

UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DE
ECOSSISTEMAS COSTEIROS E MARINHOS
MESTRADO EM ECOLOGIA

ERIKA VIVEIROS BELTRAN

AVALIAÇÃO DA REGENERAÇÃO E TESTES DE PLANTIO EM UM MANGUEZAL
ATERRADO NO RIO BOTUROCA COMO MEDIDA COMPENSATÓRIA PARA O
LICENCIAMENTO AMBIENTAL – SÃO VICENTE / SP

SANTOS/SP

2012

ERIKA VIVEIROS BELTRAN

**AVALIAÇÃO DA REGENERAÇÃO E TESTES DE PLANTIO EM UM MANGUEZAL
ATERRADO NO RIO BOTUROCA COMO MEDIDA COMPENSATÓRIA PARA O
LICENCIAMENTO AMBIENTAL – SÃO VICENTE / SP**

Dissertação apresentada à Universidade Santa Cecília como parte dos requisitos para obtenção de título de mestre no Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, sob orientação do Prof. Dr. Fabio Giordano e da Profa. Dra. Mara Angelina Galvão Magenta.

SANTOS/SP

2012

Beltran, Erika Viveiros

Avaliação da regeneração e testes de plantio em um manguezal aterrado no rio Boturoca como medida Compensatória para o licenciamento ambiental - São Vicente / Erika Viveiros Beltran. -- 2012. 87 f.

Orientador: Fabio Giordano.

Coorientador: Mara Angelina Galvão Magenta.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Santa Cecília, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, Santos, SP, 2012.

1. Regeneração natural. 2. *Laguncularia racemosa*. 3. Áreas de preservação permanente. I. Giordano, Fabio, orient. II. Magenta, Mara Angelina Galvão, coorient. III. Título.

Elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas - Unisanta

UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA

**AVALIAÇÃO DA REGENERAÇÃO E TESTES DE PLANTIO EM UM MANGUEZAL
ATERRADO NO RIO BOTUROCA COMO MEDIDA COMPENSATÓRIA PARA O
LICENCIAMENTO AMBIENTAL – SÃO VICENTE / SP**

ERIKA VIVEIROS BELTRAN

Dissertação julgada adequada para obtenção do título de mestre em Ecologia,
defendida e aprovada em 18/12/2012 pela Banca Examinadora.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Fabio Giordano
Universidade Santa Cecília

Profa. Dra. Mara Angelina Galvão Magenta
Universidade Santa Cecília

Prof. Dr. João Marcos Miragaia Schmiegelow
Universidade Santa Cecília

Prof. Dr. Ricardo Palamar Menghini
Universidade Paulista

☐ **O orientador declara que a Dissertação tem a aprovação** para digitalização (02 cópias em CD),
a fim de serem entregues na Secretaria para o início do processo de pedido de diploma, com o prazo
máximo de **30 dias** a contar da defesa.

☐ **O orientador declara que a Dissertação tem a aprovação condicionada às reformulações
solicitadas pela Banca Examinadora** no prazo máximo de **90 dias** a contar da defesa, tendo o
aluno, obrigatoriamente, que apresentar a dissertação com as reformulações aprovadas até ____ / ____
/ _____. O aluno tem, a partir desta data-limite, o prazo máximo de **30 dias** para a entrega de 02 cópias
em CD da dissertação, a serem entregues na Secretaria para o início do processo de pedido de
diploma.

Assinatura do Orientador

Data: ____ / ____ / ____

Dedicado à minha avó Romilda, por me ensinar
a amar incondicionalmente todos os seres
vivos.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Fabio Giordano, orientador e grande incentivador deste trabalho, tornou nossas saídas de campo ainda mais interessantes, com sua sabedoria, disposição e bom-humor. Agradeço imensamente pelos baldes de água de rio na cabeça para aliviar o calor nos dias quentes!

À Profa. Dra. Mara Magenta, orientadora, pelas importantes sugestões que tanto agregaram a este trabalho.

À Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, por meio da Universidade Empresarial – UESabesp, que subsidiou grande parte do trabalho, tornando possível sua realização.

Ao Eng. Celso Eduardo Campos Osse e à Mariza Cardozo Martins, da SABESP, pelo apoio na realização desse projeto, permitindo meu aprimoramento profissional.

Aos colegas da SABESP: Almir Marcellino, Ivo Jeremias Poli, João Abreu dos Santos, Ronaldo Barcala, Janaína (HSP) e Luciano (LFM), pela ajuda e participação.

