



Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade

Versão on-line ISSN 2319-2856

Volume 16, número 8. Curitiba – PR. jan/jun - 2019

## **Recuperação da vegetação de Manguezal: estudo de caso do rio Saboó (Santos-SP)**

### **Diogo Ramon Garcia Stupp**

Mestre em Meio Ambiente Urbano e Industrial (UFPR).

### **Mônica Beatriz Kolicheski**

Doutora em Engenharia (PIPE/UFPR); Docente no Mestrado em Meio Ambiente Urbano e Industrial (UFPR)

### **Letícia Garcia**

Graduanda de Engenharia Química (UFPR)

### **Elisabete Ramos**

Engenheira Ambiental (UNIMONTE) e Licenciada em Ciências Biológicas e Bacharelado em Biologia Marinha (Unisanta); Especialista em Gestão Ambiental Portuária (UNIMONTE)

### **RESUMO**

As áreas de manguezal são ecossistemas de extrema relevância por apresentarem uma rica diversidade de fauna e flora. Atualmente muitas áreas de manguezal no Brasil encontram-se localizadas em regiões industrializadas e urbanizadas, o que está causando a degradação deste ecossistema. Os manguezais do estuário de Santos (SP), com cerca de 20 km<sup>2</sup>, apresentam áreas com degradação originada pelos processos de industrialização e ocupação humana. As áreas de mangue degradadas são passíveis de recuperação e existem diversas técnicas a serem empregadas. O objetivo deste estudo de caso foi avaliar a recuperação da vegetação de um trecho de manguezal do Rio Saboó (Santos). A metodologia empregada se dividiu em três etapas: pré-plantio, plantio e pós-plantio. O método adotado apresentou resultados satisfatórios para os indicadores de desempenho adotados: pegamento das mudas, regeneração natural e atratividade da fauna, demonstrando-se assim a efetividade do método proposto.

**Palavras-chave:** Áreas degradadas. Manguezal. Revegetação.

## **Recovery of Mangrove vegetation: case study of Saboó river (Santos-SP)**

## **Recuperación de la vegetación de Manglar: estudio de caso del río Saboó (Santos-SP)**

### **ABSTRACT**

Mangrove areas are extremely important ecosystems, since they display a rich diversity of fauna and flora. Currently many mangrove areas in Brazil are located in urbanized and industrialized regions, which cause the degradation of this ecosystem. The mangrove estuary of Santos (in the Brazilian State of São Paulo), which occupies about 20 km<sup>2</sup>, has areas with degradation caused by industrialization and human habitation. Degraded mangrove areas are recoverable, by using various techniques. The goal of this study was to evaluate the vegetation recovery of a mangrove section at the Saboó River (Santos). The methodology used was divided into three stages: pre-planting, planting and post-planting. The methodology has presented satisfactory results in the adopted performance indicators: fixation of seedlings, natural regeneration, and fauna attractiveness. Thus its effectiveness was demonstrated.

**Keywords:** Degraded areas. Mangrove. Revegetation.

### **RESUMEN**

Las áreas de manglar son ecosistemas de extrema relevancia por presentar una rica diversidad de fauna y flora. Actualmente, muchas áreas de manglar en Brasil se encuentran ubicadas en regiones industrializadas y urbanizadas, lo que está generando la degradación de ese ecosistema. Los manglares del estuario de Santos (SP), de cerca de 20 km<sup>2</sup>, presentan áreas con degradación originada por procesos de industrialización y ocupación humana. Los manglares degradados son pasibles de recuperación y existen diversas técnicas que pueden ser puestas en práctica. El objetivo de este estudio de caso fue evaluar la recuperación de una zona de manglar del río Saboó (Santos). La metodología empleada se dividió en tres etapas: pre-siembra, siembra y post-siembra. El método adoptado presentó resultados satisfactorios para los indicadores de desempeño utilizados: enraizamiento de las plántulas, regeneración natural y atracción de la fauna, lo que demuestra la efectividad del método propuesto.

