

CONCEITOS, PRINCÍPIOS E PRÁTICAS PARA RESTAURAÇÃO DE MANGUEZAIS A PARTIR DE ECOSISTEMAS RECUPERADOS

Data de aceite: 01/12/2023

Flávia Rebelo Mochel

Universidade Federal do Maranhão-UFMA, Depto. Oceanografia e Limnologia-DEOLI, Av. dos Portugueses, 1966, Maranhão, Brasil.
Laboratório de Manguezais e Centro de Recuperação de Manguezais - LAMA/CERMANGUE
ORCID 0000-0001-5911-3171

Denilson da Silva Bezerra

Universidade Federal do Maranhão-UFMA, Depto. Oceanografia e Limnologia-DEOLI, Av. dos Portugueses, 1966, Maranhão, Brasil
Laboratório de Manguezais e Centro de Recuperação de Manguezais - LAMA/CERMANGUE
ORCID 0000-0002-9567-7828

Ilisandra Zanandrea

Universidade Federal do Maranhão-UFMA, Depto. De Biologia- DEBIO, Av. dos Portugueses, 1966, Maranhão, Brasil.
ORCID 0000-0002-9443-9078

Josélia Castro da Silva Martins

Universidade Federal do Maranhão-UFMA
Laboratório de Manguezais e Centro de Recuperação de Manguezais - LAMA/CERMANGUE
Depto. Oceanografia e Limnologia-

DEOLI, Av. dos Portugueses, 1966,
Maranhão, Brasil
ORCID 0000-0001-5247-4708

RESUMO: A ONU declarou a Década da Restauração Ecológica dos Ecossistemas para o período de 2020-2030 (ONU, 2019). Utiliza-se os conceitos que estabelecem o termo restauração para o processo que busca ajudar o restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído e o termo recuperação para se referir ao resultado após o sucesso da restauração. No contexto de degradação e perda das áreas de manguezais no Brasil (e no mundo), a recuperação desse ecossistema vem se configurando como uma das principais práticas que podem trazer resultados eficientes para o desenvolvimento sustentável da zona costeira. Para alcançar sucesso, a restauração ecológica deve ser efetiva, eficiente e participativa (KEENLEYSIDE et al. 2012), ou seja, conserva as características do ecossistema, maximiza benefícios, reduz perdas, custos, e promove a cooperação e entre diferentes segmentos sociais, públicos, privados e comunitários. Dessa maneira, percebe-se a

necessidade de desenvolver metodologias e estratégias para a recuperação dos importantes ecossistemas de manguezais além da divulgação das informações científicas e integração do conhecimento gerado para a realidade da educação. A partir do sucesso na recuperação de manguezais abrangendo locais como na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, três diferentes áreas no Golfão Maranhense, inclusive uma metodologia de restauração comunitária de manguezais, apresenta-se um conjunto de abordagens práticas, princípios e conceitos, que, ao mesmo tempo, seguem as diretrizes internacionais mais atuais para a restauração ecológica de ecossistemas.

PALAVRAS-CHAVE: Recuperação de Ecossistemas; Manguezais; Metodologia

PRINCIPLES, CONCEPTS AND PRACTICES FOR MANGROVE RESTORATION FROM RECOVERED ECOSYSTEMS

ABSTRACT: The UN has declared the Decade on Ecological Restoration of Ecosystems for the period 2020-2030 (UN, 2019). The concepts that establish the term restoration are used for the process that seeks to help the reestablishment of an ecosystem that has been degraded, damaged or destroyed and the term recovery to refer to the result after the success of the restoration. In the context of degradation and loss of mangrove areas in Brazil (and in the world), the recovery of this ecosystem has been configured as one of the main practices that can bring efficient results for the sustainable development of the coastal zone. To achieve success, ecological restoration must be effective, efficient and participatory (KEENLEYSIDE et al. 2012), that is, it conserves the characteristics of the ecosystem, maximizes benefits, reduces losses, costs, and promotes cooperation between different social, public, private and community segments. Thus, there is a need to develop methodologies and strategies for the recovery of important mangrove ecosystems, in addition to the dissemination of scientific information and integration of the knowledge generated for the reality of education. Based on the success in the recovery of mangroves covering places such as Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, three different areas in the Maranhão Gulf, including a methodology for community restoration of mangroves, a set of practical approaches, principles and concepts is presented, which, at the same time, follow the most current international guidelines for the ecological restoration of ecosystems.

