

Monitoramento e avaliação de um projeto de restauração florestal no ecossistema manguezal, por meio da resolução INEA n° 143/2017

Monitoring and evaluation of a forest restoration project in the mangrove ecosystem, through INEA resolution No. 143/2017

DOI: 10.34188/bjaerv5n3-029

Recebimento dos originais: 06/05/2022

Aceitação para publicação: 30/06/2022

Guilherme de Assis Rodrigues

Mestre em Ciências Ambientais e Florestais; Engenheiro Florestal/ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Instituição: ONG Guardiões do Mar

Endereço: Rua Alfredo Azamor, 739 - Boa Vista, São Gonçalo – RJ, Brasil

E-mail: guilhermeassisrj@yahoo.com.br

Fernando Cionek

Engenheiro Florestal/ Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Instituição: Index Florestal LTDA

Endereço: Rua Francisco Torres, 218 - Centro, Curitiba – PR, Brasil

Email: fernandocionek@gmail.com

Mariana Bensberg Alves Guedes

Engenheira Florestal/ Universidade Federal do Paraná

Instituição: Grupo Index

Endereço: Rua Francisco Torres, 218 – Centro, Curitiba – PR, Brasil

E-mail: marianabens.guedes@gmail.com

Rodrigo Gaião Brault de Miranda

Biólogo Marinho / Faculdade Maria Thereza (FAMATH)

Instituição: ONG Guardiões do Mar

Endereço: Rua Alfredo Azamor, 739 - Boa Vista, São Gonçalo – RJ, Brasil

E-mail: rodrigo@guardioesdomar.org

Jessyca de Siqueira Rezende

Mestre em Zoologia; Bióloga (Museu Nacional)

Instituição: ONG Guardiões do Mar

Endereço: Rua Alfredo Azamor, 739 - Boa Vista, São Gonçalo – RJ, Brasil

E-mail: jessycarezenderj@gmail.com

Alaildo Malafaia

Presidente da Cooperativa Manguezal Fluminense, comunidade tradicional da Baía de Guanabara

Instituição: Cooperativa Manguezal Fluminense

Endereço: Avenida Roncador, 70, Roncador – Magé – RJ, Brasil

E-mail: malafaiacoop.manguezal@hotmail.com

Cesar Vinciprova

Engenheiro Civil, pós-graduado em Engenharia Ambiental e Engenharia de Segurança, Mestrado em Engenharia de Transportes/ UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

Instituição: Nova Transportadora do Sudeste

Endereço: Praia do Flamengo, 200 - 23 andar - Flamengo, Rio de Janeiro - RJ, 22210-065

E-mail: cesar.vinciprova@ntsbrasil.com

RESUMO

A ocupação e a degradação da Baía de Guanabara ocorrem há mais de 500 anos; entretanto programas de restauração dos manguezais ainda são pouco difundidos. O presente projeto é realizado na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapi-Mirim, no Estado do Rio de Janeiro. Iniciado em novembro de 2020, terá um total de 48 meses. Os objetivos são: apresentar o trabalho de restauração florestal, com resultados parciais; impulsionar iniciativas pautadas nas melhores técnicas silviculturais; evidenciar a ampliação da cobertura dos manguezais da Baía de Guanabara; e mostrar o monitoramento dos indicadores ecológicos de desenvolvimento da restauração florestal. A metodologia inclui nivelamento topográfico; preparo da área para plantio; transplante e transporte de mudas; plantio; manutenção e monitoramento da qualidade do projeto. No primeiro monitoramento, a mortalidade das mudas foi alta (40%), mas essa taxa foi decaindo ao longo dos meses, chegando a 9,1% no quinto monitoramento, valor considerado abaixo do esperado para projetos de restauração florestal. Também foi observada a ocorrência de regeneração natural, indicando que os processos ecológicos estão retornando. Com ações corretivas de plantio, ao final do primeiro ano, houve o atingimento de indicadores florestais considerados adequados.

Palavras-chave: Reflorestamento, Baía de Guanabara, Manguezais, indicadores ecológicos.

ABSTRACT

The occupation and degradation of Guanabara Bay has been going on for over 500 years; but mangrove restoration programs are still not widespread. The present project is carried out in the Environmental Protection Area (APA) of Guapi-Mirim, in the State of Rio de Janeiro. It started in November 2020, and will take a total of 48 months. The objectives are: present the forest restoration work, with partial results; promote initiatives based on the best silvicultural techniques; highlight the expansion of coverage of the mangroves in Guanabara Bay; and present the monitoring of ecological indicators of forest restoration development. The methodology includes topographic leveling; preparation of the area for planting; transplanting and transporting seedlings; planting; maintenance and quality monitoring. In the first monitoring, seedling mortality was high (40%), but this rate declined over the months, reaching 9.1% in the fifth monitoring, a value considered lower than expected for forest restoration projects. Natural regeneration was also observed, indicating that ecological processes are returning. With corrective planting actions, at the end of the first year, forestry indicators considered adequate were achieved.

Keywords: Reforestation, Guanabara's Bay, Mangroves, ecological indicators.

