita o emprego de técnicas de manejo e restauro do ambiente trabalhado^[19]. Nesse contexto, o fortalecimento das soluções baseadas na natureza ocorre quando reconhecemos a importância do saber tradicional e do conhecimento ancestral em conjunto com as abordagens acadêmicas. Essa integração é denominada tecnologia social. O acúmulo desses conhecimentos possibilita ao pescador artesanal o contínuo aprendizado com os elementos que compõem os ambientes naturais, favorecendo o desenvolvimento das atividades de restauro^[2].

O desenvolvimento de atividades em manguezais está sujeito a uma série de condições ambientais não observadas em restaurações realizadas em outras fitofisionomias, como a forte ação do regime de marés por influência da lua, além da necessidade de um conhecimento pretérito para melhor locomoção em um substrato inconsolidado, o que diminui não só os riscos de acidentes de trabalho mas também potencializa a produtividade das ações^[19].

No caso de baías com bacias drenantes altamente urbanizadas, como é o caso da Baía de Guanabara, a alta quantidade de resíduos sólidos carreados por rios e correntezas contribui para a diminuição de espaços disponíveis para o crescimento de novos propágulos das espécies arbóreas nativas, atuando como verdadeiras “barreiras” para a sucessão florestal^[19].



Ao se contratar mão de obra de comunidades tradicionais, diversos resultados podem ser atingidos, como:

- 1) valorização de cultura de povos tradicionais;
- 2) fomento à socioeconomia e a negócios de impacto, já que se trata de contratação de grupos organizados (associações e/ou cooperativas);
- 3) incremento à sociobiodiversidade, já que ao participar desses projetos, a comunidade tradicional não só disponibiliza seu saber como também aprende novas técnicas e conceitos, tornando-se verdadeiros agentes ambientais;
- 4) reconhecimento do Poder Público e de unidades de conservação locais sobre a capacidade de grupos se organizarem para a prestação de serviços especializados;
- 5) atendimento às políticas públicas, no caso, pagamento por serviço ambiental prestado;
- 6) aumento da autoestima de grupos e/ou lideranças pois, os participantes passam a ser inseridos em mesas redondas, congressos, lives e workshops, para debater o conhecimento adquirido/trocado e apresentar os resultados obtidos^[19].

Capítulo

Peculiaridades na
restauração florestal de
manguezais

3

3.1 Espécies utilizadas

As três espécies arbóreas que ocorrem nos manguezais do recôncavo da Baía de Guanabara são:

Rhizophora mangle L.: popularmente conhecida como mangue-vermelho, tem esse nome porque sua casca, ao ser raspada, expõe uma coloração avermelhada. A espécie possui, como característica marcante, a presença de rizóforos, estruturas que auxiliam na sustentação da planta no sedimento inconsolidado. Geralmente, é encontrada nas margens de rios, canais e locais submetidos constantemente à flutuação da maré (Figura 6). Podem também se estabelecer nas partes mais internas do ecossistema, onde depressões no terreno favorecem o acúmulo de água [2, 3]. Com relação à tolerância à salinidade, a espécie realiza exclusão de sal, favorecendo sua adaptação ao ambiente. Nesse processo, suas raízes possuem um mecanismo simples de ultrafiltração, em que somente a água é absorvida e o sal é rejeitado [6,1].

Figura 6 – Observação dos rizóforos da espécie *R. mangle*



Imagem: Guardiões do Mar

Avicennia schaueriana Stap. & Leech. ex Mold: É uma espécie arbórea também conhecida como siriúba ou mangue-preto. Durante a maré alta, suas raízes podem ficar parcialmente inundadas graças ao seu eficiente sistema radicular, que se desenvolve horizontalmente através de geotropismo negativo¹, expondo prolongamentos de consistência esponjosa (pneumatóforos²), que facilitam as trocas gasosas entre a planta e o meio (Figura 7)[5,6].

Figura 7 – Pneumatóforos de *A. schaueriana*



Figura 8 – Pontuações brancas mostram a excreção de sal nas folhas de *A. schaueriana*



Sobre a tolerância à salinidade, é uma espécie que realiza excreção de sal, ou seja, as plantas absorvem a água salina através de suas raízes, contudo, o excesso de sal é excretado através de glândulas de sal que estão presentes nas folhas (Figura 8)[1,7].

¹Geotropismo negativo: crescimento do órgão vegetal ocorre em direção contrária ao centro da Terra.

²Pneumatóforos: São raízes adaptadas aos ambientes com substrato inconsolidado (lamacentos) e encharcados. Possuem geotropismo negativo e realizam trocas gasosas.

Laguncularia racemosa (L.) C.F.Gaertn.: Comumente chamada de mangue-branco, é uma espécie arbórea de menor porte quando comparada com *R. mangle* ou *A. schaueriana*. Também é conhecida pelo nome de tinteira. Possui o sistema de raízes semelhante ao do mangue-preto (geotropismo negativo), entretanto seus pneumatóforos são menores. A espécie é caracterizada por apresentar pecíolos avermelhados e, igual às demais espécies, apresenta mecanismos de tolerância à salinidade, uma vez que realiza acumulação de grandes quantidades de sal em suas folhas, o que lhe confere suculência (Figura 9)[5]. Como as concentrações de sal são constantes e independentes da idade foliar, o sal pode ser acumulado, incrementando o volume das células foliares. Além disso, é importante ressaltar que o sal acumulado pode ser posteriormente descartado quando as folhas eventualmente caírem, contribuindo para manutenção do seu equilíbrio osmótico[1,7].

Figura 9 – Ramos de *L. racemosa*. Destaque para os pecíolos avermelhados



3.2 Transplante de plantas

A técnica mais utilizada nos reflorestamentos realizados pela Guardiões do Mar é o transplante, ou seja, a retirada de plantas jovens de locais mais conservados do manguezal, onde a abundância de indivíduos regenerantes é significativa, e posterior transferência para as áreas de restauração. Os locais mais conservados funcionam como verdadeiros viveiros naturais, proporcionando o suprimento de mudas para a etapa de plantio (Figura 10). Antes do transplante, a equipe operacional avalia as condições fitossanitárias das mudas, selecionando apenas aquelas que apresentam boas condições e estejam ausentes de fitopatologias.

Figura 10 – Regeneração natural de espécies arbóreas no manguezal



Imagens: Guardiões do Mar

O transplante é uma metodologia bem difundida e aceita na APA de Guapi-Mirim, envolvendo a seleção e retirada de indivíduos regenerantes com alturas variando entre 40 a 100 cm.

Esse processo é realizado cuidadosamente com o auxílio de uma cavadeira, visando preservar a integridade do sistema radicular das plantas ao manter um "torrão de solo" ao redor das raízes (Figuras 11A e 11B). Essa abordagem é essencial para minimizar danos ao sistema radicular durante o transplante, favorecendo o estabelecimento das mudas em campo e reduzindo a taxa de mortalidade (Figuras 12A e 12B).

Figuras 11A e 11B – Processo de retirada de plantas, com auxílio de uma cavadeira, para realização do transplante



Figura 11A



Figura 11B

Figura 12A – Mudanças de mangue-vermelho sendo transplantadas



Figura 12B – Detalhe para o torrão, cujo objetivo é manter a integridade das raízes



Imagens: Guardiões do Mar

O transplante é uma prática que acelera o processo de reflorestamento, eliminando a espera pela produção de mudas em viveiros florestais. No entanto, é um procedimento que demanda cuidados específicos e capacitação da equipe envolvida. É fundamental observar uma série de precauções para assegurar o êxito da operação de restauração. Apenas uma parcela de até 40% dos indivíduos é retirada, e essa remoção ocorre selecionando mudas de maneira aleatória, nunca retirando de uma única porção do ambiente, esgotando o estoque. Essa restrição tem um propósito essencial: prevenir processos erosivos no manguezal, pois manter uma parte significativa das plantas no local de origem contribui para a estabilização do solo e a conservação do ecossistema.

Além disso, a limitação da retirada de mudas permite que o processo de sucessão florestal do ecossistema não seja interrompido, o que é fundamental para garantir a continuidade do desenvolvimento natural das comunidades vegetais e o equilíbrio ambiental. Outro aspecto crucial da técnica de transplante é a rapidez na transferência das mudas para a área de plantio. O ideal é que as mudas sejam transportadas e plantadas no mesmo dia em que são retiradas do local de origem, o que ajuda a reduzir o estresse das plantas e aumenta suas chances de adaptação bem-sucedida ao novo ambiente.

Figura 13 – Transporte de mudas, da área de transplante, para a área de plantio



Figura 14 – Transporte de mudas, da área de transplante, para a área de plantio



No contexto dos projetos da Guardiões do Mar, o transporte é exclusivamente realizado por embarcação, uma vez que as áreas de plantio estão situadas em locais remotos, inacessíveis por meio de veículos terrestres. (Figura 13). Para facilitar a logística do transporte, as mudas podem ser acondicionadas em grandes sacolas ou caixas plásticas (Figura 14).

Apesar das vantagens que apresentamos, é válido mencionar que a técnica de transplante também possui suas desvantagens, tais como as relacionadas a seguir:

Custo e trabalho intensivo

A técnica de transplante de mudas apresenta desafios em termos de custos e demanda por trabalho. Isso é particularmente notável em ambientes como os manguezais, cujas características peculiares, como o substrato inconsolidado, limitam a locomoção da equipe operacional. O processo meticuloso de seleção, escavação e transplante individual de mudas amplifica essas dificuldades, tornando-as ainda mais evidentes em projetos de grande extensão.

Limitação de escala

A viabilidade do transplante de mudas tende a diminuir em projetos de maior envergadura. O trabalho intensivo e os custos associados podem representar um desafio significativo. Além disso, a alta demanda por mudas em projetos de grandes áreas pode comprometer a disponibilidade de indivíduos regenerantes nos ambientes mais conservados, afetando a continuidade do processo de sucessão florestal e impactando significativamente as áreas conservadas doadoras de mudas. Uma estratégia recomendada para projetos de grande escala é a subdivisão da implementação do plantio em áreas menores, com ações distribuídas ao longo do tempo. Isso evita a necessidade de plantar todas as áreas de uma só vez, reduzindo a demanda por grandes quantidades de mudas de forma imediata. A adoção dessa abordagem permite que o ambiente se recupere gradualmente, renovando sua capacidade de produzir novos propágulos de forma natural. Isso é crucial para manter a potencialidade do estoque da regeneração natural, pois a superexploração de mudas pode comprometer a continuidade do processo de sucessão florestal, levando a impactos severos no ecossistema local. Dessa forma, a estratégia de segmentação da execução do plantio não apenas reduz a pressão sobre a disponibilidade de mudas, mas também promove a sustentabilidade do projeto no longo prazo ao permitir que o ambiente desempenhe um papel ativo na manutenção do estoque da regeneração natural.