KEYWORDS Ecosystem Restoration; Mangrove; Guidelines; Ecological Restoration

1 | INTRODUÇÃO

A ONU declarou a Década da Restauração Ecológica dos Ecossistemas para o período de 2020-2030 (ONU, 2019), assim como a Década da Ciência e a Década dos Oceanos, de modo a apoiar os esforços para impedir, prevenir ou reverter os danos provocados pela degradação dos ecossistemas em todo o mundo, bem como aumentar a conscientização da importância da restauração dos ecossistemas (ONU, 2020). Para alcançar a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2020) ações imediatas e abordagens multidisciplinares devem ser implementadas para enfrentar as graves mudanças e perdas nos serviços ecossistêmicos marinhos (UN, 2017), com reflexos diretos nas atividades

socioeconômicas culturais e na saúde pública (PNUMA, 2004; FLEMING & LAWS, 2006)

A crescente degradação do meio ambiente, a redução da qualidade de vida e a dependência das economias locais da exploração de ecossistemas naturais tem esbarrado na deficiência de mecanismos de gerenciamento sustentável dos recursos naturais (MOBERG et al., 2003). Principalmente em áreas costeiras, onde a complexidade da interface entre os fatores continentais e marinhos se interpõe, torna-se evidente a necessidade da multidisciplinaridade como desafio para o conhecimento, o manejo e a gestão.

Em 2021, a ONU, em conjunto com outros parceiros internacionais, como a Society for Ecological Restoration (SER), entre outros, estabeleceu 10 princípios para a Restauração Ecológica de Ecossistemas (FAO et al, 2021) (1): que ela contribua para os alcançar os ODS e da Convenção do Rio; (2) que promova a governança inclusiva, participativa e a equidade durante o processo e seus resultados; (3) que seja contínua; (4); que alcance alto nível de integridade ecossistêmica e da biodiversidade; (5) que identifique as causas da degradação; (6) que promova todos os tipos de conhecimentos, seus intercâmbios e integração; (7) que seja adequada ao contexto local ecológico, socioeconômico e cultural; (9) que inclua monitoramento, avaliação e manejo adaptativo; (10) e seja reforçada por políticas e medidas que promovam seu progresso e sua continuidade.

Manguezais são ecossistemas florestais que no Brasil cobrem uma área aproximada de 13.000 km², sendo sua área contínua mais extensa localizada na Amazônia Costeira formada pelos estados do Maranhão, Pará e Amapá, representando 30% do total do país. Sob o regime de macro marés, a costa do Maranhão possui cerca de 50% do total da área do litoral amazônico e apresenta a maior biodiversidade de espécies do país (MOCHEL, 2002; KJERFVE et alli, 2002; MOCHEL et al., 2007). Estudos sobre as perdas de manguezais para a conversão em áreas urbanas, portuárias e industriais em São Luís, revelam que os manguezais sofreram uma redução em cerca de 11.000 ha de 1972 á 2004 (MOCHEL, 1997; Mochel & Alcântara,2004). No contexto de degradação e perda das áreas de manguezais no Brasil (e no mundo), a recuperação desse ecossistema vem se configurando como uma das principais práticas que podem trazer resultados eficientes para o desenvolvimento sustentável da zona costeira.

A partir do sucesso na recuperação de manguezais abrangendo locais como na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, três diferentes áreas no Golfão Maranhense, inclusive uma metodologia de restauração comunitária de manguezais, apresenta-se um conjunto de abordagens práticas, princípios e conceitos, que, ao mesmo tempo, seguem as diretrizes internacionais mais atuais para a restauração ecológica de ecossistemas .

2 | ASPECTOS CONCEITUAIS: RESTAURAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE MANGUEZAIS

Utiliza-se os conceitos redefinidos por Gann et al (2019) e por SER International Science & Policy Working Group, (2020; 2004), que estabelecem o termo restauração para o processo que busca ajudar o restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído e o termo recuperação para se referir ao resultado após o sucesso da restauração.

No Brasil, alguns autores descreveram o termo recuperação abrangendo duas categorias: a restauração e a reabilitação (CAIRNS, 1988; VIANA, 1990). Por restauração entende-se uma série de tratamentos que buscam recuperar a forma original do ecossistema, isto é, sua estrutura original, dinâmica e interações biológicas, anteriores a intervenção. O termo reabilitação é empregado a uma série de tratamentos que buscam a recuperação de uma ou mais funções do ecossistema. Essas funções podem ser ambientais, sociais e/ou econômicas.