**Palabras-clave:** Áreas degradadas. Manglar. Revegetación.

### **INTRODUÇÃO**

Os manguezais são considerados ecossistemas costeiros de transição entre ambientes terrestres e marinhos, e são compostos por florestas de árvores e arbustos que estão enraizadas no sedimento onde a lama é anóxica e a ação das ondas ausente. Sua localização é restrita à faixa entre marés, reentrâncias da costa, contornos de baías e estuários, agindo como ponto de ligação entre terra e mar, ou seja, são ecossistemas importantes dos litorais tropicais e subtropicais, entre os trópicos de Câncer e Capricórnio (OLINTO et al., 2016; ELLIS e BELL, 2013; SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

No Brasil, existem cerca de 25.000 km<sup>2</sup> de manguezais, que representam mais de 12% da área mundial, e estão distribuídos entre o Amapá e Laguna, em Santa Catarina. As

características fisiográficas e geológicas variam e o clima frio, no sul do país, limita a formação de manguezais (OLINTO et al., 2016; SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

As áreas de mangue são zonas de elevada produtividade biológica, uma vez que pela natureza de seus componentes, são encontrados representantes de todos os elos da cadeia alimentar. Os corpos de água, baías, lagunas e estuários, quando margeados pelo manguezal, recebem a contribuição dos compostos húmicos, com destacada função no condicionamento biológico, favorecendo sua alta produção (ADAMS, 2000). A cobertura vegetal, ao contrário do que acontece nas praias arenosas e nas dunas, instala-se em substratos de formação recente, de pequena declividade, sob a ação diária das marés de água salgada (OLINTO et al., 2016).

Nestas áreas, encontra-se uma grande variedade de árvores e arbustos pertencentes à 12 gêneros e até 80 espécies de angiospermas encontradas em todo o mundo. As diferentes espécies vegetais de mangue são usualmente distribuídas em relação à elevação na zona das marés. Os gêneros mais frequentes são *Rhizophora*, *Avicennia* e *Laguncularia* (LEWIS et al., 2011).

No Brasil são encontradas 7 espécies de 4 gêneros pertencentes às famílias *Rhizophoraceae*, *Verbenaceae* e *Combretaceae* (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 1995) e no sul do Brasil ocorrem apenas 3 espécies: *Rhizophora mangle* L., *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn e *Avicennia schaueriana* Stapf & Leachman (MADI et al., 2015).

Os manguezais são ecossistemas sensíveis às ações antrópicas. De acordo com Bayen (2012) possuem uma boa adaptação às ações naturais, porém com relação às ações antrópicas, como ocorrem de forma intensa e prejudicam a capacidade de regeneração, o mangue precisa de maior quantidade de energia e condições ambientais favoráveis para a sua reorganização.

Dos 17 estados brasileiros em áreas costeiras, 14 possuem a capital localizada no litoral, além de manter relações diretas com essas áreas. Com isso a biodiversidade marinha é ameaçada por fatores como a pesca excessiva, degradação de habitats, poluição, entre outros. Os ambientes costeiros são os mais atingidos pelas atividades humanas, em particular a ocupação da costa sem planejamento e infraestrutura e também o turismo não sustentado, produzindo como consequência a degradação de mangues e de recifes de coral (JOLY et al., 2011).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, estimativas indicam que aproximadamente 25% dos manguezais brasileiros já tenham sido destruídos, tendo a aquicultura e a especulação imobiliária como suas principais causas (MMA, 2016). E as regiões costeiras, em especial no Sudeste do Brasil, estarão cada vez mais sujeitas a sofrer impactos significativos com o aumento da exploração de petróleo (JOLY et al., 2011).

Na costa sudeste brasileira está a Baixada Santista que inclui o Estuário de Santos e os ecossistemas costeiros associados e localiza-se na porção central do litoral de São Paulo. Devido às suas características climáticas e geomorfológicas, os manguezais dominam a paisagem do local.

A ocupação da costa da Baixada Santista ocorreu com o desenvolvimento da Região Metropolitana, a qual apresenta um alto grau de urbanização com a presença de portos, aeroportos, polos petroquímicos, siderúrgicos, químicos e outras indústrias, além de uma significativa malha viária e ferroviária na faixa próxima ao mar (SÃO PAULO, 2011; AFONSO, 2006). Assim, com a ação antrópica alterou as áreas de manguezais na região (LAMPARELLI, 1999).

Os sistemas estuarinos de Santos e São Vicente representam um dos maiores exemplos no Brasil de degradação ambiental causada pelo processo de industrialização. Estes estuários receberam durante anos resíduos tóxicos sem nenhum tratamento, que representam hoje um enorme passivo ambiental (FRUEHAUF, 2005). Os manguezais degradados totalizam uma área de 41 km<sup>2</sup>, sendo que o Município de Santos apresenta a maior área degradada, cerca de 20 km<sup>2</sup> (NEVES et al., 2008).