1 INTRODUÇÃO

O processo de ocupação da Baía de Guanabara resultou, ao longo de 500 anos, na quase extinção dos manguezais localizados na região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro, cuja área original do ecossistema era de aproximadamente 258 km² (Amador, 2013). Com o desenvolvimento da capital fluminense, o desmatamento dos manguezais se intensificou e, ao final do século XIX, aproximadamente metade das florestas da Baía de Guanabara havia desaparecido (Dean, 1996). O ecossistema remanescente, localizado na região do recôncavo da Baía (APA de Guapi-Mirim), é o último reduto de manguezais na região, constituindo um dos últimos trechos de manguezal contínuo de médio porte do estado do Rio de Janeiro, ocupando cerca de 80 km² em diversos níveis de preservação (ICMBIO, 2018; Pires, 2010). Tendo em vista os impactos ambientais causados aos

Manguezais nas últimas décadas, torna-se necessário adotar medidas de restauração florestal, desenvolvendo tecnologias para o restabelecimento das suas funções ambientais.

Uma das principais medidas de recuperação ambiental é o restabelecimento de sua vegetação por meio de plantios de espécies arbóreas nativas. Entretanto, em se tratando dos manguezais brasileiros, projetos de restauração florestal ainda são pouco difundidos, além de possuírem escassa literatura técnico-científica, o que dificulta a adoção de programas de reflorestamento (Rodrigues, 2015; Rovai, 2012). A restauração dos recursos naturais tem por motivação, além das imposições legais, mitigar ou cessar um dano ambiental, e até mesmo recuperar a vegetação para posterior uso econômico de sua biodiversidade, produtos, serviços ambientais e turismo (Brancalion *et al.*, 2015). Contra impactos como o desmatamento, crescente em regiões tropicais, a restauração é uma forma de recompor a complexidade dos ecossistemas, restabelecendo comunidades vegetais, o que consequentemente, propicia habitats para a fauna associada. (Souza & Batista, 2004).

Dessa forma, este trabalho tem os seguintes objetivos: 1) apresentar projeto de restauração florestal que se encontra na fase de manutenção, mostrando os principais resultados obtidos até o momento; 2) impulsionar a execução de iniciativas pautadas nas melhores técnicas silviculturais; 3) evidenciar a ampliação da cobertura dos manguezais da Baía de Guanabara; 4) apresentar o resultado do monitoramento dos indicadores ecológicos de desenvolvimento da restauração florestal, através do monitoramento e avaliação da restauração florestal, estabelecido pela Resolução INEA nº 143/2017.

O projeto é coordenado pela ONG Guardiões do Mar, que possui como instituição parceira a Cooperativa Manguezal Fluminense, organização formada por povos tradicionais da Baía de Guanabara (catadores de caranguejo e pescadores), que vivem e conhecem a realidade dos manguezais da região, representando a equipe operacional das atividades de campo. Além disso, o projeto conta com o financiamento da Nova Transportadora do Sudeste – NTS e com o Grupo Index, como empresa gerenciadora. O projeto é uma medida de compensação florestal executada pela NTS para o gasoduto GASDUC III, licenciado pelo Órgão Ambiental Estadual (INEA), com anuência do ICMBIO. Por fim, ressalta-se que todas as atividades foram realizadas integralmente, seguindo todas as Normas de Saúde, Segurança e Meio Ambiente pertinentes.

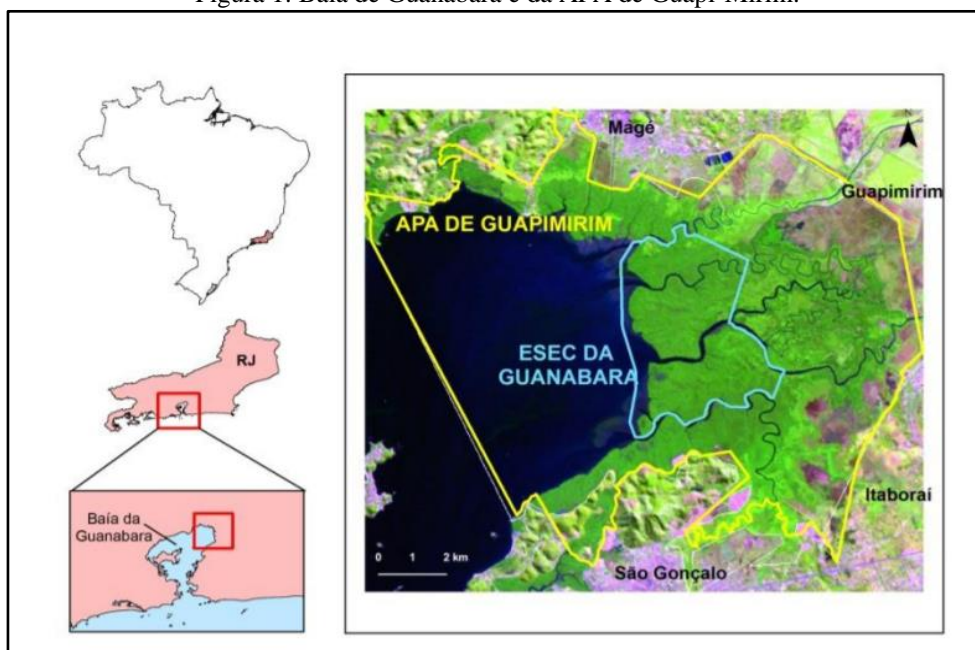
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS

O projeto ocorre na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapi-Mirim, Unidade de Conservação gerida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). A APA abrange os municípios fluminenses de São Gonçalo, Itaboraí, Guapimirim e Magé, está

localizada entre as coordenadas geográficas 22°40` e 22°46`S e 42°57` e 43°07`W e possui uma extensão de aproximadamente 14.340 hectares, abrigando a maior área contínua de manguezal preservada do estado do Rio de Janeiro (Figura 1). Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante da região da APA de Guapi-Mirim é do tipo AW, quente e úmido, com estação chuvosa na primavera-verão. A pluviosidade Média Anual é de 1.709 mm, com Temperatura Média Anual do mês mais quente de 26°C (janeiro) e no mês mais frio de 20°C (julho). Os solos predominantes são do tipo Hidromórfico (Boletim SNPA, 1958), sendo também considerados como Aluvião Hidromórfico (Carta de Solos do Estado do Rio de Janeiro, 1955) ou Hidromórfico Orgânico Tiomórfico, (Projeto RADAMBRASIL, 1983). Essa unidade de solo engloba vários tipos de solos pertencentes a grandes grupos que têm como característica comum a influência de um excesso de umidade, estando submetido, por períodos mais ou menos intensos, à presença de água.

Figura 1: Baía de Guanabara e da APA de Guapi-Mirim.

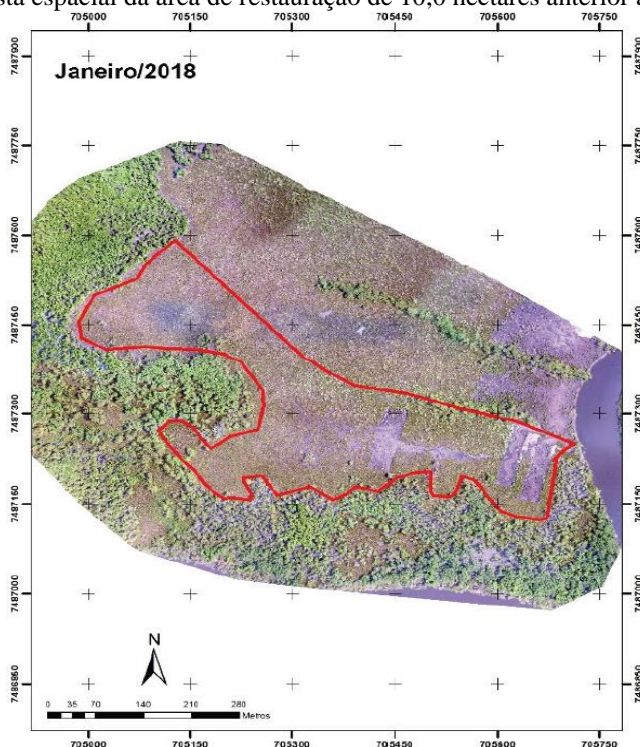


Na APA ocorrem três espécies lenhosas típicas do ecossistema Manguezal: *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae), popularmente chamada de mangue-vermelho, *Avicennia schaueriana* Stapf & Leachman (Lamiaceae), conhecida por mangue-preto, e *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn (Combretaceae), espécie de ampla distribuição nos manguezais brasileiros, conhecida por mangue-branco (Amador, 2012).

O histórico da região conta com atividades antrópicas realizadas em diversos trechos, com o desmatamento para abastecimento de olarias visando à produção de tijolos realizadas antes da criação da referida Unidade, no ano de 1984, causando severa degradação e reduzindo a capacidade

regenerativa de novos propágulos. Após a remoção da vegetação arbórea nativa, criaram-se condições de elevada incidência de radiação solar e, conseqüentemente, alta temperaturas, favorecendo o crescimento descontrolado de espécies vegetais oportunistas por vastas áreas, como *Acrostichum aureum* (samambaia do brejo). Uma dessas áreas, um ambiente de 10,0 hectares, foi escolhida para receber o projeto de restauração, conforme apresentado na figura a seguir (figura 2):

Figura 2: Vista espacial da área de restauração de 10,0 hectares anterior à implantação.



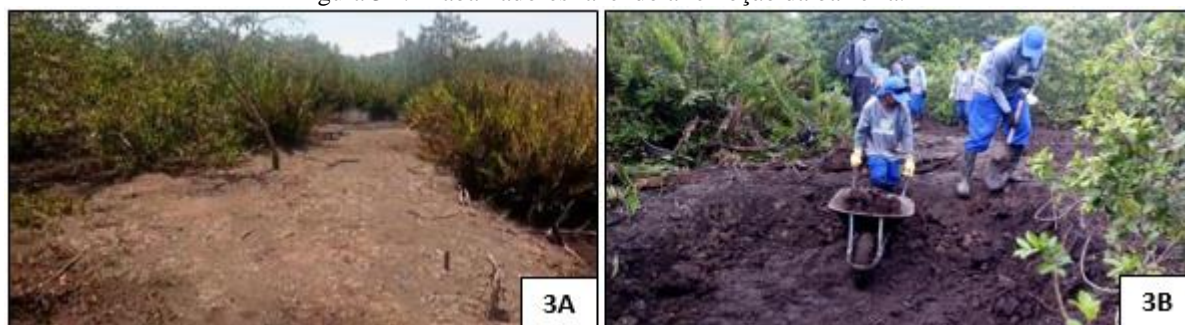
2.2 TÉCNICAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

O projeto que iniciou em novembro de 2020, terá a duração de 48 meses (4 anos) e envolve as seguintes atividades: Nivelamento topográfico, preparo da área para plantio, transplante e transporte de mudas, plantio, manutenção e monitoramento da qualidade.