Aos colegas de mestrado: Bruno, Elias, Fábio, Mazza, Silmara e Walter, e também ao Prof. Dr. Walter Barrella, pela contribuição em campo e pelo privilégio de pisar na lama e conhecer um pouquinho desse ecossistema espetacular que é o manguezal.

Aos alunos do curso de graduação em Ciências Biológicas da UNISANTA: Ana Paula Cavalieri, Fabio Schaefer, Kamila Drieli de Oliveira, Karine Soares de Oliveira e Thais Alencar da Silva, pela participação nos trabalhos de campo. Especialmente ao aluno Matheus Mano Clara, por sua grande participação e por trazer o sol!

Ao tiozinho do almoxarifado da ETA-Itú, por fornecer “o balde” e outras ferramentas.

Ao Alex Salim Rocha, meu grande amor e mentor, por seu grande incentivo, admiração e compreensão nos momentos em que precisei estar ausente.

“Se soubesse que o mundo se acabaria amanhã, eu ainda hoje plantaria uma
árvore.”

Martin Luther King

“No começo pensei que estivesse lutando para salvar seringueiras, depois pensei
que estava lutando para salvar a Floresta Amazônica. Agora, percebo que estou
lutando pela humanidade”.

Chico Mendes

RESUMO

Manguezais são ecossistemas costeiros que, embora protegidos por lei e considerados como áreas de preservação permanente (APP), sofrem efeitos degradantes causados por pressões antrópicas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do processo de regeneração natural e do plantio direto da espécie *Laguncularia racemosa* como método de recomposição de um manguezal aterrado no Rio Boturoca, em São Vicente (SP), no período de maio/2011 a maio/2012, após a retirada de um aterro. Uma área de 144 m² foi dividida em parcelas, subdivididas em quadrados, os quais foram sorteados a fim de se monitorar o crescimento de indivíduos de *L. racemosa* em regeneração, bem como o de mudas juvenis transplantadas da área do entorno e de plântulas transplantadas da própria área de amostragem. Para tanto, foram medidos: altura, número de folhas e diâmetro à altura da base (DAB). Os indivíduos em regeneração natural apresentaram uma taxa de crescimento médio em altura de 5,9 cm.mês⁻¹; o número de folhas aumentou 7,5 vezes; o crescimento médio do DAB foi 1,1 mm.mês⁻¹; e a sobrevivência foi de 100%. Os juvenis transplantados apresentaram uma taxa de crescimento médio em altura de 5,4 cm.mês⁻¹; o aumento em folhas foi de 8,5 vezes no período; e a taxa de sobrevivência foi de 67,5%. As plântulas transplantadas tiveram taxa aumento médio em altura de 4,8 cm.mês⁻¹; o aumento em folhas foi de 12,5 vezes no período; e 1,2 mm.mês⁻¹ em DAB; a taxa de sobrevivência foi de 100%. O plantio direto de indivíduos juvenis foi bem sucedido e as perdas ocorreram nas parcelas próximas à região sombreada do manguezal vizinho. *Laguncularia racemosa* parece ser a espécie melhor adaptada a iniciar uma sucessão secundária em manguezais impactados nas condições de regeneração após sofrer um aterro. A retirada do aterro contribuiu para a capacidade de regeneração do manguezal. A diferença de cotas no terreno foi um fator preponderante para o estabelecimento de propágulos. A presença de mecanismos naturais de recrutamento, tais como fontes de propágulos, possibilitaram o sucesso do processo regenerativo do manguezal do rio Boturoca.

PALAVRAS-CHAVE: Regeneração natural. *Laguncularia racemosa*. Áreas de Preservação Permanente.

ABSTRACT

Mangroves are coastal ecosystems which, although protected by law and considered as permanent preservation areas (PPA), suffer degrading effects caused by anthropogenic pressures. The goal of this study was to evaluate the efficiency of the process of natural regeneration and direct planting of species *Laguncularia racemosa* as a method of rebuilding a mangrove grounded in Boturoca River in São Vicente (SP), from the May/2011 to May/2012, after the withdrawal of a landfill. An area of 144 m² was divided into plots subdivided into squares, which were drawn in order to monitor the growth of individuals of *L. racemosa* in regeneration, and the juvenile seedlings transplanted from surrounding area and seedlings transplanted own sampling area. So, were measured: height, leaf number and diameter at base height (DAB). Individuals in natural regeneration showed a growth rate average height of 5.9 cm.month⁻¹, the number of leaves increased 7.5 times, the average growth was 1.1 mm.month⁻¹ DAB and survival was 100%. Juveniles transplant showed a growth rate of average height of 5.4 cm.month⁻¹; sheets was increased 8.5 times over the period, and the survival rate was 67.5%. Seedlings were transplanted rate average increase in height of 4.8 cm.month⁻¹; increased in leaves was 12.5 times the period and 1.2 mm.month⁻¹ in DAB, the survival rate was 100%. Direct planting of juveniles was successful and the losses occurred in the plots near the shaded region of neighboring mangrove area. *Laguncularia racemosa* species seems to be better adapted to initiate a secondary succession in mangroves impacted in terms of regeneration after suffering a landfill. The withdrawal of landfill capacity contributed to the regeneration of mangroves. The coordinate difference on the ground was a major factor in the establishment of seedlings. The presence of natural recruitment mechanisms, such as sources of propagules, enabled the success of the regenerative process of the Boturoca River mangrove.