Dependência de áreas conservadas e escassez de áreas doadoras de mudas

O sucesso do transplante de mudas depende da presença de regeneração natural e está associado a ambientes conservados. Contudo, em locais degradados, onde inexiste uma comunidade conservada ou onde a regeneração natural é limitada, encontrar áreas adequadas doadoras de mudas pode-se tornar um desafio significativo.

Conhecimento técnico especializado

O transplante eficaz de mudas depende do conhecimento técnico especializado da equipe operacional e de treinamentos abrangentes sobre os processos de restauração de manguezais. Isso é fundamental para evitar danos às mudas transplantadas e preservar não só a integridade do projeto como de todo o ecossistema do entorno.

Em vista do exposto, embora o transplante de mudas seja uma técnica útil em projetos de restauração florestal, é importante avaliar cuidadosamente as desvantagens e considerar alternativas, como a produção de mudas, o que dependerá das condições específicas do local e dos objetivos do projeto.

3.3 Produção de mudas em viveiro florestal

Uma técnica alternativa ao transplante de mudas é a produção de mudas em viveiro florestal. No entanto, poucos estudos tratam, de forma mais específica, sobre a produção de mudas do ecossistema manguezal. Vale lembrar que o êxito na recuperação ambiental depende, em grande parte, da qualidade das mudas plantadas, que além de terem que resistir às condições adversas encontradas no campo após o plantio, deverão sobreviver e produzir árvores viáveis^[4]. As mudas devem ser livres de quaisquer problemas fitossanitários, e se estabelecerem eficientemente após o plantio. Para iniciar a produção de mudas deve haver a coleta de propágulos saudáveis, ou seja, não devem estar desidratados, apresentar sinais de ataques de insetos ou danificados por pragas (Figura 15).

Figura 15 – Técnico da Guardiões do Mar realizando a coleta de propágulos de mangue-preto



Imagem: Guardiões do Mar

Com relação ao recipiente para produção de mudas, recomenda-se a utilização de sacos plásticos. Geralmente, são utilizados sacos de 14 x 20 cm, o que garantirá a produção de mudas com tamanhos ideais para o reflorestamento (Figuras 16 e 17).

Figura 16 – Produção de mudas de mangue-branco em sacos plásticos



Figura 17 – Semeadura de propágulos de mangue-preto



As principais vantagens desse método são:

- 1) baixo custo com infraestrutura;
- 2) elevado grau de desenvolvimento das raízes, pois o volume de substrato, suportado pelas sacolas plásticas, permite que cresçam;
- 3) desenvolvimento da parte aérea com grande número de folhas.

Quanto às desvantagens, podem ser citadas:

- 1) possibilidade de as raízes ficarem enoveladas no fundo dos recipientes, ou seja, “emboladas”, comprometendo a qualidade da produção;
- 2) elevado peso de cada muda, pois as sacolas, quando são preenchidas com substrato, tornam o transporte das mudas pela área de plantio mais difícil, devido à sua carga, situação que é agravada em um ambiente onde o solo possui consistência lamosa.

O enchimento dos sacos plásticos é uma etapa de grande importância, uma vez que o substrato tem a função de sustentar e fornecer nutrientes para a muda produzida, permitindo o desenvolvimento das raízes, garantindo a drenagem do excesso de água e, ao mesmo tempo, mantendo a umidade no recipiente. Um substrato normalmente utilizado em viveiros florestais é a mistura de barro, esterco e areia, nas proporções 4:4:1. Pode-se optar também pelo uso do substrato retirado diretamente dos manguezais, entretanto, por ser um material pouco consolidado, à baixa umidade, ele se contrai, podendo causar danos às raízes das mudas, necessitando de constante irrigação. É fundamental ressaltar que a coleta direta de substrato em áreas de manguezal pode acarretar impactos ambientais e desafios logísticos, entre os quais destacamos os seguintes:

Alterações hidrodinâmicas

A retirada de substrato do manguezal pode alterar os padrões hidrodinâmicos da região, afetando a circulação da água e o transporte de sedimentos. Isso pode ter efeitos adversos na qualidade da água e nos ambientes adjacentes. Ademais, a remoção do substrato pode levar a problemas de erosão, trazendo impactos negativos sobre a biodiversidade aquática.

Custos e esforço físico

A coleta direta de substrato em manguezais geralmente é um processo intensivo em termos de custos e tempo. Isso ocorre devido à necessidade de equipamentos e mão de obra especializados para realizar a escavação e o transporte do substrato, demandando grande esforço físico de toda equipe envolvida.

Portanto, a extração de substrato diretamente de manguezais em projetos de reflorestamento requer uma consideração cuidadosa dos impactos ambientais e logísticos envolvidos, devendo ser incentivada a busca por abordagens mais sustentáveis na produção de mudas, como é o caso da utilização de substratos típicos de viveiros florestais, como já apresentado, pois dão condições de se produzir mudas em um alto padrão de qualidade a um custo relativamente baixo, sem comprometer o ecossistema que se deseja restaurar, sendo um método exitoso quando optado.

Antes de realizar a semeadura, ou seja, a colocação dos propágulos no solo contido no recipiente, o ideal é que fiquem imersos por 24 horas em um balde com água, prática que favorecerá o início do processo de germinação. Após a semeadura, as mudas devem ficar abrigadas da luz direta sob um sombrite (50%) até o tamanho de aproximadamente 30 cm (Figuras 18 e 19).

Figura 18 - Mudanças de mangue-vermelho (ao fundo) e mangue-branco



Em viveiro florestal, vemos mudas de mangue-vermelho ao fundo e, no primeiro plano, mudas de mangue-branco. Ambas estão em fase inicial de produção e protegidas da radiação solar direta por sombrite (50%).

Figura 19 - Muda de mangue-branco no início da produção em viveiro florestal



Imagens: Guardiões do Mar

O último estágio no processo de produção de mudas é a rustificação, que tem como objetivo aumentar a resistência das mudas, tornando-as aptas para sobreviver no ambiente externo quando forem plantadas. Durante esse processo, as mudas são expostas à luz solar direta. Já a irrigação, que anteriormente era realizada duas vezes ao dia (no início da manhã e ao final da tarde), passa a ser feita apenas uma vez, geralmente no início da manhã. Esse período de exposição ao sol e redução da irrigação fortalece as mudas, preparando-as para enfrentar as condições desafiadoras do campo com maior probabilidade de sucesso. Se houver qualquer sinal de que as mudas estão sendo prejudicadas, é necessário aumentar a frequência da irrigação, voltando a fazê-la duas vezes ao dia.

Contudo, é fundamental manter a exposição das mudas à radiação solar direta. Após aproximadamente um mês sob essas condições de rustificação, as mudas estarão prontas para serem transportadas para o local de plantio (Figura 20).

Figura 20 – Mudas de mangue-vermelho sendo rustificadas em viveiro florestal



Imagem: Guardiões do Mar

Por fim, durante toda a produção, é fundamental realizar o controle das espécies herbáceas que crescem, espontaneamente, nos recipientes produtores. É uma prática essencial de cuidado com as mudas e tem como objetivo evitar a matocompetição, que ocorre quando as plantas daninhas competem com as mudas por recursos essenciais, como luz solar, água, nutrientes e espaço.

O controle pode ser feito por meio da catação, também conhecida como capina manual, que é um método que envolve a remoção manual das plantas indesejadas do recipiente das mudas em produção. Esse processo é executado por trabalhadores que inspecionam as mudas e retiram as plantas daninhas de forma seletiva, sem prejudicar o crescimento das mudas que estão sendo produzidas. Porém, é importante mencionar que os trabalhadores envolvidos na atividade deverão ter um treinamento para identificar as plantas daninhas e evitar danos às mudas em produção.

A capina manual é uma técnica eficaz para o controle de plantas daninhas em viveiro florestal e oferece controle preciso. Além disso, essa é uma opção econômica, pois não requer investimentos em equipamentos e evita o uso de produtos químicos.



Capítulo

Técnicas de restauração
florestal

4



As três grandes fases de um projeto de restauração são implantação, manutenção e monitoramento. Na fase de implantação, são realizadas diversas atividades que dão início ao processo de restauração florestal: preparo de área, distribuição das espécies em campo (zonação), plantio/ tutoramento. Já a manutenção engloba atividades que têm como objetivo assegurar a sobrevivência, o crescimento saudável e o desenvolvimento das mudas plantadas, bem como o controle de vegetação invasora, ao longo do tempo. Isso visa garantir a eficácia do projeto a longo prazo, promovendo a restauração de sucesso e a resiliência dos ecossistemas florestais recuperados. Por fim, temos o monitoramento, que é um processo sistemático de coleta, análise e avaliação contínua de dados relacionados às iniciativas destinadas a restaurar ecossistemas florestais impactados. Tem como objetivo acompanhar a eficácia das ações, garantindo que os objetivos da restauração sejam alcançados.

O monitoramento envolve a mensuração de indicadores-chave para que sejam feitos possíveis ajustes, de modo a atingir a finalidade do projeto, que é o restabelecimento das funções ecológicas que se encontravam perdidas.

Vejam, a seguir, a descrição de cada uma dessas fases.

4.1 Implantação

4.1.1. Preparo de área

Nos manguezais restaurados pela Guardiões do Mar, conforme já mencionado, a vegetação nativa foi retirada por atividades antrópicas. Foi então que a samambaia-do-mangue, adaptada às condições de alta radiação solar, encontrou oportunidade para se estabelecer e dominar o ambiente, competindo severamente com a regeneração natural das espécies arbóreas e restringindo o crescimento dos bosques de mangue. Assim, houve necessidade de preparar a área, ou seja, roçar a samambaia do local de forma semimecanizada (uso de roçadeira lateral), promovendo a limpeza do ambiente. (Figuras 21 e 22).