- **Nivelamento Topográfico:** Na entrada da área destinada para restauração florestal, havia a formação de uma espécie de dique, com patamares de solo mais elevados, formação esta provocada por atividades antrópicas pré-existentes na área, que impediam a ação da maré como também a entrada de novos propágulos para colonização do ambiente. Desta forma, foi necessária a realização do nivelamento topográfico, através da remoção de barreira física, por método mecânico, onde foram retirados aproximadamente 1.500 m³ de solo e espalhados uniformemente por toda área de restauração. As ferramentas utilizadas nesta etapa foram: carrinhos de mão, enxadas, pás de bico e cavadeiras.

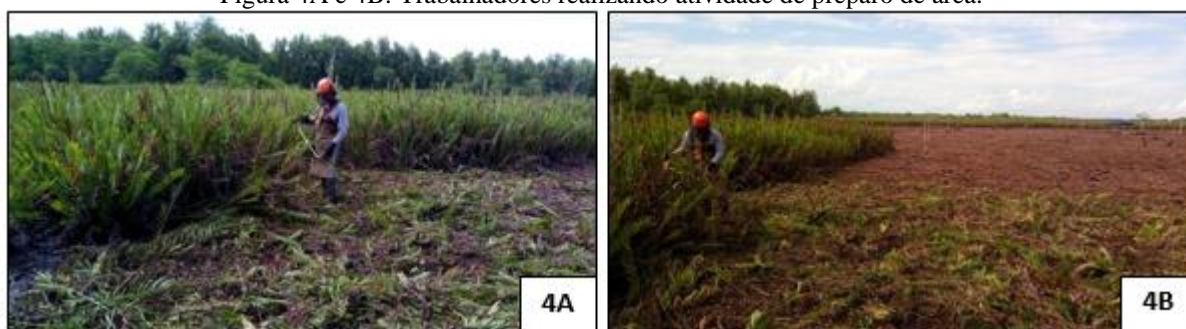
O sedimento retirado foi alocado no mesmo ambiente, de forma homogênea, buscando-se o restabelecimento da microtopografia original. Após a conclusão da atividade, a barreira física que impedia a entrada da maré foi retirada, favorecendo o processo da regeneração natural (figuras 3A e 3B).

Figura 3A: Vista parcial da barreira de sedimentos.
Figura 3B: Trabalhadores fazendo a remoção da barreira.



- **Preparo de Área:** Concomitante à ação de nivelamento topográfico, houve a remoção da vegetação herbácea dominante do ambiente – samambaia-do-brejo (*A. aureum* L.) com a utilização de roçadeira semi mecanizada. Os resíduos da roçada foram incorporados ao solo, formando uma barreira de proteção contra a incidência direta da radiação solar, preservando as características físicas e químicas do substrato (figuras 4A e 4B).

Figura 4A e 4B: Trabalhadores realizando atividade de preparo de área.



- **Transplante de mudas:** O transplante consiste na retirada de plantas jovens de determinado ambiente do ecossistema, onde há abundância de indivíduos regenerantes (mudas), que são realocadas em áreas alteradas que possuem mesma formação natural. As espécies utilizadas para a implantação no projeto foram: *R. mangle*, *A. schaueriana* e *L. racemosa*, cujas mudas foram obtidas nas áreas adjacentes ao projeto, que apresentam ambiente altamente conservado, funcionando como verdadeiros viveiros naturais. Antes do transplante, foram avaliadas as condições fitossanitárias dos indivíduos, sendo levadas para serem implantadas as plantas em boas condições, ausente de

fitopatologias, e altura entre 40 e 80 cm. Para a remoção das plantas foi utilizada uma cavadeira, sendo a técnica de retirada realizada de maneira cuidadosa, mantendo-se um “torrão” ao redor das raízes, na busca por preservar ao máximo, a sua integridade (figura 5). Esta ação, juntamente com a de plantio, totalizou cinco meses de duração.

Figura 5: Cooperada realizando a atividade de transplante de mudas de mangue-vermelho.



- **Plantio:** Como estratégia para o rápido recobrimento do solo e atingimento de densidade mínima de plantas por hectare, apresentada na Resolução INEA 143, foi utilizado o espaçamento de 2x2 m, totalizando 25.000 mudas inseridas na área. 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 de referência que orientará a recomposição do ambiente degradado (Hobbs & Harris, 2001; Ruiz-Jaen & Aide, 2005). Dessa forma, as espécies foram plantadas respeitando suas zonas de ocorrência natural no ecossistema, mantendo a capacidade de desenvolvimento no ambiente e proporcionando a estrutura florestal nativa original. Plantios que negligenciam a zonação podem ter como consequência uma elevada taxa de mortalidade, ocasionado pela inserção da espécie em um micro sítio diferente de seu local de ocorrência natural. Nesta etapa, os berços de plantio foram abertos com dimensões aproximadas de 20 x 20 x 40 cm, de largura, comprimento e profundidade, respectivamente. O solo retirado foi colocado ao redor da muda transplantada, sendo pressionado com o objetivo de fixá-la no terreno. Após o plantio foram inseridos junto às mudas um tutor de bambu e amarrados com barbante de sisal, que tem a função de sustentar a muda, evitando seu tombamento em momentos de flutuação da maré (figura 6).