Para alcançar sucesso, a restauração ecológica deve ser efetiva, eficiente e participativa (KEENLEYSIDE et al. 2012), ou seja, conserva as características do ecossistema, maximiza benefícios, reduz perdas, custos, e promove a cooperação e entre diferentes segmentos sociais, públicos, privados e comunitários. Dessa maneira, percebe-se a necessidade de desenvolver metodologias e estratégias para a recuperação desses importantes ecossistemas, além da divulgação das informações científicas e integração do conhecimento gerado para a realidade da educação.

A Restauração comunitária envolve, obrigatoriamente, a participação da comunidade que vive na área próxima ao manguezal degradado, A comunidade pode ser urbana, rural, tradicional, de pescadores, indígena, de qualquer grupo. O importante é o princípio participativo que permeia todo o processo de restauração, desde a seleção das áreas a serem restauradas, a produção de mudas e seu monitoramento até a plena recuperação do manguezal (MOCHEL, CERMANGUE, 2011).

3 | IMPORTÂNCIA GLOBAL DOS MANGUEZAIS PARA A ZONA COSTEIRA

Apresença dos manguezais promove uma variedade de bens e serviços ecossistêmicos tanto para as populações urbanas, comunidades, como para os empreendimentos situados em seu entorno (MILLENIUM, 2005). Esses serviços ecossistêmicos estão alinhados com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pelas Nações Unidas em 2015 no documento conhecido como Agenda 2030

Entre os serviços ecossistêmicos relevantes fornecidos pelos manguezais podemos destacar:

- **REGULAÇÃO:** atenuação das energias potencialmente destrutivas dos ventos e das marés mais intensas. Os efeitos intensos desses fatores, sob determina-

das condições climáticas, se manifestam na erosão dos sedimentos, queda de árvores, danos à estruturas, etc. A presença de manguezais bem desenvolvidos desacelera a velocidade com que esses eventos atingem a costa promovendo certa proteção das estruturas que se desenvolvem entre o continente e a zona costeira.

- os manguezais contribuem para o equilíbrio da dinâmica deposicional por serem ecossistemas que se desenvolvem em ambientes sedimentares e, a partir de seu estabelecimento, influenciam a deposição dos sedimentos. A formação dos manguezais contribui com a retenção mais eficiente das partículas finas (siltes e argilas) no entremeado de seus sistemas radiculares (raízes) e seu desmatamento aumenta a intensidade do assoreamento, e, portanto, a necessidade de dragagem nas áreas portuárias.
 - os manguezais auxiliam no controle de enchentes, a retenção das partículas finas (siltes e argilas) promove a formação de um substrato mole, lamoso, que absorve o excesso de águas das marés, dos rios e das chuvas. A impermeabilização do sedimento do manguezal, pelo desmatamento e/ou a conversão de áreas em aterros, provoca o ressecamento e endurecimento do substrato, diminuindo a eficiência da absorção das águas e permitindo que seu excesso escoe superficialmente para os ambientes naturais e construídos;
 - os manguezais aportam benefícios climáticos, tanto na amenização do microclima local, nas altas e baixas temperaturas do ar, promoção do sombreamento natural, entre outros, como em questões ligadas às mudanças globais, participando do seqüestro de carbono na zona costeira. A degradação dos manguezais além de liberar carbono para atmosfera pode causar um maior desconforto para as comunidades biológicas e humanas que habitam suas áreas;
 - **PROVISÃO** para as comunidades humanas, os manguezais conferem uma ampla variedade de benefícios socio-econômico locais e regionais, destacando-se a pesca e o extrativismo, em especial de peixes, ostras, camarões, mariscos, mel, corantes, e substâncias com propriedades medicinais;
 - **SUPORTE** são muito relevantes os benefícios ecológicos aportados pelas áreas de manguezal, destacando-se a manutenção da alta produtividade da zona costeira, a contribuição para a biodiversidade, seu funcionamento como criadouro natural, abrigo, refúgio e área de reprodução para uma grande quantidade de espécies.
 - **CULTURAL** usos recreativos, turísticos, criativos como receitas culinárias, tradições, lendas finalidades religiosas e espirituais
- #### 4- Danos e Processos Decorrentes da Degradação de Manguezais

3.1 Fragmentação de Habitats

A fragmentação de habitats ocorre quando há divisão ou diminuição de um ecossistema em duas ou mais áreas. Por exemplo, quando uma floresta é cortada por uma

estrada e se divide em duas porções menores (PÉRICO, et. al., 2005). Alguns dos efeitos resultantes da fragmentação do ecossistema florestal do manguezal da área submetida são:

(i)- Descontinuidade do dossel (ruptura da cobertura formada pela copa das árvores); (ii) Redução da área total do habitat;(iii) Quebra de uma população única, grande, em subpopulações menores; (iv)Aumento da vulnerabilidade durante a dispersão entre os dois fragmentos (exposição a predadores, a condições adversas do meio, a falta de alimentos ou nutrientes, etc); (v) Alterações nas populações (ou por obstáculos físicos, ou por seleção das espécies que se beneficiam das condições vigentes na borda do fragmento (ver efeito de borda), dificultando a migração das espécies entre fragmentos

3.2 Efeitos de Borda:

Efeito de borda é um termo geralmente usado como sendo o limite entre habitats naturais e ambientes impactados ou antropizados. Os efeitos de borda são particularmente pronunciados em pequenos fragmentos de habitats. Efeito de borda, portanto, causa a alteração nos diversos parâmetros como umidade, temperatura, insolação, ventos, entre outros parâmetros, verificado na fronteira entre uma área degradada e o terreno limítrofe entre ela e o ecossistema natural (BETTONI et. al., 2007; NASCIMENTO et al., 2006; CARVALHO, 1998)

Efeitos de borda comumente observados em áreas de manguezais degradado são: Figura 1:

(i) introdução de sedimentos provenientes de terraplenagem com alterações na composição, textura e microtopografia junto a borda; (ii) queda de árvores íntegras causada pelo impacto das árvores derrubadas na área de supressão (“efeito dominó”); (iii) queda de árvores íntegras causada pela exposição aos ventos, na área exposta pela corte de árvores na área de supressão; (iv) obstáculos à dispersão dos propágulos pelas marés e ao estabelecimento de plântulas, formados pelos troncos e galhos caídos e deixados no local da degradação; (v) alterações nos padrões de incidência da luz: aumento da luminosidade na borda, favorecendo as espécies oportunistas; (vi) alteração nos padrões de umidade; (vii) aumento da densidade de plantas (propágulos e plântulas do manguezal, macrófitas) que se beneficiam das condições vigentes na borda (“espécies oportunistas”); (viii) alteração e seleção das populações de espécies vegetais do manguezal que se beneficiam das condições vigentes na borda, como alta incidência luminosa, sedimentos mistos de areia e lama e áreas menos úmidas, entre outras; (ix) algumas outras alterações locais: como o padrão de circulação, a frequência de inundação das marés e o padrão de salinidade nos sedimentos.

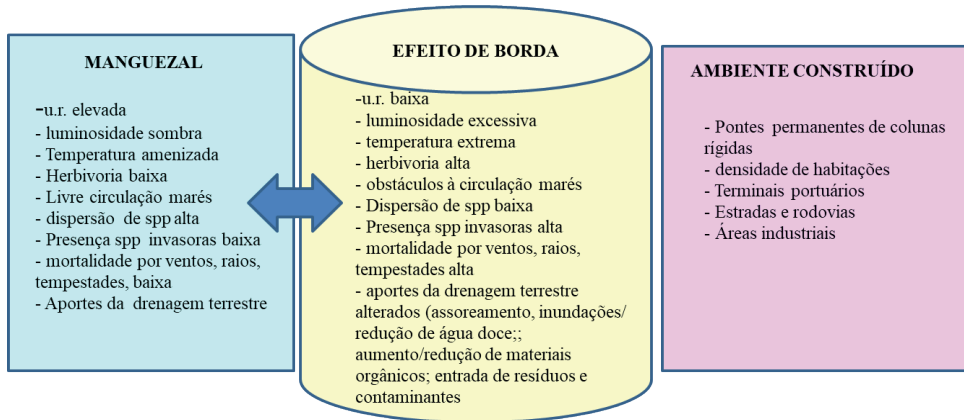


Figura 1: Efeito de Borda e a relação entre o ecossistema manguezal e uma área de ambiente construído. Fonte: os autores.

4 | PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA RESTAURAÇÃO DE MANGUEZAIS

Pode-se delinear quatro esferas básicas requeridas para que a restauração seja efetiva e eficaz, em geral:

- o conhecimento científico;- o manejo interdisciplinar; - a abordagem participativa;- a contribuição institucional.

Dentro dessas esferas estabelecemos um conjunto de alguns princípios, métodos e técnicas. Estes vem se mostrando bem sucedidos por serem flexíveis, permitindo ajustes a partir do conhecimento do ecossistema e da biologia e ecologia das plantas de mangue e, em segundo, porque

- **o conhecimento científico;**

Alguns princípios básicos norteiam as ações de recuperação e devem ser adequados para cada tipo de bosque, área geográfica e comunidade de espécies. As bases para a recuperação e seus métodos podem ser encontradas em diversos documentos (FAO, 1982, 1994; ROLLET,1981).