Figura 21 – Atividade de preparo de área (limpeza)



Imagem: Guardiões do Mar

Figura 22 – Equipe operacional realizando a limpeza da área com roçadeira lateral



A atividade de roçada desempenha um papel fundamental no manejo de áreas de restauração e na contenção do crescimento de espécies vegetais oportunistas ou invasoras. No entanto, para que essa prática seja verdadeiramente eficaz, é essencial que toda a planta, incluindo o rizoma da samambaia (suas raízes), seja removida durante o processo.

É importante lembrar que os rizomas são estruturas subterrâneas mais resistentes e robustas do que as folhas. Portanto, ao realizar a operação, é fundamental adotar uma abordagem cautelosa para evitar danos ao maquinário e possíveis acidentes de trabalho. Uma técnica eficaz consiste em utilizar, durante o funcionamento da roçadeira, apenas a ponta da lâmina, evitando utilizar toda sua extensão. A eficiência do corte é alcançada devido à afiação da ponta da lâmina. Em movimento de alta rotação, ao entrar em contato com o rizoma, realiza um corte preciso e gradual, reduzindo o impacto no equipamento e proporcionando maior segurança para o operador durante a roçada da samambaia.

Figura 23 – Rizoma sem roçar, favorecendo a rebrota da samambaia

Realizar a remoção apenas das folhas, sem atingir o rizoma, pode ter o efeito oposto e estimular um crescimento mais vigoroso da samambaia. Quando a roçada é realizada limitando-se apenas à parte aérea da planta, o rizoma permanece intacto e capaz de produzir novos brotos (Figura 23). Essa capacidade de rebrota é uma das características adaptativas das samambaias, pois são resilientes a perturbações. Como resultado, a planta tende a crescer ainda mais densamente, competindo com as mudas plantadas, o que prejudica a restauração do ecossistema. Caso um projeto opte por retirar apenas as folhas da samambaia, roçadas constantes e periódicas (a cada três meses, no máximo) deverão ser feitas durante toda a vigência do projeto.



Por fim, é importante mencionar que o controle de espécies daninhas em manguezais deve ser estritamente baseado em métodos físicos, como a roçada semimecanizada, enquanto o uso de herbicidas é terminantemente proibido. Os manguezais são ecossistemas extremamente sensíveis, abrigando grande diversidade de espécies, e desempenha um papel vital como berçário da vida marinha. A eventual aplicação de produtos químicos poderia resultar em impactos ambientais de proporções catastróficas. É importante destacar que, de acordo com o atual Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), os manguezais são considerados Áreas de Preservação Permanente (APP)^[3]. Essas áreas são protegidas por lei devido à sua importância para a conservação da biodiversidade, a manutenção do equilíbrio ecológico e a proteção de recursos hídricos. Assim, como medida de conservação e preservação desses ecossistemas sensíveis, a legislação ambiental proíbe o uso de herbicidas nos manguezais, garantindo a sua sustentabilidade a longo prazo e a proteção das funções vitais que desempenham no ambiente costeiro.

Portanto, é fundamental aderir a práticas de controle de plantas daninhas que estejam em conformidade com as regulamentações ambientais e que preservem a integridade ecológica dos manguezais. O emprego de métodos físicos de controle é uma opção segura e mais adequada para a conservação desse ecossistema.

Para que a roçada seja feita com qualidade, é crucial seguir algumas diretrizes:

- **Remoção completa das espécies oportunistas:** Certificar-se de que tanto as folhas quanto o rizoma da samambaia sejam completamente retirados, o que impede que a planta regenere e continue a se propagar.
- **Frequência adequada:** Realizar roçadas periódicas e programadas, de acordo com a taxa de crescimento das espécies herbáceas na área de restauração. A frequência pode variar, caso seja realizada retirando-se o rizoma das samambaias, mas uma ou duas roçadas adicionais após a roçada inicial já se mostram suficientes para controlar efetivamente a espécie, não sendo necessárias novas intervenções.
- **Monitoramento contínuo:** Manter um acompanhamento constante para identificar qualquer rebrota e realizar roçadas adicionais conforme necessário.
- **Criação de uma barreira protetora:** Recomenda-se que resíduos da roçada devam ser deixados sobre o solo para a formação de uma barreira de proteção contra a incidência direta da radiação solar no substrato. Isso preserva as características físicas e químicas do solo, mantém sua umidade e estabiliza a temperatura, criando um ambiente mais propício para o estabelecimento das espécies vegetais nativas, além de mitigar impactos ambientais. Essa camada de resíduos também ajuda a reduzir a erosão do solo, protegendo-o de possíveis danos causados pela exposição direta à luz solar intensa (Figuras 24 e 25).

Figura 24 – Vista parcial da área após roçada



Figura 25 – Resíduos da roçada formando uma camada de proteção ao solo



4.1.2 Arranjo das espécies em campo (zonação)

A caracterização da fitofisionomia é um elemento fundamental na elaboração de um projeto de restauração florestal, uma vez que se baseia na definição de um ecossistema conservado de referência, que orientará a recomposição do ambiente degradado^[9, 19]. Assim, o arranjo das espécies na área de plantio deve ser realizado de maneira cuidadosa, já que o ambiente é naturalmente suscetível a influência das variações de maré, gerando inundações e elevação da salinidade na maré alta e deposição de sedimentos fluviais na maré baixa^[17]. Além disso, a flocculação de partículas decorrente do encontro da água marinha com as águas fluviais resulta na deposição de sedimentos e formação de um solo inconsolidado (lamacento), com baixa oxigenação e rico em material orgânico em decomposição^[15]. A interação entre as propriedades físicas do solo com a inundação ao qual está sujeito o ambiente define as condições de estresse fisiológico, o que influencia diretamente na distribuição das espécies arbóreas no ecossistema, uma vez que cada uma apresenta um mecanismo adaptativo distinto.

Plantios que negligenciam a zonação podem ter como consequência uma elevada taxa de mortalidade, ocasionada pela inserção de determinada espécie em um microssítio, diferente de seu local de ocorrência natural^[17].

Dessa forma, as espécies deverão ser distribuídas em campo e plantadas de modo que se respeite suas zonas de ocorrência natural no ecossistema, mantendo a capacidade de desenvolvimento no ambiente e preservando as características florestais originais, realizando uma restauração florestal de precisão. A seguir, apresentamos as especificidades de zonação para cada espécie, pautando-nos em uma vasta literatura científica que aborda o tema [15, 18, 10, 23, 12 e 20].

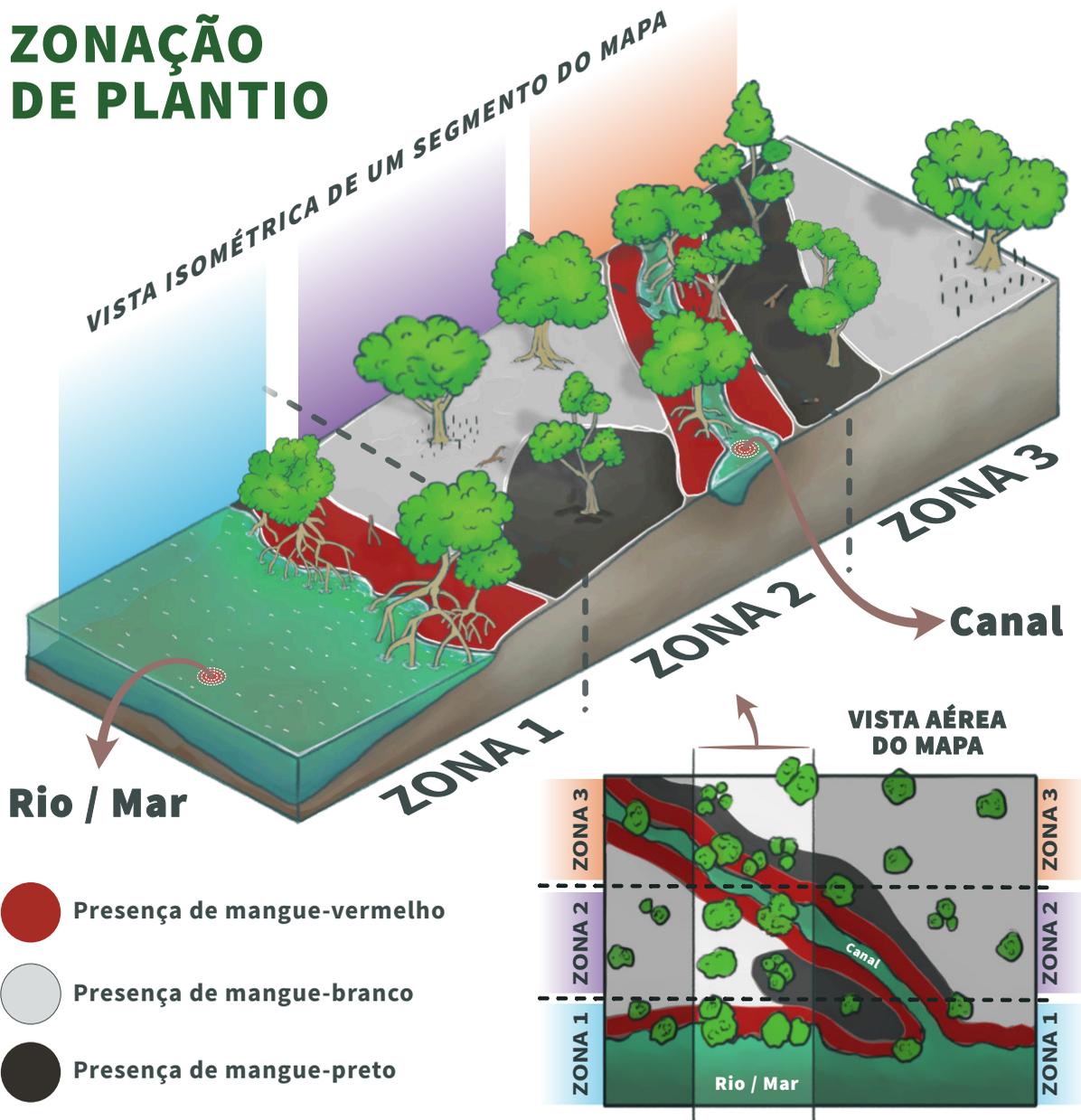
- ***R. mangle* (mangue-vermelho):** Devido às suas características, tende a dominar áreas mais propensas a inundações periódicas, onde o substrato apresenta elevados níveis de umidade e se encontra mais inconsolidado. O plantio dessa espécie deve ser realizado em locais estrategicamente selecionados, preferencialmente próximos a rios ou locais onde as inundações são favorecidas, mesmo que distantes do curso de água principal, como em microcanais ou zonas de acúmulo de água.