Figura 6: Equipe de campo realizando plantio e tutoramento de mudas.



- **Manutenção:** As atividades de manutenção compreendem toda a fase entre a implantação do reflorestamento e a formação de uma fisionomia florestal (Brancaion *et al.*, 2015). Plantios abandonados apresentam elevadas taxas de mortalidade, seja pela infestação de espécies invasoras ou pela retirada de mudas pela maré. Desta forma, a manutenção é composta pelas atividades de replantio e controle de espécies exóticas na área do projeto (figura 7). Essas ações apresentam periodicidade mensal no primeiro ano e bimensal a partir do segundo ano até a fase final do projeto, momento em que a floresta apresenta indicadores ecológicos elevados e capacidade de autorregulação ambiental.

Figura 7: Equipe de campo realizando a atividade de manutenção do projeto de restauração florestal.



2.3 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO FLORESTAL

Esta etapa é essencial em todo o projeto de restauração florestal, pois permite analisar, através de experimentos em campo, como a área degradada responde aos tratamentos que lhe são impostos. Dessa forma, pode-se avaliar se as técnicas de restauração aplicadas estão conduzindo o ecossistema degradado a uma trajetória de recuperação adequada. Com o intuito de seguir os melhores padrões de monitoramento de projetos de restauração foi seguida a metodologia do Diagnóstico Ecológico Rápido (DER), estabelecida pela Resolução do INEA Nº 143 de 2017, que institui o Sistema Estadual de Monitoramento e Avaliação da Restauração Florestal (SEMAR) e estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre elaboração, execução e monitoramento de projetos de restauração florestal no estado do Rio de Janeiro.

O DER deve ser realizado semestralmente e prevê, a instalação de parcelas retangulares de 25 x 4 metros, orientadas no sentido norte. Nesse sentido, foi esticada uma trena no chão, partindo-se de um ponto inicial até alcançar os 25 metros. Essa foi a linha mestra de onde, para cada lado da trena, foram medidos e projetados os dois metros de abrangência da parcela. Nas unidades amostrais, são coletadas as variáveis de crescimento das mudas: altura total (m), diâmetro de copa (m), além da densidade de indivíduos. Nesta etapa, também é avaliado se o controle de espécies invasoras está sendo significativo, favorecendo o crescimento das mudas plantadas sem competição (Figura 8). Todos os espécimes arbóreos foram identificados botanicamente em nível de espécie.

Figura 8: Equipe de fiscalização realizando a atividade de monitoramento da qualidade do projeto.



A intensidade amostral recomendada para o método foi calculada de acordo com a indicação contida no Protocolo de Monitoramento do Pacto pela Restauração da Mata Atlântica, da seguinte forma (Figura 9):

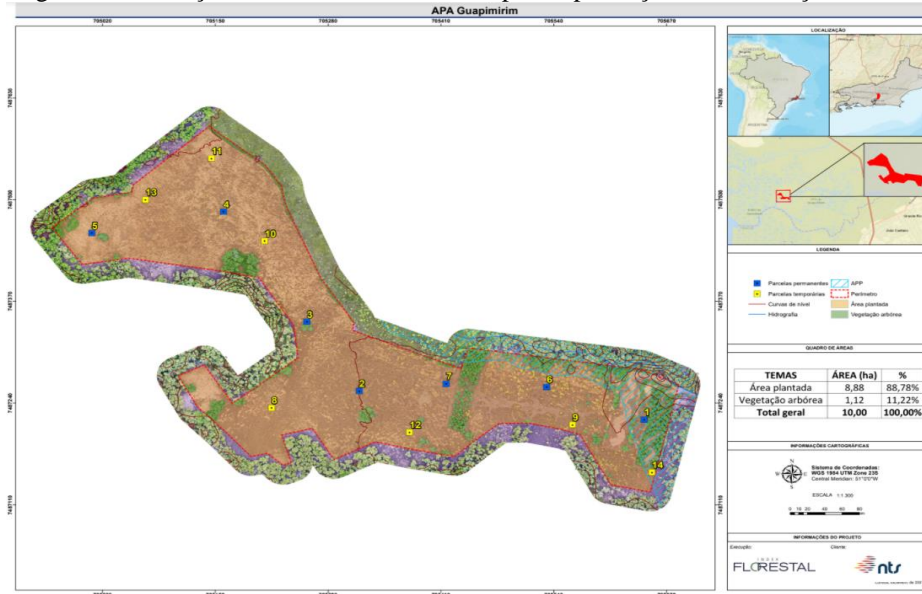
Figura 9: Fórmula da intensidade amostral do diagnóstico ecológico da restauração florestal. *Fonte:* Manual de Monitoramento da Restauração Florestal – INEA (2019).

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

IA = intensidade amostral;
AP = área do projeto.