KEYWORDS: Natural regeneration. *Laguncularia racemosa*. Permanent Preservation Areas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da divisão político-administrativa da Região Metropolitana da Baixada Santista. Fonte: IGC e Emplasa (2005).....	19
Figura 2 – Localização da área de estudo, junto à margem direita do rio Boturoca, na área continental do município de São Vicente. Fonte: foto adaptada do Google Earth.	20
Figura 3 – Curva das temperaturas médias mensais para o município de São Vicente. A linha vermelha indica a temperatura média no período (24°C). Fonte: adaptado de CEPAGRI (2011).....	21
Figura 4 – Histograma representativo das médias mensais de precipitação das séries históricas (1938 a 2004) no posto E3-228 – Humaitá. A linha vermelha indica a precipitação média mensal no período (205,6 mm). Fonte: adaptado de DAEE (2004).....	22
Figura 5 – Representação gráfica da delimitação das parcelas, a partir do rio.....	26
Figura 6 – Representação gráfica da numeração dos quadrados.....	26
Figura 7 – Delimitação das parcelas P-I a P-VI, bem como a área de recuperação do manguezal do rio Boturoca. Fonte: foto adaptada do Google Earth.....	30
Figura 8 – Distribuição dos indivíduos em regeneração natural ao longo das parcelas P1 a P6, destacando-se a espécie <i>Laguncularia racemosa</i> como predominante na área.	32
Figura 9 – Representação gráfica dos quadrados sorteados em cada parcela para acompanhamento do processo de regeneração natural de <i>Laguncularia racemosa</i>	33
Figura 10 – Curvas de crescimento médio mensal em altura (cm) dos indivíduos de <i>Laguncularia racemosa</i> em regeneração natural presentes nas parcelas P1 a P6, no período de maio/2011 a maio/2012.....	34
Figura 11 – Taxa de crescimento médio mensal em altura (cm) de indivíduos de <i>Laguncularia racemosa</i> em regeneração natural, nas parcelas P1 a P6 e desvio padrão.	35
Figura 12 – Curvas de crescimento médio mensal do número de folhas de indivíduos de <i>L. racemosa</i> em regeneração natural nas parcelas P1 a P6, no período de maio/2011 a maio/2012.....	36

Figura 13 – Taxa de crescimento médio mensal no número de folhas de indivíduos de <i>L. racemosa</i> em regeneração natural, nas parcelas P1 a P6 e desvio padrão. ...	36
Figura 14 – Curvas de crescimento médio mensal em diâmetro (mm) dos indivíduos de <i>Laguncularia racemosa</i> em regeneração natural nas parcelas P1 a P6, no período de maio/2011 a maio/2012.....	37
Figura 15 – Taxa do crescimento médio mensal do diâmetro à altura da base (mm) de indivíduos de <i>L. racemosa</i> em regeneração natural, nas parcelas P1 a P6 e desvio padrão.....	38
Figura 16 – Representação gráfica dos quadrados sorteados para transplante de mudas juvenis (rosa) e de plântulas (verde) de <i>Laguncularia racemosa</i>	39
Figura 17 – Taxa de sobrevivência mensal das mudas juvenis de <i>Laguncularia racemosa</i> transplantadas, durante o período de maio/2011 a maio/2012.....	40
Figura 18 – Curvas de crescimento médio mensal em altura (cm) das mudas juvenis de <i>L. racemosa</i> transplantadas, nas parcelas P1 a P6, no período de maio/2011 a maio/2012.....	41
Figura 19 – Taxa de crescimento médio mensal em altura (cm) de mudas juvenis de <i>Laguncularia racemosa</i> nas parcelas P1 a P6 e desvio padrão.....	41
Figura 20 – Curvas de crescimento médio mensal do número de folhas de mudas juvenis de <i>Laguncularia racemosa</i> nas parcelas P1 a P6, no período de maio/2011 a maio/2012.....	42
Figura 21 – Taxa de crescimento médio mensal no número de folhas de mudas juvenis de <i>Laguncularia racemosa</i> , nas parcelas P1 a P6 e desvio padrão.....	43
Figura 22 – Curvas de crescimento médio mensal em altura (cm) das plântulas de <i>L. racemosa</i> transplantadas (P1T, P4T e P6T) e das plântulas pré-existent nas parcelas (P1E e P4E).....	44
Figura 23 – Taxa de crescimento médio mensal em altura (cm) de plântulas de <i>L. racemosa</i> transplantadas nas parcelas P1, P4 e P6 comparadas com as pré-existent e desvio padrão.....	44
Figura 24 – Curvas de crescimento médio mensal do número de folhas de plântulas de <i>L. racemosa</i> transplantadas (P1T, P4T e P6T) e das plântulas pré-existent nas parcelas (P1E e P4E), no período de maio/2011 a maio/2012.....	45
Figura 25 – Taxa do aumento médio mensal do número de folhas de plântulas de <i>L. racemosa</i> transplantadas nas parcelas P1, P4 e P6 comparadas com as existentes e desvio padrão.....	46