- conhecimento da estrutura e função de cada espécie individualmente
- conhecimento da ecologia da comunidade (sinecologia), ou seja, como as espécies interagem entre si, com outras e com o seu ambiente, com especial atenção aos padrões reprodutivos, distribuição de propágulos e estabelecimento de plântulas;
- conhecimento dos padrões hidrológicos vigentes que controlam a distribuição, o estabelecimento e o crescimento das espécies de manguezal;
- avaliação prévia das modificações que impedem a sucessão secundária natural;

- seleção de um local apropriado que seja tanto tecnicamente passível de restaurar um manguezal saudável, quanto leve em consideração seu manejo e a conservação em longo prazo;

- **o manejo interdisciplinar**

- Delineamento de um programa de recuperação que, além de incorporar os itens anteriores, restaure ou mantenha os fluxos hidrológicos e aproveite o recrutamento natural de propágulos para o estabelecimento das plântulas;
- Utilização de plantio, coleta de propágulos ou cultivo de mudas em viveiros, somente após a consideração dos itens anteriores, quando a recuperação natural não se fizer efetiva no estabelecimento natural de plântulas, no crescimento de propágulos já estabelecidos, ou nos aspectos quantitativos (densidade, etc.), como se apresenta no modelo conceitual da Figura2.

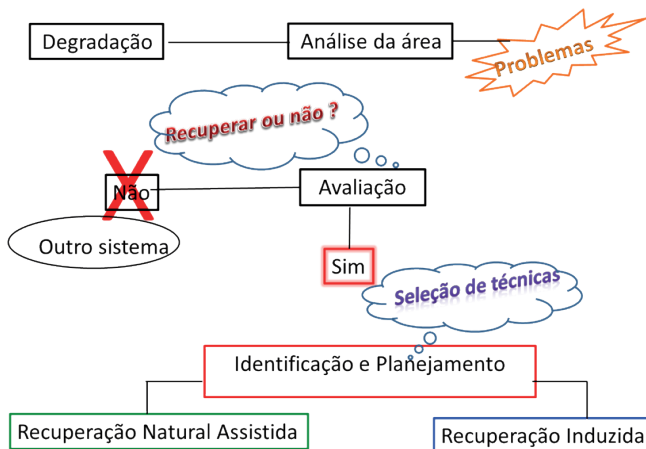


Figura 2. Modelo conceitual para restauração natural e restauração induzida, de acordo com Mochel e Fonseca, 2019. Fonte: Mochel e Fonseca , 2019

- **a abordagem participativa**

O envolvimento das comunidades, gestores públicos e privados no processo de restauração de áreas de manguezal é fundamental para a manutenção de áreas restauradas

- **a contribuição institucional:**

Universidades, institutos de pesquisa, setores governamentais de meio ambiente, de infraestrutura, trazem importantes aportes de conhecimentos, formação de parcerias para realização de análises em laboratório, além de históricos da região em situação anterior à degradação

Os princípios que norteiam os trabalhos, estudos e atividades de restauração na área do manguezal baseiam-se na premissa de que as ações mais adequadas devem atender as questões ambientais, sociais, legais, técnicas e operacionais. Portanto, devem permitir que um Plano de Restauração de Manguezais Degradados, PRAD, busque:

1. Restaurar o ecossistema nativo com segurança geoambiental (com estudos hidrodinâmicos)
2. Garantir estabilidade das estruturas e segurança das pessoas envolvidas
3. Minimizar riscos de execução/ garantir monitoramento futuro
5. Ser aprovada junto aos órgãos ambientais e de controle social

5 I FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS E PRÁTICAS DE RESTAURAÇÃO DE MANGUEZAIS

5.1 Critérios de seleção, preparação da área e setorização da área

Em áreas de manguezal, são considerados os seguintes fatores relacionados à seleção de áreas e preparação de terrenos:

(i) estabilidade do local; (ii) caracterização dos sedimentos; (iii) salinidade do substrato; (iv) inundação pelas marés; (v) disponibilidade de água doce (chuvas e drenagem superficial); (vi) insolação (incidência de luz); (vii) exposição ao vento; (viii) presença de predadores naturais (herbívoros); (ix) disponibilidade (fontes) de propágulos e plantas; (x) locais onde já esteja ocorrendo o estabelecimento natural de propágulos e plantas (recuperação natural); (x) umidade relativa do ar.