Em razão da área trabalhada possuir 10,0 hectares, o total de unidades amostrais instaladas em campo foi de 14, sendo 50% de parcelas permanentes (sete), as quais são demarcadas fisicamente em campo e outros 50% (sete) são alocadas aleatoriamente na área, permitindo um amplo acompanhamento da situação global do campo (figura 10).

Figura 10: Alocação das unidades amostrais após implantação da restauração florestal



Esta resolução fornece um plano para um diagnóstico preciso da área-alvo do projeto, uma vez que estabelece diretrizes e orientações para a elaboração, execução, monitoramento e avaliação de projetos de restauração florestal no estado do Rio de Janeiro, além de critérios e parâmetros para avaliar seus resultados e atestar sua conclusão. Ademais, evidencia a indicação das espécies, fornecendo uma descrição detalhada das operações de campo e um cronograma para as metas propostas (Moura *et al*, 2019).

Por fim, foi realizada a avaliação da Taxa de Mortalidade, a qual foi obtida de acordo com o proposto por Brancalion *et al.* (2015), através da proporção de plantas mortas presentes em 14 unidades amostrais (com dimensões idênticas às parcelas de monitoramento semestral), instaladas de maneira aleatória, mensalmente, ao longo da área de restauração, sendo consideradas plantas mortas aquelas ausentes do local determinado da cova ou pelas plantas que apresentaram o caule seco.

3 RESULTADOS

Após o primeiro ano da implantação (dezembro, 2021), a equipe operacional realizou a avaliação de mortalidade, na qual foram identificadas 32 mudas mortas, correspondendo a uma taxa de 9,10% de mortalidade, valor considerado abaixo do comumente esperado para projetos de restauração florestal, nos quais se tem como taxa máxima aceitável 10% de mortalidade. Na figura 10 é demonstrada a quantidade de mudas mortas identificadas por parcela no último levantamento realizado, bem como o histórico do percentual de mortalidade obtido ao longo de todo o período do projeto (figura 11).

Figura 11: Evolução da taxa de sobrevivência de mudas no projeto de restauração florestal de manguezal.

PARCELA	Nº INDIVÍDUOS MORTOS
1	1
2	0
3	1
4	0
5	2
6	1
7	3
8	3
9	3
10	4
11	5
12	4
13	3
14	2
Total	32

- Histórico da taxa de mortalidade:
1º monitoramento: 40%
2º monitoramento: 14%
3º monitoramento: 10%
4º monitoramento: 12,8%
5º monitoramento: 9,10%

Pode-se constatar que, no primeiro monitoramento, a taxa de mortalidade encontrada foi de 40%. Este alto valor ocorreu em razão da época em que a etapa final de plantio foi desenvolvida (entre os meses de janeiro e fevereiro). Conforme experiências prévias obtidas por meio de outros reflorestamentos realizados na Baía de Guanabara, ações de plantio desenvolvidas nos meses mais quentes do ano tendem a provocar o efeito de alta mortalidade das mudas, devido principalmente ao superaquecimento da água presente no substrato, realizando uma espécie de “cozimento das plantas”, as quais já apresentam sistema radicular estressado decorrente da retirada do local original de germinação.

Esse efeito não foi verificado nos plantios realizados nas demais épocas do ano, quando são registradas temperaturas mais amenas. Para contornar a elevada mortalidade, foram realizadas, na fase de manutenção, constantes ações de replantio de mudas, onde houve a substituição das mudas mortas por mudas sadias. Cinco meses após o primeiro monitoramento realizado, foi possível verificar a redução da mortalidade, uma vez que foi atingido o percentual de 9,10%. Dessa forma, a mortalidade encontrada, atualmente, na área deste estudo está sendo compensada pela alta densidade de plantio de mudas (2.500 mudas/ hectare). Assim, as mudas que morreram não promoveram falhas significativas no reflorestamento, dado o pequeno espaçamento entre elas, condição também verificada por Silva *et al.* (2016).

A fim de avaliar o desenvolvimento do projeto, foram desenvolvidos critérios com base na Resolução INEA 143/2017, para cada semestre após a implantação. Desta forma, no 2º semestre de avaliação o conceito obtido foi de 9.125, considerado adequado, ou seja, que os valores dos indicadores ecológicos estão dentro do esperado para o desenvolvimento florestal, evidenciando assim que a cobertura florestal se encontra em pleno desenvolvimento (figura 12).

Figura 12: Síntese dos resultados de qualidade encontrados para o segundo semestre, para a fitofisionomia manguezal

Fitofisionomia Manguezal / 2º Semestre					
Parâmetros indicadores	Critico Nota = 0	Mínimo Nota = 0,65	Adequado Nota = 1	Resultado do monitoramento	Nota
Densidade (ind./ha)	< 2250	≥ 2250 < 2500	≥ 2500	2629	1
Cobertura de copa (%)	< 2	≥ 2 < 5	≥ 5	6.16	1
Altura média (m)	< 0,5	≥ 0,5 < 0,7	≥ 0,7	0.68	0.65
Infestação por invasoras (%)	> 30	> 20 < 30	≤ 20	0.00	1
Conceito final	9.125				

Dentre os indicadores florestais avaliados, somente a altura média (m) não foi considerada adequada, sendo a nota obtida 0.65, estando dentro do intervalo mínimo esperado para a variável, na referida época e monitoramento. Esse resultado foi obtido em razão da alta mortalidade de mudas na fase final da implantação, conforme já relatado. Como houve uma alta taxa de substituição de mudas mortas por mudas sadias, é preciso esperar que as plantas se desenvolvam e atinjam valores adequados de crescimento, o que é esperado para o próximo monitoramento (3º semestre).