Santos (2009) analisou o processo de alteração dos manguezais da Baixada Santista e considerou que a degradação está diretamente associada à história de ocupação na região. Fato que é confirmado pelo próprio Estado que afirma (SÃO PAULO, 2011):

“O processo de intensa ocupação da Baixada Santista originou uma cadeia de degradação ambiental, marcada pela poluição industrial, portuária e domiciliar, acompanhada de grande adensamento urbano na orla e surgimento de assentamentos subnormais, que colocam seus moradores em situação de risco ambiental e de saúde pública, requerendo de uso e ocupação do solo integradas entre os municípios da região e destes com as demais esferas do Governo. ”

Dentre as causas da degradação ambiental nas encostas e nos manguezais da Baixada Santista pode-se citar o fluxo de transporte de cargas, a disposição de resíduos e esgotos, os derramamentos de óleo e outras substâncias tóxicas nos cursos d'água, a poluição atmosférica, a grande massa de trabalhadores da região e a população que chega a triplicar no período de pico turístico (SÃO PAULO, 2011).

Porém, mesmo com a degradação, as áreas de manguezal são passíveis de recuperação, pois se entende que o melhor uso, para qualquer área de manguezal, é manter esse ambiente como área conservada. Autores, como Hamilton e Snedaker (1984), McKee (1995) e Hong (1997), descrevem técnicas e métodos para recuperação de mangues em diferentes regiões do mundo. No Brasil, os primeiros trabalhos sobre recuperação de mangues foram a partir de 1990 (HERZ, 1991; MOSCATELLI et al., 1997; MENEZES et al., 2005).

Este estudo de caso apresenta os dados de um projeto de recuperação de manguezal do Rio Saboó, localizado no estuário de Santos (SP). A área do manguezal em questão teve parte de sua vegetação suprimida para a implantação de um terminal portuário e foi reposta com a plantação de espécies vegetais nativas de forma a recuperar o trecho degradado e ampliar a oferta de recursos para a fauna silvestre local.

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo de caso de recuperação compreendeu uma área de 3 mil m<sup>2</sup>, localizada entre um fragmento de manguezal das margens do Rio Saboó e um terminal portuário. A Figura 1 mostra a vista degradada antes do início do projeto de recuperação da área.

**Figura 1:** Vista parcial da área de manguezal degradada.  
Esquerda: Área degradada. Direita: Área com vegetação remanescente



**Fotos:** Diogo Stupp (2011)

O Rio Saboó é um curso de água, com cerca de 3 km de extensão, localizado em Santos (SP), que deságua em uma região de estuário, sofrendo influência da variação de maré e salinidade. O rio possui largura média de 3 m e na foz apresenta vegetação de mangue em suas margens. Antes de desaguar no estuário de Santos, o rio percorre regiões antropizadas que causam alterações na qualidade de suas águas, principalmente pelo lançamento de efluentes domésticos.

## METODOLOGIA

### Pré-plantio

A etapa de pré-plantio foi realizada em agosto de 2011. Antes da limpeza do solo na área a ser recuperada, foi feita a demarcação das áreas (Figura 2) onde havia revegetação espontânea, para coleta dos propágulos, plântulas e plantas jovens, sendo todas as espécies nativas do manguezal.

**Figura 2:** Demarcação de áreas para a coleta de espécies nativas



**Foto:** Diogo Stupp (2011)

As mudas foram transportadas para um viveiro, onde foram triadas e posteriormente acondicionadas em frascos feitos com garrafas PET (Figura 3). O solo residual do manguezal (torrão) foi aproveitado de forma a compor 50% do substrato sendo o restante composto por 25% de areia e 25% de terra.

Após a acomodação das mudas nos frascos, elas foram separadas em bancadas (espécie e estado fitossanitário) para posterior utilização no plantio. Uma vez separadas, foi estabelecida uma rotina de regas diárias (manhã e tarde) com água salobra.

**Figura 3:** Acondicionamento de mudas em garrafas PET



**Foto:** Diogo Stupp (2011)

Para a limpeza da área, antes do plantio, foi utilizada uma retroescavadeira, que realizou a raspagem de terra residual, pedras, galhos e outros objetos oriundos das atividades de implantação do terminal portuário. A raspagem (Figura 4) foi realizada para nivelar a área de plantio à cota do manguezal, possibilitando assim, a ação da dinâmica estuarina.

**Figura 4:** Raspagem do solo



**Foto:** Diogo Stupp (2011)

Uma vez finalizada a remoção do substrato inservível, foram instalados cerquites para evitar a entrada de animais ou de resíduos trazidos pela maré, ocasionando possíveis danos às mudas.

## Plantio

A etapa de plantio foi realizada em setembro de 2011. Foi elaborado um esquema de distribuição das espécies de manguezal a serem plantadas na área, levando em consideração as dimensões da área de plantio e dinâmica de distribuição das espécies. A distância entre mudas adotada foi de 1,5 m a 3,0 m, localizadas de forma intercalada entre linhas.