Também é necessária a Setorização da área, que deve conter os seguintes itens:

(ii) coordenadas GPS; tamanho da área (ha); declividade média; vegetação predominante; fase sucessional.

As técnicas de preparação da área incluem desde a remoção de materiais que possam oferecer obstáculos físicos à recuperação, como material lenhoso e resíduos sólidos dispersos na área, até a necessidade de se corrigir parâmetros físico-químicos do substrato. Entre os parâmetros que podem necessitar correção estão a mistura do sedimento (proporção areia, silte e argila), a salinidade, o teor de nutrientes (matéria orgânica e minerais), o pH, entre outros.

5.2 Etapa de Implantação

Em áreas de manguezal, são considerados os seguintes fatores relacionados a (i) estabilidade do local, (ii) caracterização dos sedimentos, (iii) salinidade do substrato, (iv) inundação pelas marés, (v) disponibilidade de água doce (chuvas e drenagem superficial), (vi) insolação (incidência de luz), (vii) exposição ao vento, (viii) presença de predadores

naturais (insetos e crustáceos – herbívoros “pragas”), (ix) disponibilidade (fontes) de propágulos e plantas, (x) locais onde já esteja ocorrendo o estabelecimento natural de propágulos e plantas (recuperação natural), (xi) umidade.

As técnicas de preparação da área incluem primeiramente a remoção de materiais que possam oferecer obstáculos físicos a recuperação, como material lenhoso e resíduos sólidos dispersos na área, até a necessidade de se corrigir parâmetros físico-químicos do substrato. Entre os parâmetros que podem necessitar correção estão a mistura do sedimento (proporção areia, silte e argila), a salinidade, o teor de nutrientes (matéria orgânica e minerais), o pH, entre outros.

As práticas de recuperação de manguezais envolvem dois métodos básicos: a recuperação natural e a recuperação artificial. (Clough et alli, 1997, Mochel 2019). A recuperação natural considera o estabelecimento de propágulos e plântulas a partir da distribuição espontânea desses elementos no ecossistema, que colonizam as áreas abertas, de forma natural. A recuperação induzida exige procedimentos induzidos por ações humanas, para o estabelecimento de propágulos e plântulas, nas áreas onde a recuperação natural não é eficiente. Entre os procedimentos possíveis estão o plantio direto, o plantio a partir de técnicas de viveiro e o transplante de plântulas.

A obtenção de propágulos e plântulas deve ser considerada quanto aos seguintes aspectos:

(i) a disponibilidade de doadores (plantas-matrizes);(ii) a distância dos doadores até os sítios de recuperação, (maiores distâncias podem aumentar a inviabilidade dos propágulos) (iii) a maturidade dos exemplares; (iv) o desenvolvimento estrutural das árvores adultas; a compatibilidade ecológica dos bosques (bosques mais distantes dos sítios de recuperação podem apresentar maiores diferenças nos fatores ecológicos daqueles requisitados nos sítios de recuperação; (v) a possibilidade de coleta de exemplares portadores de patógenos e de ovos e larvas de predadores herbívoros.

A limpeza da área é importante para liberar o sedimento dos obstáculos que impedem a livre distribuição dos propágulos e aumentam a mortalidade pelo adensamento, além de ocupar áreas que poderiam estar disponíveis para a recomposição do ambiente. Além da retirada do material lenhoso, são removidos os detritos e resíduos sólidos deixados pela população das obras, pelos residentes e os deixados pelas marés, que também dificultam os sítios de recuperação. O material lenhoso constituído por troncos e galhos sobre o sedimento, na área adjacente às áreas degradadas e, provenientes tanto dos procedimentos de corte da vegetação do manguezal quanto da queda de árvores, “*a posteriori*”, decorrentes da ação dos ventos, é desdobrado, empilhado e removido do local, transferido para um pátio de estocagem e posteriormente levado à disposição final, que é o retorno às demais áreas de manguezais, como matéria orgânica para a cadeia alimentar

A operação de remoção é feita por uma equipe treinada que recolhe galhos e troncos. Se e quando necessário, o material lenhoso de maior porte e mais pesado deve ser picotado

ou seccionado. Para remoção, o material lenhoso é transportado por caminhões para a transferência até um pátio de estocagem previamente selecionado e licenciado, dentro da área de trabalho. Nesse pátio, os troncos serão ainda desbastados e os galhos e gravetos retirados serão ensacados, enquanto os troncos serão depositados em feixes. Além da limpeza do material lenhoso, serão retirados os detritos e resíduos sólidos deixados pelas marés, que também dificultam os sítios de recuperação.