- ***L. racemosa* (mangue-branco):** O plantio dessa espécie é mais adequado em locais resguardados da influência direta da maré. Essas áreas geralmente apresentam características tais como topografia mais elevada, substrato com melhor capacidade de drenagem e textura mais arenosa, o que resulta em menor retenção de água. O mangue-branco pode ser plantado próximos aos rios, desde que as condições microtopográficas favoreçam a elevação do terreno ou a drenagem da água.

- ***A. schaueriana* (mangue-preto):** A espécie pode ser encontrada, preferencialmente, em terrenos de pequena elevação topográfica, onde ocorrem breves períodos de inundação. Na APA de Guapi-Mirim, ele apresenta distribuição mais agrupada, quando comparada com o mangue-vermelho e o branco, que se distribuem de forma mais abrangente nos manguezais da região. Além disso, com base na experiência em reflorestamentos da Guardiões do Mar, observamos que o mangue-preto tem preferência por locais mais sombreados. Portanto, caso a área destinada à restauração esteja sujeita a intensa radiação solar, é aconselhável considerar o plantio do mangue-preto em uma fase posterior, como parte de um processo de enriquecimento. Isso deve ocorrer após as demais mudas das outras espécies já tenham se desenvolvido o suficiente para proporcionar sombreamento adequado ao solo. Dessa forma, as condições ideais para o crescimento do mangue-preto serão atendidas, contribuindo para o sucesso do projeto. (Figura 26).



ZONAÇÃO DE PLANTIO



Representação gráfica da zonagem de plantio em um trecho de manguezal restaurado, de acordo com as características do ambiente e as espécies associadas:

Mangue-vermelho é plantada nos locais identificados pela cor vermelha

Mangue-branco é plantada nos ambientes caracterizados de cor branca

Mangue-preto é plantada nos trechos de coloração preta, podendo também ocorrer consórcio com plantio de mangue-vermelho.

4.1.3 Plantio e tutoramento

A metodologia de plantio total, que é a prioridade nos projetos da Guardiões do Mar, oferece várias vantagens na restauração ecossistêmica. Essa abordagem promove o estabelecimento da comunidade florestal de forma mais ágil, garantindo também uma rápida cobertura do solo. Esses fatores tornam o local não apenas mais atrativo para a fauna, mas também criam condições altamente favoráveis para o desenvolvimento de relações ecológicas na área restaurada.

A velocidade de recobrimento pela vegetação dependerá do espaçamento entre as mudas plantadas. Existem distintas combinações de espaçamento de plantio entre mudas (2x2; 3x2; 3x3; 4x4m etc.), em que o primeiro número se refere à distância entre as linhas de plantio e o segundo, à distância entre as mudas dentro da linha. Quanto menor a metragem, maior a densidade de mudas por hectare plantado. Dessa forma, nos espaçamentos 2x2m, 2.500 mudas serão plantadas em um hectare. Já no 3x3m, 1.111 serão plantadas em um hectare.

Diversos fatores devem ser considerados na escolha do espaçamento, entre eles, destacam-se:

1. Objetivo do projeto

Se o intuito for criar um dossel florestal denso e fechado de forma mais rápida, o espaçamento entre as mudas deverá ser o mais adensado, por exemplo, o 2x2m. Por outro lado, se o objetivo for estabelecer uma floresta mais aberta ou favorecer o recrutamento de plantas nativas naturalmente, um espaçamento mais amplo pode ser mais apropriado.

2. Competição vegetacional

É importante considerar a presença de vegetação concorrente, como as espécies oportunistas ou invasoras (plantas daninhas), que podem afetar o crescimento das mudas em razão da matocompetição. Em áreas onde a competição vegetal é alta, um espaçamento mais adensado pode ser necessário, uma vez que serão criadas condições de sombreamento do solo de forma mais rápida, limitando a quantidade de luz disponível para as espécies indesejadas que estão no sub-bosque, o que inibe seu crescimento e desenvolvimento, reduzindo o número de manutenções em comparação aos espaçamentos mais abertos^[25].

3. Ciclagem de nutrientes

Outro efeito gerado pelos espaçamentos mais adensados é a maior deposição e acúmulo de serapilheira^[16], que é todo o material recém-caído no solo de uma floresta, constituindo-se de folhas, cascas, galhos, frutos e outras partes^[11]. Possui papel importante na dinâmica de ecossistemas florestais, pois contribui para transformações relacionadas à cadeia trófica de detritos, também chamada de ciclagem dos nutrientes. A serapilheira é um importante reservatório de nutrientes para as plantas, além de proteger o solo de forças erosivas^[24, 13, 7]. Dessa forma, a produção de serapilheira e a devolução de nutrientes em ecossistemas florestais constituem a via mais importante do ciclo biogeoquímico de nutrientes (fluxo no sistema solo-planta-solo), que, juntamente com o ciclo bioquímico (circulação de nutrientes no interior

da planta), permite que as árvores possam sintetizar a matéria orgânica através da fotossíntese, reciclando os nutrientes [8, 21].

4. Disponibilidade de recursos

A disponibilidade de recursos desempenha um papel fundamental na determinação do espaçamento adequado em projetos de restauração florestal. Em projetos com recursos limitados, como mão de obra reduzida, um espaçamento mais amplo pode ser preferível, pois requer menos mudas, facilitando a logística de plantio e as manutenções em campo. Isso permite que o projeto seja executado de maneira mais eficiente e econômica. Por outro lado, em projetos com maiores disponibilidades de recursos, é viável adotar um espaçamento mais adensado, o que pode acelerar o estabelecimento da vegetação e resultar em uma cobertura do solo mais rápida. É importante equilibrar a escolha do espaçamento com a capacidade de manutenção do projeto, garantindo que as mudas recebam os cuidados necessários para um desenvolvimento saudável e sustentável.

A distribuição das mudas em campo para realização do plantio ocorre logo após a etapa de preparo de área (Figura 28). Esse processo engloba tanto as mudas que foram transplantadas das áreas mais conservadas, quanto as que foram produzidas em viveiros florestais. É importante destacar que as mudas que foram produzidas em recipientes do tipo sacolas plásticas, no viveiro florestal, requerem um procedimento especial durante a distribuição. Para garantir que as raízes sejam preservadas e que a muda seja plantada de forma adequada, é fundamental retirar a embalagem plástica, cortando-a de maneira precisa. Isso evita danos às raízes e ajuda a garantir que a planta possa se estabelecer com sucesso no ambiente. Além disso, é fundamental adotar práticas de gestão de resíduos. As embalagens plásticas que foram removidas das mudas devem ser descartadas de maneira ambientalmente correta, devendo ser encaminhadas para um destino apropriado, como a reciclagem, quando possível, ou outras formas de tratamento ambientalmente seguras.

Figura 28 – Distribuição de mudas no plantio



Imagem: Guardiões do Mar

Com relação às mudas transplantadas, conforme já mencionado, o plantio deve ocorrer no mesmo dia do transplante. Isso é fundamental para garantir que as mudas possam-se adaptar rapidamente ao novo ambiente e tenham as melhores chances de sobrevivência.

Para a realização do plantio, devem ser abertas covas, também chamadas de berços, no solo para a alocação das mudas, com auxílio da cavadeira articulada, respeitadas as dimensões aproximadas de 20x20x40cm, medidas que correspondem a largura, comprimento e profundidade respectivamente (Figura 29). O solo retirado deve ser colocado ao redor da muda plantada e pressionado, fixando a muda no substrato. Nos projetos realizados pela Guardiões do Mar, foi priorizado o espaçamento de 2x2m entre mudas. É na etapa do plantio que deverão ser colocados junto às mudas, um tutor de bambu, que tem a função de sustentar a muda por uma amarração em “oito” com barbante. Essa prática evita o tombamento em momentos de flutuação da maré ou durante ventos fortes. Vejamos, a seguir, algumas imagens da realização das atividades:

Figura 29 – Abertura de covas para plantio de mudas



Figura 30 – Feixes de bambu cortados para serem colocados como tutor ao lado das mudas plantadas



Figura 31 – Amarração de muda ao tutor, com barbante



Figura 32 – Finalização do plantio com a amarração da muda ao tutor



A determinação da época ideal para o plantio em projetos de restauração florestal é de grande importância para o êxito da ação. A escolha da estação adequada está intrinsecamente associada às variáveis climáticas e à fitofisionomia alvo da restauração. Para a maioria das fitofisionomias fluminenses, a seleção de época considera a disponibilidade hídrica como fator preponderante, garantindo condições propícias para o estabelecimento e desenvolvimento das mudas. Em razão disso, alguns estudos, como o de Bouhid (2008), defendem que, no Estado do Rio de Janeiro, a estação mais apropriada para o plantio é o período de verão, caracterizado pela concentração de 70 a 80% da precipitação anual^[1].

No entanto, no contexto dos manguezais, a experiência da Guardiões do Mar destaca que o plantio realizado no verão pode resultar em taxas de mortalidade mais elevadas. Isso se deve ao fato de que as mudas, especialmente as transplantadas, enfrentam desafios significativos de adaptação às condições de elevada temperatura e exposição direta à radiação solar durante esse período. Essas condições podem prejudicar a cicatrização e o estabelecimento do sistema radicular das mudas plantadas. Portanto, no verão, preferimos priorizar atividades de limpeza da área, enquanto o plantio fica programado para as demais estações do ano, que proporcionam temperaturas mais amenas e favoráveis ao estabelecimento das mudas.