Visando a orientação do plantio, e posteriormente o monitoramento e manutenção, a área foi dividida em 6 quadrantes, com metragens adequadas às condições encontradas em campo, ou seja, um quadrante de 60 m x 10 m (Q1), 3 quadrantes de 50 m x 10 m (Q2, Q3 e Q4) e 2 quadrantes com 40 m x 10 m (Q5 e Q6).

Seguindo o esquema de plantio e a divisão por quadrantes, foi realizada a demarcação dos pontos de plantio, com ripas de madeira, georeferenciadas com GPS.

Nas mudas foi realizada uma triagem criteriosa, levando-se em consideração o estado fitossanitário das plântulas e plantas jovens. Foram utilizadas espécies típicas de manguezal: *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), *Laguncularia racemosa* (mangue branco) e *Avicennia schaueriana* (mangue preto).

As covas para o plantio foram abertas durante a maré baixa e apresentavam as seguintes dimensões: 0,10 m x 0,10 m x 0,10 m (para plântulas) e 0,20 m x 0,15 m x 0,15 m (para plantas jovens).

## Pós-plantio

O pós-plantio contemplou as atividades de monitoramento e manutenção, realizadas concomitantemente, com periodicidade bimestral.

O monitoramento foi realizado por meio de sensores visuais e coleta de dados abióticos, partindo do Q1 até o Q6. Durante os sensores visuais, foram efetuadas contagens dos indivíduos plantados e registro de ocorrência de fauna.

Durante as atividades de manutenção, foram realizadas remoções de espécies vegetais invasoras de ocorrência na região ou exóticas. A remoção foi realizada manualmente para a retirada completa do espécime com a raiz, dificultando assim a recolonização por aquela espécie. Além das remoções de espécies vegetais, foram realizadas remoções de resíduos sólidos trazidos pela maré.

Para a execução das atividades de pré-plantio, plantio e pós-plantio, foram utilizados os instrumentos adequados bem como os equipamentos de proteção individual (EPI) exigidos.

### **Indicadores de desempenho**

Os indicadores de desempenho adotados para avaliar o sucesso do projeto de recuperação foram: pegamento das mudas, regeneração natural e atratividade da fauna. Estes indicadores foram adotados, pois resultados satisfatórios de pegamento possuem relação direta com o processo de coleta das mudas no campo, sua preparação no viveiro e plantio. A regeneração natural pode ser associada com a preparação do local de plantio e condições ambientais do local, como transporte de propágulos pela ação das marés, enquanto que a atratividade da fauna pode indicar se o ambiente estaria apto a abrigar os animais característicos dos manguezais.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **Pré-plantio**

De acordo com Joly et al. (2011) a perda de biodiversidade constitui um problema crítico para a existência humana, pois a extinção de uma espécie é irreversível e representa a perda de um genoma único, resultado de um processo evolutivo singular e não repetível.

Assim na etapa de pré-plantio é imprescindível o resgate das espécies presentes na área degradada.

As coletas das espécies nativas foram realizadas mantendo o cuidado de remover os espécimes com o torrão, buscando diminuir o stress causado pelo choque fisiológico. As mudas foram transportadas para um viveiro e plantadas em garrafas PET contendo solo residual de manguezal, areia e terra.

A etapa foi concluída com o resgate de 1.950 indivíduos, entre propágulos, plântulas e plantas jovens. Destes, 546 foram plantados, 183 foram utilizados em reposições de perdas, enquanto outros 635 ficaram no viveiro para reposição de perdas ao longo do tempo e 586 foram perdidos. A taxa de sobrevivência foi de 69,95% para os indivíduos coletados, resultado considerado satisfatório.

A limpeza e a raspagem da área foram realizadas de forma adequada. A Figura 5 mostra a área após a raspagem, em período de maré cheia.

**Figura 5:** Área alagada após a raspagem (maré cheia)



**Foto:** Diogo Stupp (2011)

## Plantio

De acordo com Lewis et al. (2011) os gêneros de árvores e arbustos mais frequentes nos mangues são *Rhizophora*, *Avicennia* e *Laguncularia*. Estudos realizados por Londe et al. (2013) indicaram que a espécie mais abundante foi a *Laguncularia*, porém a espécie

dominante pode variar em virtude de características abióticas e bióticas, além do stress natural e antrópico.

Nesta etapa foram plantadas 146 mudas de *Rhizophora sp.*, 176 de *Laguncularia sp.* e 224 de *Avicennia sp.*, totalizando 546 mudas de espécies nativa. As mudas foram plantadas nos 6 quadrantes (Tabela 1) durante o estofa de baixa-mar próximo ao início de preamar, visando à irrigação das mudas e disponibilidade de nutrientes.