Para mitigação e recuperação dos danos causados pela fragmentação de habitats e pelos efeitos de borda serão realizados estudos prévios (fase de diagnose) para caracterização dos sedimentos, da salinidade do substrato, da inundação pelas marés, disponibilidade de água doce (chuvas e drenagem superficial), insolação (incidência de luz), exposição ao vento, presença de predadores naturais (herbívoros), disponibilidade (fontes) de propágulos e plantas; locais onde já esteja ocorrendo o estabelecimento natural de propágulos e plantas (recuperação natural).

Enfatiza-se que a estratégia de recuperação principal deve ser, prioritariamente, a de otimizar o esforço do ecossistema para a recuperação natural. Deste modo, na recuperação natural, pretende-se acompanhar a recolonização (recrutamento) natural da área, que já se observa em curso, verificando-se a composição específica das plântulas que estão se estabelecendo, sua densidade, seu tamanho

Quando necessário o plantio, os propágulos e plântulas devem ser obtidos das árvores adultas encontradas nas proximidades do local de recuperação. A obtenção desses elementos levará em conta o grau de maturidade dos exemplares, sendo coletados exemplares maduros, que possam ser plantados diretamente, bem como o desenvolvimento estrutural dos exemplares na sua fase de plântula. .

Os procedimentos de plantio seguirão os métodos descritos em diversos autores (FIELD et alii, 1997; Lewis, 2003), sendo os propágulos e plântulas colocados em covas entre 15 a 30 cm de profundidade e espaçamento entre 1,0 e 1,5 m, dependendo da espécie a ser plantada e de seu desenvolvimento estrutural. A distância dos doadores de propágulos (“plantas-mães”) até os sítios de recuperação será de no máximo 1km, uma vez que quanto maior a distância, maior a possibilidade de inviabilidade do desenvolvimento dos propágulos. Os exemplares doentes, portadores de patogenias e deformidades, serão descartados.

5.3 Etapa de Monitoramento e Manutenção

Após a etapa de implantação, são conduzidas operações que visem proporcionar as condições adequadas ao desenvolvimento das mudas estabelecidas naturalmente ou plantadas após produção em viveiro.

A recuperação tanto natural quanto induzida, deve ser acompanhada mensalmente, quanto aos seguintes parâmetros:

(i) identificar perdas das espécies vegetais plantadas: mortalidade de exemplares que deverá ser mantida num patamar inferior a 10% dos indivíduos estabelecidos no substrato,; avaliação do sucesso dos plantios efetuados a nível de sobrevivência e área dos sítios de plantios recuperados; (ii) densidade de indivíduos; desenvolvimento da altura e do diâmetro à altura da base (DAB) ou do peito (DAP);(iii) herbivoria (pastejo) de folhas, por espécie, para avaliação da predação, por fauna herbívora (caranguejos, moluscos e insetos), estabelecendo-se um patamar inferior a 10% como aceitável para a herbivoria natural do ecossistema;(iv) identificação das espécies da fauna herbívora presentes na região, que possam constituir uma ameaça ao sucesso da recuperação, por observação direta, coleta manual, identificação taxonômica e ainda, a formação e contagem de galhas presentes. O controle das espécies herbívoras será realizado de compreendendo a remoção manual e as especificidades de cada; (v) identificação e caracterização das anomalias foliares, por análise visual e registros fotográficos das deformidades nos limbos e caules da folhas das plântulas e propágulos; frequência e inundação das marés, nos sítios de recuperação;(vi) verificação dos sedimentos quanto a possíveis ocorrências de deposição, erosão, e alterações na granulometria, teores de matéria orgânica, minerais e salinidade; (vii) acompanhamento da entrada de detritos e resíduos sólidos trazidos pelas marés e sua remoção dos sítios de recuperação; (viii) identificação de outros tensor (es) : variações na salinidade, impacto pelos ventos; (ix) acompanhamento da umidade por medição *in loco*; (x) plantios de reposição; (xi) controle da invasão de espécies invasoras e de transição;(xi) controle fitossanitário; (xii) possíveis adequações;

Algumas etapas de implantação e monitoramento podem ser observadas no Quadro 1

Etapas previstas	Implantação	Monitoramento
1. Vistorias, análises, pareceres, laudos	X	X
2. Planejamento, Elaboração do PRAD	X	
3. setorização da área		
4. Preparação do terreno	X	
5. Produção de mudas, plantios, reposição	X	X
6. Monitoramento, controles, manutenção, reposição		X
7. Medidas, Análises de campo, laboratório, estatísticas	X	X
8. Controle de espécies invasoras	X	X
9. Remoção de resíduos sólidos	X	X

Quadro 1. Etapas previstas entre as etapas de implantação e monitoramento.