Para a cobertura de copa (%), a nota obtida foi considerada adequada, uma vez que o percentual atingido pela variável foi maior que 5%, tendo obtido 6.16%. Da mesma forma, para a variável infestação por espécies invasoras, foi atingido o grau adequado, uma vez que houve controle total da espécie samambaia-do-brejo, evidenciando que o manejo da espécie está sendo adequado, impedindo o processo de matocompetição com as mudas plantadas. Vale ressaltar que o controle de espécies concorrentes às mudas é fundamental para o sucesso da restauração, bem como para a eliminação de riscos desnecessários (Souza & Batista, 2004)

Durante a fase de monitoramento de sobrevivência, foi possível encontrar, ao longo de toda área de restauração, a presença da regeneração natural, indicando o início do retorno dos processos ecológicos (figura 13).

Figuras 13: Regeneração natural ocorrendo na área de restauração florestal do projeto.



Ressalta-se que a presença de novas plântulas ocorreu em razão da chegada de propágulos pela maré, efeito possibilitado pela remoção do dique. Esse fator explica o valor obtido para o indicador florestal densidade (ind./ha), onde o valor identificado pelo monitoramento (2.629 indivíduos/ha) foi mais alto do que o número de mudas plantadas por hectare (2.500 indivíduos/ha) (figura 11 e 12). Projetos com densidades acima de 1.667 ind./ha indicam a chegada e estabelecimento da regeneração natural, o que implica, portanto, no restabelecimento de uma importante funcionalidade ecológica para a sustentabilidade em longo prazo da restauração. Assim, a chegada de novos propágulos, na forma de regeneração natural, comparados com o número de mudas plantadas no projeto, evidencia o avanço do ecossistema na direção do aumento da biodiversidade e funcionamento ecológico (Moura et al., 2021; INEA, 2019).

Para assegurar a qualidade de projetos de restauração florestal, o monitoramento e avaliação devem fazer parte das rotinas operacionais (Souza & Batista, 2004; De Luca *et al.*, 2010). A avaliação do desenvolvimento da floresta, em projetos de restauração, é fundamental para selecionar as melhores práticas e estratégias, para promover a gestão de recursos naturais (Wortley *et al.* 2013).

A restauração florestal de manguezais, através do plantio de mudas, tem a capacidade de mitigar efeitos e impactos ambientais, permitindo que a área consiga restabelecer algumas de suas características existentes antes do impacto ou degradação sofrida, como a intensificação das interações ecossistêmicas e a recomposição da camada superficial de solo (Silva *et al.*, 2016; Pereira *et al.*, 2012). Contudo, é importante o conhecimento da ecologia das espécies que serão utilizadas e das características ambientais do local que receberá o projeto de restauração, pois a zonação de ocorrência natural das espécies florestais deve ser respeitada e reproduzida artificialmente, condições primordiais para o sucesso de um projeto de restauração florestal em um ecossistema com características tão singulares.

4 CONCLUSÃO

O sucesso do projeto de restauração florestal tende a ser resultado do monitoramento e da avaliação efetiva durante toda a sua execução. Por meio do acompanhamento e das avaliações realizadas ao longo do primeiro ano de implantação, foi possível observar que os objetivos inicialmente estabelecidos foram alcançados e que as práticas silviculturais de restauro se mostraram adequadas.

Ações corretivas de plantio foram realizadas ao longo das manutenções, permitindo, ao final do primeiro ano do projeto, o atingimento de indicadores florestais considerados adequados para o desenvolvimento florestal do período, segundo os parâmetros de avaliação da fitofisionomia de manguezal, conforme preconiza a resolução INEA nº 143/2017.

Ao concluir o projeto, será realizada a análise do monitoramento e manutenção realizados ao longo dos quatro anos, a fim de verificar a adequação das diretrizes estabelecidas na resolução INEA N°143/2017 em projetos de Restauração Florestal de Manguezais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à NTS pelo financiamento deste trabalho, ao Grupo Index pelas fundamentais orientações sobre Saúde, Segurança e Meio Ambiente, fator primordial para a boa condução do trabalho. Aos trabalhadores da Cooperativa Manguezal Fluminense, por se dedicarem à restauração florestal de um ecossistema singular.