Figura 32 – Detalhe do uso do tutor para sustentação da muda, com amarração em forma de “oito”



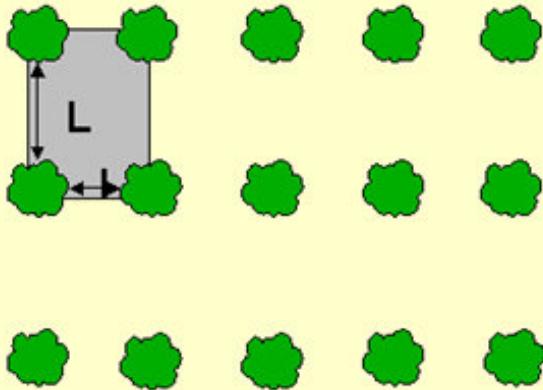
Figura 34 – Vista parcial da área de restauração após a conclusão da implantação



Imagens: Guardiões do Mar

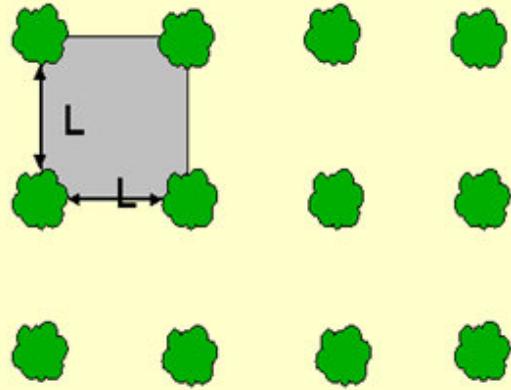
Ao se optar pelo plantio em linhas, há várias possibilidades de arranjos geométricos a serem considerados, uma vez que é possível variar o espaçamento das mudas dentro das linhas ou a distância entre linhas. A escolha de espaçamentos específicos resultará em diferentes arranjos das mudas no campo. As imagens a seguir apresentam os modelos de plantio:

Figura 35 – Modelo retangular



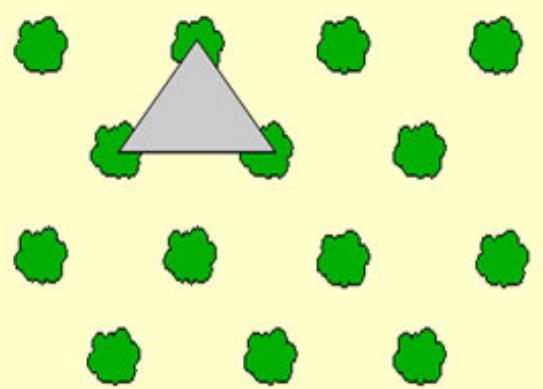
Exemplo de espaçamento 3x2. Esse modelo facilita o trânsito interno no plantio, pois as fileiras ficam afastadas, facilitando eventuais roçadas de manutenção na área [5]

Figura 36 – Modelo quadrangular



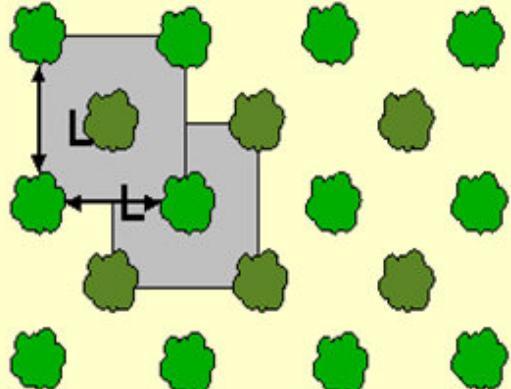
Exemplo de espaçamento 2x2 ou 3x3. Esta disposição mantém a mesma distância entre as plantas e as linhas de plantio. Permite um melhor trânsito de maquinários, como roçadeiras e a utilização de equipamentos nos dois sentidos, porém diminui a área útil de plantio [21]

Figura 37 – Modelo triangular



Essa disposição apresenta uma equidistância entre as plantas, e permite o trânsito em três sentidos [21].

Figura 38 – Modelo em quincôncio



Sistema que pode ser definido como uma sobreposição de dois sistemas quadrados. Esta disposição favorece o rápido recobrimento do solo, uma vez que há a presença de uma planta no meio de um quadrado formado por outras quatro árvores [21].

Nos projetos da Guardiões do Mar, o arranjo entre mudas priorizado foi o modelo em quincôncio, por favorecer o rápido recobrimento do solo, além de aumentar o número de plantas implantadas por hectare em aproximadamente 15%, em comparação com o arranjo quadrangular. Nessa disposição, o local da planta do meio do quadrado pode ser reservado para o plantio posterior (aproximadamente um ano após a finalização da implantação), como enriquecimento de mangue-preto, uma vez que o local já se encontrará sombreado, passível de receber a espécie, conforme já mencionado no item 4.1.2 deste manual.

4.2 Manutenção

As atividades de manutenção compreendem toda a fase entre a implantação do reflorestamento e a formação de uma fisionomia florestal^[2]. Plantios abandonados apresentam elevadas taxas de mortalidade, seja pela infestação de espécies invasoras ou pela retirada de mudas pela maré^[17]. Assim, após o término da fase de implantação, inicia-se a fase de manutenção. Como medidas, devem ser realizadas duas atividades: o replantio de mudas e as roçadas periódicas.

4.2.1 Replantio de mudas

Essa é uma atividade essencial para corrigir as perdas iniciais de mudas que morreram na fase de plantio. Geralmente, a taxa de sobrevivência inicial não é de 100%, e algumas mudas podem não resistir a fatores como competição com plantas daninhas, estresses pós-plantio, pragas ou doenças. Assim, o replantio visa preencher essas lacunas e garantir que a densidade de plantio planejada no início seja mantida, o que é fundamental para alcançar os objetivos de restauração florestal. Além disso, ao longo do tempo, ocorrem mudanças nas condições ambientais e na composição da vegetação circundante, e as mudas que sobreviveram inicialmente podem encontrar novos desafios à medida que a restauração avança. O replantio permite a reintrodução de mudas saudáveis e adequadas ao ambiente, contribuindo para a resiliência e o sucesso do projeto.

O manguezal, caracterizado como um ecossistema dinâmico, está sujeito a mudanças constantes em razão, principalmente, da flutuação do nível da maré. Assim, é recomendável tentar identificar por qual motivo ocorreu a morte das mudas. Essa análise deve levar em consideração não só os fatores bióticos (por exemplo, o surgimento de pragas e doenças) como também os fatores abióticos, como as alterações na microtopografia, o surgimento de novos canais de drenagem e o aparecimento de zonas de acúmulo de água. Todos esses aspectos podem estar associados à mortalidade de mudas. Para facilitar o entendimento, segue um exemplo de situação comumente encontrada nos projetos de restauração: a mortalidade de mudas de mangue-branco pode estar associada à formação de microcanais de drenagem ou ao surgimento, após o plantio, de zonas de acúmulo de água (Figura 39).

Como é uma espécie mais adaptada às áreas de melhor drenagem, as mudas acabam morrendo nessas áreas, dando origem a núcleos de mortalidade no interior do plantio. Por isso, é aconselhável substituir a espécie por uma mais apropriada. Nesse contexto, replantar com mudas de mangue-vermelho será o mais indicado, pois essa espécie apresenta maior adaptação às novas condições relatadas (Figura 40). No entanto, se as circunstâncias ambientais permanecerem semelhantes às do período inicial de plantio, a reintrodução da mesma espécie deve ser priorizada, mas sempre tentando identificar as razões da mortalidade. A abordagem, baseada na análise das condições ambientais e na escolha de espécies mais adaptadas, contribui para o sucesso de projetos de restauração em manguezais.

Figura 39 – Local onde ocorreu mortalidade de mangue-branco



Figura 40 – Surgimento de zona de acúmulo de água, propiciando o replantio apenas de mangue-vermelho



Acerca da periodicidade, deve haver um repasse em toda área de restauração a cada três meses no primeiro ano após a implantação, podendo, a partir do segundo ano realizar repasses quadrimestrais, de modo a avaliar o desenvolvimento das mudas plantadas (Figura 41). Essa periodicidade deve ser mantida até o término do projeto que, em geral, tem a duração total aproximada de 48 meses. Caso a taxa de mortalidade seja superior a 10% do total plantado, o replantio deverá ser realizado.

Figura 41 – Repasse no projeto de restauração florestal para avaliar a necessidade de replantios



4.2.2 Roçadas periódicas

Essa atividade tem como objetivo controlar o crescimento das plantas oportunistas que competem por recursos essenciais, como luz solar, água e nutrientes, com as mudas plantadas no projeto. A frequência das roçadas deve ser determinada com base na taxa de crescimento das plantas oportunistas na área de restauração. Para efeitos de planejamento, recomenda-se que um repasse seja feito em toda área de restauração a cada 3 ou 4 meses (podendo ser feito em conjunto com o repasse para avaliação de replantios), o que possibilita analisar se as plantas daninhas estão se desenvolvendo agressivamente.

Se a roçada for executada adequadamente durante a implantação do projeto (atividade de preparo da área), como mencionado anteriormente, com remoção de todo o rizoma da samambaia-do-mangue, haverá um controle eficaz das plantas indesejadas desde o primeiro momento, o que reduzirá, significativamente, seu potencial regenerativo dominante, diminuindo a necessidade de roçadas periódicas com o passar do tempo, na fase de manutenção (Figuras 42 e 43).

Figura 42 – Vista de trecho da área de restauração florestal com a rebrota da samambaia-do-mangue



Figura 43 – Samambaia-do-mangue removida do substrato após a rebrota



Figura 44 – Controle manual de brotação de samambaia, realizado em áreas reduzidas ou em ações pontuais

É importante destacar que, caso ocorram rebrotas da samambaia-do-mangue após a remoção dos rizomas, o processo de controle torna-se consideravelmente mais simples. Isso ocorre porque as novas brotações não apresentam uma aderência tão firme ao substrato e seu desenvolvimento não é tão agressivo, permitindo a realização da remoção manualmente utilizando ferramentas como facões, especialmente em áreas de pequena extensão (Figura 44).

Quando as rebrotas ocorrem em áreas extensas, é recomendável priorizar o uso de roçadeiras, o que agiliza o processo de controle (Figura 45).

Imagens: Guardiões do Mar

Figura 45 – Controle semimecanizado da brotação de samambaia, priorizado para áreas mais extensas



Conforme já abordado, se a estratégia da roçada adotada na fase de preparo inicial de área tiver sido de retirar apenas as folhas da samambaia, sem remover o rizoma, roçadas constantes deverão ser realizadas durante toda a vigência do projeto, a cada três meses. Com o passar do tempo, as intervenções serão menos necessárias, uma vez que o crescimento das mudas provoca sombreamento no solo (as copas das mudas começam a se tocar), reduzindo o crescimento das plantas oportunistas (Figura 46). Aos poucos, as mudas começarão a produzir flores e propágulos, retomando os processos de regeneração natural (Figuras 47, 48 e 49).