**Tabela 1:** Distribuição das mudas plantadas

Quadrante	<i>Rhizophora sp.</i>	<i>Laguncularia sp.</i>	<i>Avicennia sp.</i>	Total
Q1	27	76	0	103
Q2	42	40	19	101
Q3	36	23	26	85
Q4	27	23	23	73
Q5	14	14	69	97
Q6	0	0	87	87

De acordo com Londe et al. (2013), o pegamento das mudas é influenciado pela topografia do terreno, tolerância à inundação, influência das marés, salinidade e competição interespecífica.

### Pós-plantio

Os dados de monitoramento da etapa de pós-plantio foram avaliados e tratados semestralmente, a partir da etapa de plantio, sendo divididos em 3 períodos. No primeiro período (set/2011 a fev/2012), dada a complexidade da fase inicial do projeto de revegetação, foram coletados dados bimestrais, nos demais períodos os dados foram coletados somente no final do semestre.

Em todos os períodos também foi realizada a manutenção de todos os quadrantes sendo removidas as espécies vegetais invasoras e os resíduos trazidos pela maré. Os principais resíduos encontrados foram: garrafas PET, calçados, isopor, embalagens plásticas e sacos plásticos. Esses materiais, após a remoção, foram acondicionados em sacos pretos (100 L) e encaminhados para reciclagem ou destinação final adequada.

Este estudo avaliou apenas resíduos sólidos trazidos pela maré, porém estudos realizados por Bayen (2012) e Lewis (2011) mostraram a presença de metais, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH), poluentes orgânicos persistentes (POP) e contaminantes emergentes como produtos farmacêuticos e de cuidado pessoal (PPCP), desreguladores endócrinos (EDC), pesticidas e retardadores de chama, os quais foram detectados na água, sedimentos e biota de diferentes manguezais no mundo, incluindo o Brasil.

O Quadro 1 apresenta as principais constatações do primeiro período do plantio (set/2011 a fev/2012).

**Quadro 1:** Constatações do primeiro período

Item Avaliado	Período	Descrição
Perdas de Mudanças	Out/2011	143 perdas, principalmente nos Q1, Q2 e Q6. Taxa de sobrevivência = 73%
	Dez/2011	16 perdas
	Fev/2012	24 perdas
Regeneração Natural	Out/2011	Não identificada
	Dez/2011	148 perdas
	Fev/2012	276 perdas
Ocorrência de Espécies Invasoras	Out/2011	Q1, Q2 e Q3
	Dez/2011	Q1, Q3 e Q4
	Fev/2012	Q4 e Q5
Presença de Resíduos Sólidos	Out/2011	Q4, Q5 e Q6
	Dez/2011	Q4 e Q5
	Fev/2012	Q5 e Q6
Ocorrência de Fauna	Out/2011	Identificado o início da colonização da área por caranguejos <i>Uca sp.</i> (todos os quadrantes). Aves se alimentando no Q4 e Q6 ( <i>Myiozetetes similis</i> e <i>Egretta caerulea</i> ). Alevinos e pequenos peixes.

	Dez/2011	<p>Identificado aumento da colonização por caranguejos <i>Uca sp.</i> (todos os quadrantes) e também 2 outras espécies (<i>Goniopsis cruentata</i> e <i>Aratus pisonii</i>) no Q5.</p> <p>Presença de uma ave adulta (<i>Egretta caerulea</i>) se alimentando no Q5 e outras avistadas no Q1 (<i>Fluvicola nengeta</i>), entre o Q3 e Q4 (<i>Aramides cajanea</i>) e no Q6 (<i>Egretta thula</i>).</p> <p>Alevinos e pequenos peixes.</p>
	Fev/2012	<p>Identificadas 3 espécies de caranguejos: <i>Uca sp.</i>, <i>Goniopsis cruentata</i> e um indivíduo de <i>Ucides cordatus</i> (Q1). Dentre os caranguejos o que apresentou maior abundância foi o <i>Uca sp.</i></p> <p>Presença de aves no Q2 (<i>Egretta thula</i>), no Q6 (<i>Nyctanassa violácea</i>) e aproximadamente 10 indivíduos no Q4 (<i>Eudocimus ruber</i>). Em vôo no Q01 (<i>Ramphocelus bresilius</i>) e no Q3 (<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>) e se alimentando no Q5 e Q3 (<i>Egretta caerulea</i>).</p> <p>Alevinos e pequenos peixes.</p> <p>Um bivalve predado no Q1.</p>

Avaliando os dados do Quadro 1, com relação à mortalidade, foram considerados satisfatórios os resultados, pois as perdas apresentaram um cenário estável de dezembro de 2011 a fevereiro de 2012, com taxas de mortalidade inferiores a 5% e pegamento superior a 95%. Tal resultado pode estar associado ao estado fitossanitário das mudas utilizadas e ação da dinâmica estuarina sobre a área. O único desvio foi observado em outubro de 2011, onde a taxa de mortalidade foi superior a 26% e o pegamento inferior a 75%, tal resultado inicial pode estar associado ao pouco tempo de ação da dinâmica estuarina anterior ao plantio. As mudas perdidas neste período foram repostas.