REFERÊNCIAS

- Amador E.S. (2012) Bacia da Baía de Guanabara: Características Geoambientais e Ecossistemas. 1^a Edição. Rio de Janeiro: Interciência, 432p.
- Amador, E.S. (2013) Baía de Guanabara: Ocupação Histórica e Avaliação Ambiental. Rio de Janeiro: Interciência, 516p.
- Brancalion PHS, Viani RAG, Rodrigues RR, Gandolfi S. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: Martins SV, editor. Restauração ecológica de ecossistemas degradados. 2. ed. Viçosa: Editora UFV; 2015.
- Dean W.A. (1996) Ferro e Fogo: A história da devastação da Mata Atlântica brasileira. São Paulo: Companhia das letras, 484p.
- Duarte M.L., Paiva H.N., Alves M.O., Freitas A.F., Maia F.F., Goulart L.L. (2015) Crescimento e qualidade de mudas de vinhático (*Platymenia foliolosa* Benth.) em resposta à adubação com potássio e enxofre. Ciência Florestal, Santa Maria, 25: 221-229.
- Epstein E. & Bloom A. (2006) Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. 2^a Edição. São Paulo: Editora Planta, 403p.
- Hagemeyer J. (1997) Salt. Ed. Prasad MNV. Plant ecophysiology. New York. 173-206p.
- Hobbs RJ, Harris JA. Restoration ecology: repairing the earth's ecosystems in the new millennium. Restoration Ecology 2001; 9(2): 239-246. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1526-100x.2001.009002239.x>.
- ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2018) Atlas dos Manguezais do Brasil. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 176p.
- INEA - Instituto Estadual do Ambiente. Manual de procedimentos para o monitoramento e avaliação de áreas em restauração florestal no Estado do Rio de Janeiro / Instituto Estadual do Ambiente, 2019.
- Kathiresan K. & Bingham B. L. (2001) Biology of mangroves and mangrove ecosystems. Advances in Marine Biology, 40:81-251.
- Larcher W. (2006) Ecofisiologia vegetal. 3^a ed. Editora RiMa. São Carlos, São Paulo, 529 p.
- Lugo A. E. & Snedaker S. C. (1974) The ecology of mangroves. Ann. Rev. Ecol. Syst., 5: 39-64.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente (2010) Panorama da conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil. Brasília: Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros, 148p.
- Medina E., Cuevas E., Lugo A.E. (2010) Nutrient relations of dwarf *Rhizophora mangle* L. on peat in eastern Puerto Rico. Plant Ecology, 207: 13-24.
- Moura, C.J.R., Barros, H.S. Valente, F.D.W., Araújo, V.A., Bochner, J.K. Forest Restoration in the State of Rio De Janeiro: Adherence to Legislation. Floresta e Ambiente 2019.

Moura, C.J.R, Nunes, M.F.S.Q, Abreu, R.C.R. A novel monitoring protocol to evaluate large-scale forest restoration projects in the tropics. International Society for Tropical Ecology. Tropical Ecology, 2021.

Parida A.K.& Jha B. (2010) Salt tolerance mechanisms in mangroves: A review. *Trees*, 24: 1999-277.

Pascoalini S.S., Lopes D.M.S., Falqueto A.R., Tognella M.M.P. (2014) Abordagem ecofisiológica dos manguezais: uma Revisão. *Biotemas*, 27 (3): 1-11.

Pires I.O. (2010). Manguezais da região do recôncavo da Baía de Guanabara: revista através dos mapas. In: *Revista da Gestão Costeira Integrada*. Portugal. 9p.

Reis M.G.F.; Reis G.G., Leles P.S.S., Neves J.C.L., Garcia N.C.P. (1997) Exigências nutricionais de mudas de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. Allem (Jacarandá-da-Bahia) produzidas em dois níveis de sombreamento. *Revista Árvore*, 21 (4): 463-471.

RESTAURAÇÃO FLORESTAL FLUMINENSE. Inea institui o sistema estadual de monitoramento e avaliação da restauração florestal. 2017. Disponível em: Acesso em: 30 jan. 2022.

Rodrigues G. (2015) Aspectos fenológicos e produção de mudas de três espécies nativas do ecossistema manguezal. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro.

Rovai, A.S. (2012) Restauração de Manguezais no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.

Ruiz-Jaen MC, Aide TM. Restoration success: how is it being measured? *Restoration Ecology* 2005; 13(3), 569- 577. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1526-100X.2005.00072.x>.

Schaeffer-Novelli Y., Cintrón-Molero G., Adaime R. R., Camargo T. M. (1990) Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. *Estuaries*, 13: 204-218

Souza FM, Batista JLF. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. *Forest Ecology and Management* 2004; 191(1-3): 185-200. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2003.12.006>.

Silva KA, Martins SV, Miranda Neto A, Demolinari RA, Lopes AT. Restauração Florestal de uma Mina de Bauxita: Avaliação do Desenvolvimento das Espécies Arbóreas Plantadas. *Floresta e Ambiente*, 23(3): 309-319. 2016;

Silva M.A.B., Bernini E., Carmo T.M.S. (2005) Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, 19: 465-471.

SOUZA, Flaviana Maluf de; BATISTA, João Luís Ferreira. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. *Forest Ecology And Management*, [s.l.], v. 191, n. 1-3, p.185-200, 2004.

Subbarao G.V., Wheeler R.M., Stutte G.W., Levine L.H. (1999) How can sodium substitute for potassium in red beet? *Journal of Plant Nutrition*, 22: 1745-1761.

Tomlinson P.B. (1986) The botany of mangroves. Cambridge: Cambridge University Press. 413 p.

Vasconcelos F.R.T. (2012) Recuperação de Manguezais. Rio de Janeiro: Ed. Interciência. 92p.

Werner A. & Stelzer R. (1990) Physiological responses of the mangrove *Rhizophora mangle* grown in the absence and presence of NaCl. *Plant, Cell and Environment*, 13: 243-255.