Figura 26 – Curvas de crescimento médio mensal do diâmetro à altura da base de plântulas de <i>L. racemosa</i> transplantadas (P1T, P4T e P6T) e das plântulas pré-existent nas parcelas (P1E e P4E), no período de maio/2011 a maio/2012.....	47
Figura 27 – Taxa do crescimento médio mensal do diâmetro à altura da base (mm) de plântulas de <i>L. racemosa</i> transplantadas nas parcelas P1, P4 e P6 comparadas com as existentes e desvio padrão.	47
Figura 28 – Perfil da topografia da área de estudo, incluindo todos os quadrados das parcelas e mostrando a altura da maré baixa de sizígia às 10h10 do dia 27/09/12. .	49
Figura 29 – Perfil topográfico da área de estudo, dividido em três transectos (próximo à estrada, no meio das parcelas e próximo ao manguezal) e linha de maré baixa de sizígia.....	50

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Área de estudo aterrada. Dezembro/2009. Fonte: Sabesp.....	65
Foto 2 - Retirada do aterro. Fevereiro/2010. Fonte: Sabesp.....	65
Foto 3 - Área dois meses após a retirada do aterro. Abril/2010. Fonte: Sabesp.....	66
Foto 4 - Área oito meses após a retirada do aterro. Outubro/2010. Fonte: Sabesp. .	66
Foto 5 - Indivíduos em regeneração, após 14 meses da retirada do aterro. Abril/2011. Fonte: Sabesp.....	67
Foto 6 - Demarcação da área de estudo. Maio/2011.	67
Foto 7 - Área de estudo demarcada. Maio/2011.	68
Foto 8 - Área recuperada. Maio/2012.....	68
Foto 9 - Adensamento de juvenis de <i>Laguncularia racemosa</i>	69
Foto 10 - Plantio de propágulos de <i>Rhizophora mangle</i>	69
Foto 11 - Vista da montante do Rio Boturoca na maré baixa de sizígia.....	70
Foto 12 - Coleta de mudas juvenis com dois pares de folhas de <i>L. racemosa</i>	70
Foto 13 - Local de retirada das mudas juvenis, junto ao manguezal vizinho.	71
Foto 14 - Mudas juvenis plantadas em quadrado sorteado.....	71
Foto 15 - Retirada de plântula de quadrado sorteado para plantio de juvenis.	72
Foto 16 - Plantio de plântula em quadrado sorteado.....	72
Foto 17 - Medição da altura total com fita métrica.....	73