Os alevinos e peixes foram identificados em pontos de água represada após a vazante da maré e as espécies de peixes observadas não puderam ser identificadas.

O processo de regeneração natural da vegetação só foi observado a partir de dezembro de 2011. A regeneração de áreas degradadas é lenta e, por isso, segundo Joly et al. (2011), é necessário a priorização de estudos em paisagens alteradas, os quais devem incluir os impactos causados pelas atividades antrópicas e os processos adaptativos envolvendo a fauna e a flora em tais circunstâncias.

Neste período a taxa de recrutamento foi superior a 77% e a área se mostrou atrativa para a fauna silvestre, uma vez que já em outubro de 2011, foi registrada a presença de animais utilizando a área, seja como ponto de alimentação ou *habitat*.

O Quadro 2 apresenta as principais constatações do segundo período de coleta de dados (mar/2012 a ago/2012).

**Quadro 2:** Constatações do segundo período

Item Avaliado	Descrição
Perdas de Mudas	Taxa de Sobrevivência: Q1 = 93%, Q2 = 63%, Q3 = 83%, Q4 = 100%, Q5 = 98%, Q6 = 30%
Regeneração Natural	Regeneração natural da vegetação de manguezal em todos os quadrantes, com a fixação dos propágulos das espécies <i>Rhizophora mangle</i> e <i>Avicennia schaueriana</i> .
Ocorrência de Espécies Invasoras	Presença de espécies invasoras, como gramíneas, que não chegaram a ocupar 3% dos Q2, Q3 e Q4.
Presença de Resíduos Sólidos	Q4, Q5 e Q6
Ocorrência de Fauna	Colonização de caranguejos <i>Uca</i> sp. (Q1, Q2, Q3, Q4). Alevinos e pequenos peixes em vários pontos de água represada após a vazante da maré.

Avaliando o Quadro 2, percebe-se que as atividades de monitoramento ocorridas neste período indicaram que as mudas plantadas estavam em processo de crescimento e desenvolvimento, sem apresentar problemas de fixação no solo. A Figura 6 mostra um comparativo da evolução da revegetação em um mesmo quadrante.

**Figura 6:** Evolução da revegetação em um mesmo quadrante.  
Esquerda: Fev/2012. Direita: Ago/2012



**Fotos:** Diogo Stupp (2011)

Para os Q1, Q2, Q3 e Q4, a estabilização das mudas plantadas foi positiva, e a regeneração natural ocorreu pela proximidade das árvores adultas que liberaram seus propágulos dentro da área revegetada, contribuindo assim para sua recuperação. Os propágulos também foram trazidos pela variação de marés ocorridas ao longo do Rio Saboó.

O Q6 foi o que apresentou a maior taxa de mortalidade (70%) pois encontrava-se mais próximo ao canal de navegação, recebendo assim um alto nível de energia cinética, provocado pela ação das marés, que também lançou resíduos sólidos na área de revegetação no período de maré alta dificultando a fixação e desenvolvimento dos propágulos.

De acordo com Bayen (2012) os manguezais são o destino de traços de poluentes químicos e estes estão associados a efeitos tóxicos em espécies de ecossistemas de mangue o que também pode estar relacionado à alta taxa de mortalidade do Q6. Contudo, para comprovar esta hipótese seriam necessárias análises físico-químicas do solo.

Com o crescimento das mudas plantadas a incidência de espécies invasoras diminuiu. Foi possível afirmar que a área se tornou atrativa para a fauna silvestre, uma vez que sua colonização se mostrou estável em praticamente todos os quadrantes. A presença de crustáceos, aves, alevinos de peixes foi observada em toda extensão.

O Quadro 3 apresenta as principais constatações do terceiro período de coleta de dados (set/2012 a fev/2013).