Figura 46 – Vista de projeto de restauração um ano e meio após o plantio



Figura 47 – Início da floração da espécie mangue-vermelho



Figura 48 – Mangue-branco produzindo propágulos



Figura 49 – Regeneração natural de mangue-branco, no interior da área de restauração



4.3 Monitoramento

A atividade de monitoramento em projetos de restauração florestal desempenha um papel de grande importância, sendo uma etapa essencial para avaliar o progresso e o sucesso no restabelecimento de ecossistemas. Monitorar significa realizar uma análise minuciosa das mudanças que ocorrem na área restaurada, procedimento que oferece uma visão clara de como o ecossistema está respondendo às técnicas de restauração implementadas. Além disso, é fundamental para a identificação de desafios e oportunidades ajustar estratégias de restauro e tomar decisões ao longo do processo de restauração.

No estado do Rio de Janeiro, os projetos ambientais devem seguir a Resolução INEA N° 143/2017, o que assegura a alta qualidade e o compromisso do restaurador em cumprir o estabelecido no projeto. Esse é o caso da Guardiões do Mar, que utiliza essa metodologia em todas as suas iniciativas desde a criação da referida legislação. Esta estabelece o Sistema Estadual de Monitoramento e Avaliação da Restauração Florestal (SEMAR), e sua metodologia se aplica às mais diversas fitofisionomias presentes no estado fluminense, entre elas o manguezal.

A resolução fornece diretrizes e critérios claros para a elaboração, execução e monitoramento de projetos de restauração florestal, fatores essenciais que contribuem para o restabelecimento de ecossistemas naturais. Vale ressaltar que a metodologia de acompanhamento estabelecida pode servir de inspiração para outras regiões do Brasil que necessitam de um instrumento balizador da qualidade na restauração. Assim, na etapa de monitoramento, enfatizamos a relevância de seguir critérios e indicadores claramente definidos para avaliar o progresso contínuo do projeto.

De acordo com a referida resolução, o monitoramento deve ser realizado anualmente e prevê a instalação de parcelas retangulares de 25 x 4 metros, orientadas no sentido norte, devendo ser esticada uma trena no chão, partindo-se de um ponto inicial até alcançar os 25 metros. Essa é a linha mestra de onde, para cada lado da trena, devem ser medidos e projetados os dois metros de abrangência da parcela. Nas unidades amostrais, devem ser coletadas as variáveis de crescimento das mudas: altura total (em metros), diâmetro de copa (em metros), além da densidade de indivíduos, o que inclui espécimes regenerantes.

Nessa etapa, também é avaliado se o controle de plantas daninhas está sendo efetivo, favorecendo o crescimento das mudas plantadas sem competição e o desenvolvimento da regeneração natural (Figuras 50 e 51). Todos os espécimes devem ser identificados botanicamente em nível de espécie.

Figura 50 – Mensuração do diâmetro de copa



Figura 51 – Mensuração da altura total da muda



A intensidade amostral recomendada, por projeto, é calculada de acordo com a indicação contida no Protocolo de Monitoramento do Pacto pela Restauração da Mata Atlântica da seguinte forma:

Figura 52 – Fórmula da intensidade amostral do diagnóstico ecológico da restauração florestal

$$IA = (AP - 1) + 5$$

IA = intensidade amostral;

AP = área do projeto.

Fonte: Manual de Monitoramento da Restauração Florestal – INEA (2019)[23]

Vale ressaltar que essa metodologia deve ser seguida até o número máximo de 50 parcelas. Ou seja, em projetos com área total superior a 45 hectares, o número máximo de parcelas será 50. Projetos com áreas inferiores a um hectare deverão ser medidas cinco parcelas ou até mesmo pode-se realizar o censo^[14].

Para obter sucesso na restauração florestal, é essencial compreender o crescimento das espécies florestais, que sofrem uma influência significativa da qualidade do sítio e das técnicas silviculturais aplicadas nas fases de implantação e manutenção^[25]. Além disso, é crucial implementar um processo de monitoramento contínuo para avaliar se os indicadores de restauração estão sendo alcançados e determinar a necessidade de intervenções ou ajustes de estratégia quando necessário.

Para maiores detalhes sobre a aplicação da Resolução, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), autarquia especial encarregada do patrimônio ambiental do Estado do Rio de Janeiro, desenvolveu um guia prático que oferece orientações detalhadas sobre a aplicação dos conceitos e procedimentos relacionados ao monitoramento e avaliação de áreas em processo de restauração florestal no estado, que pode ser acessado no seguinte link: https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/05/Manual-Monitoramento-%C3%81reas-Reflorestadas_WEB.pdf.

Imagens: Guardiões do Mar

As imagens seguintes mostram o histórico do desenvolvimento de uma das áreas de restauração florestal da Guardiões do Mar. Os registros foram feitos na mesma coordenada geográfica:

Figura 53 – Registro de março de 2014



Figura 54 – Registro de maio de 2015



Figura 55 – Registro de junho de 2017



Imagens: Guardiões do Mar

Figura 56 – Registro de janeiro de 2019



Figura 57 – Registro de julho de 2023



Figura 58 – Restabelecimento da regeneração natural/ dezembro de 2016



Todos os procedimentos e diretrizes apresentados neste tópico forneceram bases sólidas para o monitoramento de projetos de restauração florestal, contribuindo para a expansão da cobertura florestal e a revitalização dos habitats. No entanto, é fundamental destacar a importância do monitoramento da fauna, uma vez que ela desempenha um papel crucial como bioindicadora da restauração ecológica^[4].

Reconhecendo que a funcionalidade do ecossistema está intrinsecamente ligada à diversidade e ao comportamento dos animais ^[6], recomenda-se a inclusão de avaliações específicas da fauna como parte integral do processo de restauração florestal, garantindo um monitoramento abrangente e abordando de forma holística a restauração ecossistêmica.



Capítulo

Saúde, Segurança e Meio
Ambiente

5

A restauração de manguezais apresenta desafios consideráveis devido às características peculiares desse ecossistema. Como exemplo, o substrato inconsolidado, que pode criar obstáculos à movimentação das equipes operacionais pela área de restauração; as flutuações no nível da maré, seja por excesso de água na área de trabalho ou por momentos de marés muito baixas que impedem a navegação. Ademais, os trabalhadores envolvidos estão expostos a diversos riscos, como acidentes, lesões, doenças ocupacionais e impactos ambientais negativos, que demandam abordagens específicas para garantir a realização segura das operações.

Portanto, é essencial que medidas rigorosas de Saúde, Segurança e Meio Ambiente (SSMA) sejam implementadas para mitigar esses riscos. Essa abordagem desempenha um papel crucial, não apenas para proteger a saúde e segurança das pessoas envolvidas, mas também para garantir o sucesso da restauração e o restabelecimento das funções ecológicas. Um projeto de restauração florestal com uma forte abordagem de SSMA pode colher diversos benefícios: a conformidade com as normas regulamentadoras (NRs) e as melhores práticas de segurança e meio ambiente contribuem para uma reputação positiva da organização executora, aumentam a confiança das partes interessadas e podem facilitar o acesso a financiamento e parcerias.

Outro ponto importante é poder evitar a ocorrência de acidentes laborais, que podem afetar o progresso do projeto, resultando em atrasos e custos adicionais. Assim, a observância das melhores práticas de SSMA ajuda a minimizar esses riscos e a manter o projeto dentro do cronograma e do orçamento planejados.

A Guardiões do Mar segue um sólido programa de SSMA em todos os seus projetos de restauração, reconhecendo a importância crucial dessa abordagem para o sucesso e a segurança das atividades.



Imagem: Ricardo Gomes - Instituto Mar Urbano

No Programa de SSMA, diversas medidas foram adotadas, tanto para proteger a saúde e a segurança dos trabalhadores, quanto para preservar o meio ambiente durante todas as etapas do projeto. Algumas dessas medidas incluem:

- 1. Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO):** Estabelece ações para proteger a saúde dos trabalhadores contra incidentes, acidentes e doenças ocupacionais relacionadas ao trabalho. Ele inclui exames médicos periódicos e medidas de prevenção.
- 2. Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA)/Programa de Gerenciamento de Risco (PGR):** Esses programas identificam agentes de risco ambiental e estabelecem as medidas de controle necessárias para mitigar esse tipo de risco.
- 3. Plano de Resposta às Emergências (PAE):** Define os procedimentos a serem seguidos em emergências locais, garantindo a pronta resposta a incidentes.
- 4. Gestão de SSMA:** Estabelecimento de requisitos mínimos em Saúde, Segurança e Meio Ambiente para garantir a conformidade com as regulamentações e normas.
- 5. Plano de Contingência (COVID-19):** Durante a pandemia, medidas específicas foram adotadas para proteger os colaboradores, incluindo informações sobre a doença, medidas de prevenção e ações em casos suspeitos ou confirmados.
- 6. Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais (LAIA):** Esse diagnóstico ambiental auxilia a tomada de decisões para a mitigação de impactos ambientais.
- 7. Análise Preliminar de Risco (APR):** Avaliação prévia dos riscos existentes nas atividades realizadas, o que permite a adoção de medidas de prevenção adequadas.



Projetos de restauração florestal devem atender à Portaria nº 3.214/1977, que aprova as normas regulamentadoras (NRs) relacionadas à Segurança e Medicina do Trabalho, conforme exigido pelo Capítulo V, Título II da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).