Fonte: os autores, 2023

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Buscou-se apresentar os princípios e práticas básicas para a realização de um projeto de restauração de manguezais. Os projetos de restauração são multidisciplinares, requerem treinamentos de equipes e, portanto, envolvem conhecimentos teóricos por parte da coordenação dos trabalhos para que as etapas sejam bem executadas, levando à recuperação bem sucedida.

REFERÊNCIAS

BETTONI, S. G.; NAGY, M. B. R.; BERTOLDI, E. R. M.; FLYNN, M. N. 2007. Efeito de borda em fragmento de mata ciliar, Microbacia do Rio do Peixe, Socorro, SP. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil. p. 1-2.

CARVALHO, K.S. 1998. Efeito de borda sobre a comunidade de formigas da serrapilheira florestal na Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA, Manaus, AM. 64 p.

COMÍN, F.A. 2020. Ecological Restoration and Ecosystem Services Ecological Restoration and Ecosystem Services January 2020 DOI: 10.1007/978-3-319-71065-5_106-1 In book: Life on Land (pp. 1-10) Authors: Francisco A. Comín 38.38 Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC

COMÍN, F.A, Miranda B, Sorando R et al (2018) Prioritizing sites for ecological restoration based on ecosystem services. *Journal of Applied Ecology* 55:1155-1163

FLEMING, L.E., ; LAWS, E.. 2006. From the Guest Editors: Overview of the oceans and human health special issue. *Oceanography* 19(2):18–23, <https://doi.org/10.5670/oceanog.2006.82>.

George D. Gann, Tein McDonald, Bethanie Walder, James Aronson, Cara R. Nelson, Justin Jonson, James G. Hallett, Cristina Eisenberg, Manuel R. Guariguata, Junguo Liu, Fangyuan Hua, Cristian Echeverría, Emily Gonzales, Nancy Shaw, Kris Decler, and Kingsley W. Dixon

(2019) International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. *Restoration Ecology* 27(S1): S1–S46.

Keenleyside KA, Dudley N, Cairns S, Hall CM, and Stolton S (2012) Ecological restoration for protected areas: principles, guidelines and best practices. IUCN, Gland, Switzerland

FAO, IUCN CEM & SER. 2021. Principles for Ecosystem Restoration to Guide the United Nations Decade 2021–2030. Rome, FAO.

HANSSON, S.O. Science denial as a form of pseudoscience. *Studies in History and Philosophy of Science.*, 63 (2017): 39 – 47.

MARTIN, D.M (2017) Ecological restoration should be redefined for the twenty-first century. *Restoration Ecology* 25:668–673

MILLENNIUM, E.A. (2005) *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington D.C.

MOBERG, F.; RÖNNBACK, P. Ecosystem services of the tropical seascape: interactions, substitutions and restoration. *Ocean and Coastal Management*, v. 46, n. 1-2, p. 27-46, 2003.

MOCHEL, F. R. . Capital natural e os oceanos: Oceanografia e Educação ambiental. In: Giovanni Seabra. (Org). *O capital natural na economia global*. Minas Gerais: Barlavento, 2016. p. 44.

MOCHEL, F. R.; RIBEIRO, P. C. ; CORREA, J. N. . Environmental education games for mangrove restoration and protection involving global changing scenarios. Developing environmental education games for protection of mangrove ecosystems. In: 7th World Environmental Education Congress 7 WEEC, 2014, Marrakech. Proceedings 7th Congress WEEC. Marrakech: WEEC Network, 2014. v. 7. p. 512-523.

NASCIMENTO, H. E. M. & LAURANCE, W. F. 2006. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. Acta Amazonica, 36 (2): 183-192.

OECD (2000). PISA. La medida de los conocimientos y las destrezas de los alumnos. La evaluación de la lectura, las matemáticas y las ciencias en el proyecto PISA 2000. España.

OECD (2007). PISA 2006, Science Competencies for Tomorrow's World, Volume 1: Analysis. Paris: OECD Publishing.

ONU 2020. CDP and Sustainable Development Goals .Disponível em: <https://www.cdp.net/en/policy/program-areas/sustainable-development-goals>

PÉRICO, E.; CEMIN, G.; LIMA, D. F. B.; REMPEL, C. 2005. Efeitos da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de sistemas de informação geográfica e métricas de paisagem para seleção de áreas adequadas a testes. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. p. 2339-2346.