**Quadro 3:** Constatações do terceiro período

Ítem Avaliado	Descrição
Perdas de Mudas	Taxa de Sobrevivência: Q1 = 75% , Q2 = 67% , Q3 = 77% , Q4 = 93% , Q5 = 94% , Q6 = 26%
Regeneração Natural	Regeneração natural da vegetação de manguezal em todos os quadrantes. O desenvolvimento das espécies <i>Rhizophora mangle</i> e <i>Avicennia schaueriana</i> ocorreu em todos os quadrantes, com maior predominância nos Q6, Q5, Q4 e Q3. Quanto aos indivíduos de <i>Laguncularia racemosa</i> , sua presença está associada, em maior parte, na chegada dos propágulos que são trazidos pela movimentação das marés, pela proximidade dos quadrantes com o píer e por uma pequena parte, vindo do bosque natural da área revegetada.
Ocorrência de Espécies Invasoras	A presença de espécies invasoras não foi significativa.
Presença de Resíduos Sólidos	Q4, Q5 e Q6
Ocorrência de Fauna	Presença de espécies de crustáceos, aves e alevinos e peixes em toda a sua extensão.

As atividades de monitoramento realizadas em 2012 e 2013 indicaram que as mudas plantadas estavam em processo de crescimento e desenvolvimento, sem apresentar problemas de fixação no solo, visto que o pegamento ocorreu em todos os quadrantes. A taxa de sobrevivência foi considerada satisfatória, exceto no Q6 no qual a taxa de mortalidade das mudas foi elevada (74%). Neste intervalo de tempo observou-se o aparecimento do grande número de folhas e ramificações.

Ao final do terceiro período a cobertura vegetal se estendeu por toda a área em que o plantio foi realizado. Durante os monitoramentos não foram observadas interações biológicas como predação e competição nas mudas plantadas. As atividades de

manutenção, como remoção de plantas invasoras e resíduos, colaboraram para o crescimento das mudas evitando assim a competição entre as espécies invasoras.

Durante esse período, a área revegetada tornou-se um atrativo para a fauna silvestre, pois diferentes espécies passaram a colonizar o local de forma constante e permanente. Foi possível observar a presença de espécies de crustáceos, aves e alevinos de peixes em toda a extensão da área avaliada, o que confirma o exposto por Olinto et al. (2016), que a riqueza biológica dos ecossistemas costeiros faz com que essas áreas sejam os grandes "berçários" naturais, tanto para as espécies características desses ambientes, como para peixes e outros animais que migram para as áreas costeiras durante, pelo menos, uma fase do ciclo de sua vida.

A área de revegetação adjacente ao Rio Saboó indicou um processo de regeneração da floresta em estágio inicial; os indicadores dessas mudanças são: importação de propágulos de florestas vizinhas, curva crescente de densidade de jovens no período inicial, com baixa mortalidade dos mesmos, seguida de amadurecimento da comunidade caracterizada pelo aumento da altura média de jovens. A Figura 7 ilustra um comparativo da evolução da revegetação no Q5 e Q6.

**Figura 7:** Evolução da revegetação no Q5 e Q6.  
Esquerda: Ago/2012. Direita: Fev/2013



**Fotos:** Diogo Stupp (2011)

Segundo Joly et al. (2011) além do valor intrínseco de cada espécie, seu conjunto, bem como o conjunto de interações entre espécies e destas com o meio físico-químico, resultam em serviços ecossistêmicos imprescindíveis para manter a vida. E a recuperação da vegetação de manguezal avaliada neste estudo permitiu demonstrar a importância da

recuperação de áreas degradadas para a manutenção de ecossistemas costeiros, como o do rio Saboó.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As áreas de manguezais vêm sofrendo alterações em função das atividades antrópicas, como a urbanização e industrialização. O manguezal do estuário de Santos, assim como os demais manguezais de regiões urbanizadas do Brasil, apresenta áreas degradadas.

A metodologia de recuperação de vegetação de manguezal, empregada neste estudo de caso, foi eficiente, visto que os indicadores de desempenho adotados - pegamento das mudas, regeneração natural e atratividade da fauna- apresentaram resultados satisfatórios, em todos os períodos e quadrantes avaliados.

Com os resultados obtidos, foi possível verificar que as atividades de manutenção da revegetação, como replantio e retirada de espécies invasoras e resíduos sólidos, são fundamentais para o êxito da recuperação de manguezais degradados, pois a manutenção da área reestabelece as condições adequadas para o crescimento da vegetação.

A área do estudo se encontra em estágio inicial de recuperação, evidenciada com a importação de propágulos de florestas vizinhas, curva crescente de densidade de jovens no período inicial, com baixa mortalidade, seguida de amadurecimento da comunidade caracterizada pelo aumento da altura média de jovens.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, C. **Caiçaras na Mata Atlântica: pesquisa científica versus planejamento e gestão ambiental**. São Paulo: Annablume, 2000. 85 p.