A seguir, são listadas algumas das NRs específicas que são seguidas e aplicadas nas operações dos projetos:

- ◇ **NR 6** – Equipamento de Proteção Individual (EPI): Fornecimento gratuito de EPIs com Certificado de Aprovação (CA) adequados aos riscos da atividade. Além disso, é necessário que haja orientação e treinamento dos trabalhadores sobre o uso adequado, a guarda, a conservação e a substituição imediata em caso de danos ou extravios. A empresa também é responsável pela higienização e manutenção periódica dos EPIs e pelo registro do fornecimento por meio de Fichas de EPI.
- ◇ **NR 7** – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO): Implementação do PCMSO, que visa proteger a saúde dos trabalhadores contra incidentes, acidentes e doenças ocupacionais relacionadas ao trabalho. Também inclui a disponibilização de caixas de primeiros socorros.
- ◇ **NR 9** – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA): Apesar da substituição pelo Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), as diretrizes do PPRA ainda são seguidas, identificando agentes de risco ambiental e estabelecendo medidas de controle necessárias.
- ◇ **NR 12** – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos: Consiste em um conjunto de procedimentos de segurança direcionados para o transporte, instalação, operação e manutenção de máquinas em ambientes de trabalho.
- ◇ **NR 21** – Trabalho a Céu Aberto: Adoção de medidas de proteção contra intempéries, como abrigos para proteção contra insolação, calor, frio, umidade e eventos climáticos adversos.
- ◇ **NR 31** – Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura: Realização de avaliações de risco e adoção de medidas de prevenção e proteção no ambiente de trabalho. Eliminação, controle e redução de riscos, realização de exames médicos (ASOs) e complementares, informando os trabalhadores sobre os resultados. Além disso, disponibilização de equipamentos de primeiros socorros, garantindo o treinamento sobre o uso, vacinação, medidas de proteção pessoal (EPIs) e áreas de vivência adequadas, contendo uma tenda com proteção ultravioleta e um banheiro portátil (Figuras 59 e 60).

Figura 59 – Área de vivência com proteção UV



Figura 60 – Vaso sanitário/ banheiro portátil



No âmbito das operações conduzidas em manguezais, além do cumprimento das leis e normas trabalhistas, foram implementadas medidas adicionais para mitigar riscos durante as atividades, de acordo com as peculiaridades e desafios inerentes ao ecossistema. Por exemplo, a utilização de pallets demonstrou ser uma solução técnica eficaz, cujo objetivo é reduzir riscos de contusões, além de melhorar a eficiência das atividades laborais. A colocação de pallets formando trilhas preestabelecidas proporciona superfícies firmes e elevadas, reduzindo a probabilidade de torções, quedas e atolamento, comuns devido à instabilidade do substrato do manguezal. Essas trilhas de pallets não apenas aprimoram a segurança dos trabalhadores como também facilitam o transporte de ferramentas, equipamentos operacionais da restauração, além das mudas. A superfície uniforme oferecida pelos pallets permite uma locomoção mais rápida, economizando tempo e diminuindo o esforço físico (Figura 61).

Figuras 61–Trilha de pallets sobre substrato de manguezal: solução logística para acesso prático de equipe e equipamentos



Outra vantagem importante é a redução do impacto ambiental. Ao evitar o pisoteio direto sobre o substrato do manguezal, as trilhas de pallets minimizam a perturbação do ambiente, preservando as características do substrato e evitando o pisoteamento de indivíduos regenerantes. É importante destacar que os pallets estão sujeitos a verificações regulares e passam por manutenções periódicas para substituir peças de madeira danificadas ou apodrecidas. Após a conclusão das atividades do projeto, eles devem ser removidos do ambiente e encaminhados para uma destinação ambientalmente adequada.

Além das medidas relatadas, a implementação de simulados periódicos em campo, checklists e Diálogos Diários de Segurança (DDS) desempenham um papel fundamental na gestão de SSMA. Cada uma das práticas listadas a seguir desempenha um papel específico na promoção da segurança e da conscientização dos trabalhadores:

- **Simulados periódicos em campo:** Sua realização é crucial no preparo da equipe para situações de emergência, como incidentes, acidentes ou outras contingências.

Esses exercícios proporcionam às equipes a oportunidade de praticar procedimentos de segurança e resposta a emergências, garantindo que todos saibam como agir em momentos críticos.

Além disso, a revisão constante dos procedimentos durante os simulados ajuda a identificar e corrigir potenciais lacunas no plano de segurança, aumentando a eficácia das medidas de resposta. Na figura abaixo, a realização de um simulado de mal súbito e remoção do campo, com auxílio de uma maca de resgate do tipo Sked (Figura 62).

Figura 62 – Simulação de mal súbito de resgate em campo



- **Checklists:** É uma ferramenta eficaz para garantir que todas as etapas críticas de segurança e meio ambiente sejam seguidas de forma consistente.

Essas listas de verificação incluem itens relacionados, por exemplo, ao uso adequado de equipamentos de proteção individual (EPIs), verificação de condições ambientais, verificação das condições de veículos e ferramentas, entre outros.

Os *checklists* fornecem uma estrutura para a equipe revisar sistematicamente os procedimentos antes e após as atividades, ajudando a prevenir erros e garantir a aderência às normas de segurança. Na figura seguinte, temos a verificação da caixa de primeiros socorros que a equipe leva para o campo.

Figura 63 – Verificação, por checklist, da caixa de primeiros socorros



- **Diálogos diários de segurança (DDS):** Os DDS são reuniões rápidas realizadas diariamente antes do início das atividades. Essas reuniões têm como objetivo principal promover a conscientização dos trabalhadores sobre questões de segurança, meio ambiente e riscos associados ao trabalho.

Durante os DDS, os colaboradores têm a oportunidade de compartilhar informações sobre condições de trabalho, identificar possíveis riscos e discutir medidas preventivas.

Essas conversas diárias reforçam a cultura de segurança e mantêm todos os envolvidos atentos às práticas seguras (Figura 64).

Figura 64 – Realização de DDS pela equipe técnica da Guardiões do Mar à equipe operacional



De igual maneira, é essencial abordar a questão dos cuidados com a equipe de campo em relação aos insetos, especialmente os maruins. Nos manguezais, é comum encontrar o maruim, um pequeno inseto, geralmente menor que 3 milímetros, pertencente à família Ceratopogonidae, também conhecido como "mosquito-do-mangue". (Figura 65). São notórios por sua propensão a causar desconforto, uma vez que as fêmeas se alimentam de sangue de animais, inclusive seres humanos, para adquirir os nutrientes essenciais necessários para a maturação de seus ovos, resultando em picadas altamente irritantes que podem causar coceira e inchaço.

Figura 65 – Presença de maruim (pequenas pontuações) na mão do técnico de campo



Do ponto de vista de SSMA, a equipe de campo pode enfrentar desafios devido à atividade desses insetos. Frequentemente, é necessário suspender temporariamente as atividades de campo quando a presença dos maruins está intensa, a fim de evitar desconforto e possíveis reações alérgicas à equipe operacional. É importante mencionar que a paralização das ações de restauração é uma medida necessária para garantir a saúde e o bem-estar da equipe. Nota-se que o uso de repelentes em campo, mesmo os altamente eficazes, muitas vezes é insuficiente para reduzir o incômodo causado por esses insetos.

Graças ao conhecimento dos povos da Baía de Guanabara, apreendemos que a atividade do maruim tende a aumentar consideravelmente próximo às fases da lua cheia e nova.

Em termos práticos, a suspensão das atividades de restauração devido à atividade do maruim pode ter um impacto na eficiência dos projetos e no cumprimento de prazos, uma vez que a interrupção pode durar de 3 a 5 dias, ou até que a presença desses insetos diminua a níveis toleráveis. Portanto, a gestão e o planejamento das atividades de restauração em manguezais devem levar em consideração essa particularidade como parte integrante do processo, garantindo a saúde e a segurança da equipe de campo.

Diante do exposto, a implementação das práticas de SSMA evidencia o compromisso do projeto com a segurança de sua equipe operacional. Essa abordagem contribui para a identificação, avaliação e mitigação de riscos, resultando em um ambiente de trabalho mais seguro e sustentável. É altamente recomendável que todas as iniciativas adotem um programa e considerem a contratação de profissionais especializados em SSMA (como engenheiros e técnicos de segurança), garantindo assim a conformidade com a legislação trabalhista e ambiental vigente. A incorporação dessas medidas não apenas assegura o cumprimento das obrigações legais e regulatórias, mas também fortalece a reputação do projeto como referência na integração de práticas em saúde, segurança e meio ambiente.



Considerações Finais

A restauração de floresta de manguezais desempenha um papel crucial na proteção da diversidade, na mitigação das mudanças climáticas e na conservação da biodiversidade costeira. Este manual forneceu informações e orientações para a realização bem-sucedida de projetos de restauração em áreas de manguezais impactados, abrangendo desde o diagnóstico da área até o monitoramento. É essencial compreender que a restauração desses ambientes vai além do simples plantio de mudas; trata-se de um compromisso com o restabelecimento de um dos ecossistemas mais produtivos do planeta.

Neste manual, tentamos oferecer informações e diretrizes práticas para que profissionais e organizações envolvidos com manguezais possam restaurá-los. A abordagem, pautada em uma sólida experiência institucional, foi baseada em aspectos técnico-científicos e enfatizou a importância de práticas sustentáveis e socialmente responsáveis, levando em consideração a saúde, segurança e meio ambiente. Ao seguir as orientações aqui fornecidas, cumprimos nossa missão de promover a restauração de áreas, tornando-as funcionais e resilientes. Esse é o cumprimento do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, conforme estabelecido no Artigo 225 da Constituição Federal.



GUARDIOES DO MAR
preservando a vida!

A Guardiões do Mar, ao disponibilizar esta ferramenta, reafirma seu compromisso com a proteção dos recursos naturais que sustentam a vida em nosso planeta. Unidos, podemos fazer a diferença e deixar um legado de conservação para as gerações futuras, incluindo as comunidades tradicionais, que desempenham um papel fundamental na manutenção desses ambientes.

Referências

Capítulo 1

1. ALVES, J. R. P. **Manguezais**: educar para proteger. Rio de Janeiro: FEMAR: SEMADS, 96 p.: il, 2001.
2. CAMERON, A. Restoration of Ecosystems and Ecosystem Services. In: SCHRECKENBERG, K.; MACE, G.; POUDYAL, M. (Eds.). **Ecosystem Services and Poverty Alleviation**. Tradeoffs and Governance. London: Routledge, p. 142-156. 2018.
3. CHAZDON, R. L. et. al. When is a forest a forest? Forest concepts and definitions in the era of forest and landscape restoration. **Ambio**, v. 45, p. 538-550, 2016.
4. CHAZDON, R. L.; GUARIGUATA, M.R. Natural regeneration as a tool for large-scale forest restoration in the tropics: prospects and challenges. **Biotropica**, v. 48, n. 6, p. 716-730, 2016.
5. MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas**. 5ª edição, 230 p. Aprenda Fácil, 2021.
6. MARTINS, S. V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 2ª edição, Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2015. 376 p.
7. SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Grupo de ecossistemas**: manguezal, marisma e apicum. São Paulo, Programa Nacional da Diversidade Biológica Brasileira – Probio. Subprojeto Avaliação e Ações Prioritárias para a conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha, 1999.
8. SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal**: ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995, 64p.
9. SILVA, A. P. Marisma, Manguezal (Mangue e Apicum): Ecossistemas de Transição Terra - Mar do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 2, 2020.
10. SOARES, M. L. G. Zonação e as Marés. In: SHAEFFER-NOVELLI, Y. (ed.). **Manguezal**: ecossistema entre a terra e o mar. 1. ed. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995. p. 23-27.