AFONSO, C. M. **A paisagem da Baixada Santista: urbanização, transformação e conservação**. São Paulo: EDUSP. 2006.

BAYEN, S. **Occurrence, bioavailability and toxic effects of trace metals and organic contaminants in mangrove ecosystems: a review**. Environment International, Philadelphia, 2012. v. 48, 84-101 p.

ELLIS, W. L. e BELL, S. S. **Intertidal fish communities may make poor indicators of environmental quality: Lessons from a study of mangrove habitat modification.** Ecological Indicators, Philadelphia, 2013. n. 24, 421-430 p.

FRUEHAUF, S. P. **Rhizophora mangle (mangue vermelho) em áreas contaminadas de manguezal na Baixada Santista.** Piracicaba, 2005. 223 p.

HAMILTON, L. S. e SNEDAKER, S. M. **Handbook for mangrove area management.** 2. ed. Honolulu: East-West Center, 1984. 123 p.

HERZ, R. **Manguezais do Brasil.** São Paulo: Instituto Oceanográfico/USP, 1991. 277 p.

HONG, P. N. Restauracion de ecosistemas de manglar en Vietnam. Estudio de caso del distrito de Can Gio, Ciudad Ho Chi Minh. In: FIELD, C. (Ed.). **La restauracion de ecosistemas del manglar.** Managua: OIMT & ISME, 1997. 81-104 p.

JOLY, C. A.; HADDAD, C. F. B.; VERDADE, L. M.; OLIVEIRA, M. C.; BOLZANI, V. S.; BERLINCK, R. G. S. **Diagnóstico da pesquisa em biodiversidade no Brasil.** Revista USP, São Paulo, março/maio 2011. n. 89, 114-133 p.

LAMPARELLI, C. C. **Mapeamento dos ecossistemas costeiros do Estado de São Paulo.** São Paulo: CETESB, 1999. 108 p.

LEWIS, M.; PRYOR, R.; WILKING, L. **Fate and effects of anthropogenic chemicals in mangrove ecosystems: A review.** Environmental Pollution, Philadelphia, 2011. v. 10, n. 159, 2328-2346 p.

LONDE, V.; SALLES, D. M.; LEITE, M. G. P. L. E ANTONINI, Y. **Estrutura da vegetação de mangue associada ao gradiente de inundação no litoral norte do Espírito Santo, Brasil.** Revista Árvore, 2013. v.37, n.4, 629-637 p.

MADI, A. P. L. M.; BOEGER, M. R. T. e REISSMANN, C. B. **Composição química do solo e das folhas e eficiência do uso de nutrientes por espécies de manguezal.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 2015. v.19, n.5, 433-438 p.

MCKEE, K. L. **Seedlings recruitments patterns in a Belizean mangrove forest effects of establishment ability and physico-chemical factors.** Oecologia, Rio de Janeiro, 1995. n. 101, 448-460 p.

MENEZES, G. V.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; POFFO, I. R. F.; EYSINK, G. G. J. **Recuperação de Manguezais: um estudo de caso na baixada santista de São Paulo, Brasil.** Brazilian Journal Aquatic Science and Technology, Itajaí, 2005. v. 9, n. 1, 67-74 p.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Manguezais**. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://bit.ly/2goJUkb>>. Acesso em: 14 nov. 2016.

MOSCATELLI, M.; TEIXEIRA, M. L. F. e ALMEIDA, J. R. **O estado da arte na restauração de manguezais no estado do Rio de Janeiro**. In: Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas - SOBRADE, Ouro Preto, 1997. 525-534 p.

NEVES, R.; BARETTA, J. e MATEUS, M. **Perspectives on integrated coastal zone management in South America**. Lisboa: IST Press, 2008. 604 p.

OLINTO, A.; ACIOLY, A. C.; GONDIM, D. O.; BASTO, E. R.; ESPINDULA, J.; DA SILVA, M. M.; LINS, V. B. **O Ecossistema Manguezal**. Portal de Ecologia Aquática. Disponível em: <<http://bit.ly/2fNKMLv>>. Acesso em: 14 nov. 2016.

SÃO PAULO. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Regional. **Caracterização Socioeconômica de São Paulo – Região Metropolitana da Baixada Santista**. São Paulo, 2011.

SANTOS, A. L. G. **Manguezais da Baixada Santista-SP: alterações e permanências (1962-2009)**. São Paulo, 2009. 169 p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar**. Caribbean Ecological Research. São Paulo, 1995. 64 p.