Capítulo 2

1. ADAMS, C. et al. Governança da restauração florestal da paisagem no Brasil: desafios e oportunidades. **Desenvolv. Meio Ambiente**, v. 58, p. 450-473, jul./dez. 2021.
2. ANDREOLI, V. M.; ANACLETO, A. Compartilhando saberes: os conhecimentos tradicionais e a educação ambiental. In: **Encontro Paranaense de Educação Ambiental- EPEA**, IX Guarapuava, s/p. 2006.
3. AMADOR, E. **Baía de Guanabara**: Ocupação Histórica e Avaliação Ambiental. Rio de Janeiro: Interciência, 2013.
4. ARTS, B.; VISSEREN-HAMAKERS, I. Forest governance: a state of the art review. In: ARTS, B. et al. (Eds.). **Forest-People Interfaces**. Wageningen: Wageningen Academic Publ., 2012. p. 241-257.
5. BOTELHO, A. L. M., VALLEJO, L. R. Uso de Áreas de Proteção Ambiental: o caso do manguezal da APA de Guapimirim. **GEOgrafia**, v. 8, n. 16, 2006.
6. BRANCALION, P. H. S., et al. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de textos, 2015.
7. BRANCALION, P. H. S. et al. Governance innovations from a multi-stakeholder coalition to implement large-scale Forest Restoration in Brazil. **World Development Perspectives**, v. 3, p. 15-17, 2016.
8. BRASIL. Decreto nº 6.040, de 7 De Fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais, 2007.

9. BRIGHENTI, A. M., OLIVEIRA, M.F. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 1- 36.
10. CLEWELL, A., RIEGER, J., MUNRO, J. Diretrizes para Desenvolver e Gerenciar Projetos de Restauração Ecológica. **Sociedade Internacional para a Restauração Ecológica**, 2ª Ed., 2005.
11. DAVOUDI, S.; EVANS, N.; GOVERNA, F.; SANTANGELO, M. Territorial governance in the making approaches, methodologies, practices. **Boletín de la A.G.E**, v. 46, p. 351-355, 2008.
12. DEAN, W. A **Ferro e Fogo**: A história da devastação da Mata Atlântica brasileira. São Paulo: Companhia das letras, 1996.
13. GRZEBIELUKA, D. Por uma tipologia das comunidades tradicionais brasileiras. **Revista Geografar**. Curitiba, v. 7, n. 1, p. 116-137, 2012.
14. MANSOURIAN, S. Governance and forest landscape restoration: A framework to support decision-making. **Journal for Nature Conservation**, v. 37, p. 21-30, 2017.
15. NUNES, S., et al. **Oportunidades para restauração florestal no Estado do Pará**. Belém, PA: Imazon; Curitiba: Conserve Brasil; Guaxupé: Terra Nativa Gestão & Negócios, 2017.
16. QUINAMO, T. S. **Pesca artesanal e meio ambiente em áreas de manguezais no Complexo Estuarino de Itamaracá, Pernambuco**: O caso de Itapissuma. 2006. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.
17. PIRES, I. O. **Monitoramento de manguezais da APA de Guapi-Mirim, RJ, através de correlação de dados da fitomassa e de radiância do TM/ LANDSAT**. 1992. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.
18. RIBEIRO, J. B. M. **Micrometeorologia do manguezal e o impacto do desmatamento em Bragança Paulista**. 2001. Tese (Doutorado em Geografia Física) – USP, São Carlos, 2001.
19. RODRIGUES, G. A. et al. Atuação de uma comunidade tradicional na restauração florestal de manguezais degradados na Baía de Guanabara – RJ. **Revista Brasileira de Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 6-22, 2023.
20. RUIZ-JAEN, M. C.; AIDE, T. M. Restoration success: How is it being measured? **Restoration Ecology**, v. 13, p. 569-577, 2005.
21. SCHUMACHER, L., RODRIGUES, C. Turismo de Base Comunitária na Área De Proteção Ambiental Guapi-Mirim: Uma Proposta De Guia De Campo Para A Interpretação Ambiental. **Caderno Virtual de Turismo**, v. 20, n. 3, 2020.
22. SPAREMBERGER, R. F. L.; COLAÇO, T. L. Direito e identidade das comunidades tradicionais – do direito do autor ao direito à cultura. **Liinc em Revista**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 681-700, 2011.

Capítulo 3

1. AMORIM, K. S. P. Cultivo ex situ de Propágulos de *Rhizophora mangle* L. em diferentes concentrações salinas. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2015.
2. CINTRÓN, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Características y desarrollo estructural de los manglares de norte y sur América. **Ciencia Interamericana**, v. 25, p. 4-15, 1985.
3. COELHO JUNIOR, C. **Manguezal, Desenvolvimento estrutural da cobertura vegetal ao longo de gradientes de inundação, município de Cananéia, São Paulo, Brasil**. São Paulo, 1998. Dissertação (Mestrado) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

4. GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.
5. KATHIRESAN, K.; Bingham, B.L. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. **Advances in Marine Biology**, v. 40, p. 81-251. 2001.
6. SCHOLANDER, P. F. How mangroves desalinate seawater. **Physiologia Plantarum**, v. 21, p. 251–261, 1968.
7. TOMLINSON, P. B. **The botany of mangroves**. 1. ed. Cambridge: Cambridge Press, 1986. p. 419.

Capítulo 4

1. BOUHID A. R.G. et al. Identificação de regiões pluviometricamente homogêneas no Estado do Rio de Janeiro, utilizando-se valores mensais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 23, n. 4, p. 501-509, 2008.
2. BRANCALION, P. H. S., et al. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de textos, 2015.
3. BRASIL. Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; [...]. Código Florestal Brasileiro. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 04 out. 2023.
4. CROSS, S. L. et al. Restoration goals: Why are fauna still overlooked in the process of recovering functioning ecosystems and what can be done about it?. **Ecological Management & Restoration**, v. 21, n. 1, p. 4-8, 2020.
5. FACHINELLO, J. C., NACHTIGAL, J. C., KERSTEN, E. **Fruticultura: fundamentos e práticas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008.
6. GAGIC, V. et al. Functional identity and diversity of animals predict ecosystem functioning better than species-based indices. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 282, n. 1801, 2015.
7. GOLLEY, F. B. et al. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1978.
8. GOMES, J. M. et al. Aporte de serapilheira e de nutrientes em fragmentos florestais da Mata Atlântica, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 3, p. 383-391, 2010.
9. HOBBS, R. J.; HARRIS, J. A. Restoration ecology: repairing the earth's ecosystems in the new millennium. **Restoration Ecology**, 2001.
10. KATHIRESAN, K.; BINGHAM, B. L. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. **Advances in Marine Biology**, v. 40, p. 81-251. 2001.
11. KLEINPAUL, I. S. et al. Suficiência amostral para coletas de serapilheira acumulada sobre o solo em *Pinus elliottii* Engelm, *Eucalyptus* sp. e Floresta Estacional Decidual. Sociedade de Investigações Florestais (SIF). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n.6, p. 965-972, 2005.
12. LUGO, A. E. SNEDAKER, S. C. The ecology of mangroves. **Annu. Rev. Ecol. Syst.**, v. 5, p. 39-64. 1974.
13. MORAES, R. M. Ciclagem de nutrientes na floresta do PEFI: produção e decomposição da serapilheira. In: BICUDO, D.; FORTI, M.; BICUDO, C. (eds.). **Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, p. 133-142. 2002.
14. MOURA, C. J. R. et al. **Manual de procedimentos para o monitoramento e avaliação de áreas em restauração florestal no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Instituto Estadual do Ambiente (RJ) – INEA, 2019.
15. NASCIMENTO, E. R. et al. Distribuição de espécies arbóreas no gradiente de inundação no manguezal. **Prática da pesquisa em ecologia da Mata Atlântica**, 2008.
16. PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; LOPES, L. R.; MARQUES, S. Sistema de plantio adensado para revegetação de áreas degradadas da Mata Atlântica: bases ecológicas e comparações de estudo / benefício com o sistema tradicional. **Floresta e Ambiente, Seropédica**, Ano 4, p. 30-41, 1997.
17. RODRIGUES, G. A. et al. Monitoramento e avaliação de um projeto de restauração florestal no ecossistema manguezal, por meio da resolução INEA nº 143/2017. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 2956-2972, 2022.

18. RODRIGUES, M. G. **Análise do status de conservação das unidades de paisagens no complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia** – Garaqueçaba. 1998. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
19. RUIZ-JAEN, M. C.; AIDE, T. M. Restoration success: how is it being measured? **Restoration Ecology**; v. 13, n. 3, p. 569- 577, 2005.
20. SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CITRRÓN, G. Guia para estudo de áreas de manguezal: Estrutura, função e flora. São Paulo, **Caribbean Ecological Research**, 1986.
21. SCHUMACHER, M. V. et al., Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, p. 791-798, 2003.
22. SNEDAKER, S. C. Mangrove species zonation: why? In: SEN, D. N. RAJPUROHIT, K. S. (eds.). **Contributions to the ecology of halophytes: Tasks for vegetation science**, v. 2. Netherlands: Springer. 1982. p. 111-125.
23. SOARES, M. L. G. Zonação e as Marés. In: SHAEFFER-NOVELLI, Y. (ed.) **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar**. 1. ed. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995. p. 23-27.
24. VIDAL, M. M. Produção de serapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): importância da borda e tamanho dos fragmentos. **Revista Brasil. Bot.**, V. 30, n. 3, p. 521-532, jul.-set. 2007.
25. ILLA, E. B. **Aspectos silviculturais e ecológicos em área de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio**. Tese (doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, 2012.



Projeto
UÇÁ

Realização



Patrocínio