Foto 18 - Contagem do número de folhas.....	73
Foto 19 - Medição do diâmetro à altura da base com paquímetro.	74
Foto 20 - Demarcação de parcelas no manguezal vizinho.....	74
Foto 21 - Contagem dos novos recrutas de <i>L. racemosa</i>	75
Foto 22 - Aparecimento de flores nos indivíduos de <i>L. racemosa</i>	75
Foto 23 - Desenvolvimento de frutos em <i>L. racemosa</i>	76
Foto 24 - Caranguejos chama-maré (<i>Uca sp</i>) na área de recuperação.	76
Foto 25 – Caranguejo maria-mulata ou aratu (<i>Goniopsis cruentata</i>).....	77
Foto 26 - Caranguejo aratu.	77
Foto 27 - Perereca-verde.	78
Foto 28 - Colhereiro (<i>Ajaia ajaja</i>).....	78
Foto 29 - Guarás-vermelhos (<i>Eudocimus ruber</i>).	79
Foto 30 - Pegadas de mão-pelada ou guaxinim (<i>Procyon cancrivorus</i>).	79
Foto 31 - Pegadas do ungulado veado-mateiro e de guaxinim.	80
Foto 32 - Veado-mateiro (<i>Mazama sp</i>).....	80
Foto 33 - Presença de polinizadores.	81
Foto 34 - Resíduos sólidos trazidos pelas marés.....	81
Foto 35 - Anel de identificação, confeccionado a partir de garrafas PET.....	82
Foto 36 - Levantamento topográfico.....	82
Foto 37 - Régua-mira para levantamento topográfico.....	83
Foto 38 - Erika, Prof. Fabio, Matheus e Kamila (alunos da graduação de Biologia).	83
Foto 39 - Prof. Fabio e alunos do Mestrado em Ecologia.	84
Foto 40 - Prof. Fabio, Karine, Thais, Ana Paula, Matheus e Erika.	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Número de indivíduos por espécie em cada parcela.....	48
Tabela 2 – Cálculo do Índice de Valor de Importância (IVI). DR: Densidade Relativa; FR: Frequência Relativa; DoR: Dominância Relativa.	48
Tabela 3 - Resultados de ANOVA para valores de $p \leq 0,05$	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivos	17
1.2 Justificativa.....	18
2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	19
2.1 Localização	19
2.2 Clima.....	20
2.3 Hidrologia.....	22
2.4 Geomorfologia.....	23
2.5 Manguezais da Baixada Santista	24
2.6 Fauna associada aos manguezais do Rio Boturoca	24
2.7 Aspectos legais	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 Delimitação e limpeza da área de estudo.....	26
3.2 Composição florística da área em regeneração	27
3.3 Monitoramento da regeneração de <i>Laguncularia racemosa</i>	27
3.4 Acompanhamento do transplante de mudas de <i>Laguncularia racemosa</i>	28
3.5 Composição florística do manguezal vizinho	29
3.6 Levantamento topográfico da área de estudo	30
3.7 Análise estatística	31
4 RESULTADOS.....	32
4.1 Composição florística da área em regeneração	32
4.2 Monitoramento da regeneração de <i>Laguncularia racemosa</i>	33
4.2.1 Crescimento em altura	33
4.2.2 Aumento do número de folhas.....	35
4.2.3 Crescimento em diâmetro à altura da base (DAB).....	37
4.2.4 Novos recrutamentos e inflorescências	38
4.3 Acompanhamento do transplante de mudas de <i>Laguncularia racemosa</i>	39
4.3.1 Taxa de sobrevivência das mudas juvenis	39
4.3.2 Crescimento em altura das mudas juvenis.....	40
4.3.3 Aumento do número de folhas das mudas juvenis	42
4.3.4 Crescimento em altura das plântulas transplantadas	43
4.3.5 Aumento do número de folhas das plântulas transplantadas.....	45

4.3.6 Crescimento em diâmetro à altura da base (DAB) das plântulas transplantadas	46
4.4 Composição florística do manguezal vizinho.....	48
4.5 Levantamento topográfico	49
4.6 Análise estatística	50
5 DISCUSSÃO	51
5.1 Composição florística da área em regeneração	51
5.2 Monitoramento da regeneração de <i>Laguncularia racemosa</i>.....	51
5.3 Acompanhamento do transplante de mudas de <i>Laguncularia racemosa</i>....	53
5.4 Composição florística do manguezal vizinho.....	55
5.5 Levantamento topográfico	56
5.6 Considerações finais	57
5.7 Recomendações para o plantio direto de <i>Laguncularia racemosa</i>.....	58
6 CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
APÊNDICE.....	65
ANEXOS	85

1 INTRODUÇÃO

Manguezal é um ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés. É constituído de espécies vegetais lenhosas típicas (angiospermas), além de micro e macroalgas (criptógamas), adaptadas à flutuação de salinidade e caracterizadas por colonizarem sedimentos predominantemente lodosos, com baixos teores de oxigênio. Ocorre em regiões costeiras abrigadas e apresenta condições propícias para alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies animais, sendo considerado importante transformador de nutrientes em matéria orgânica e gerador de bens e serviços (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995, apud SANTOS, 2009).

De acordo com Schaeffer-Novelli et al. (1990), os manguezais brasileiros estão distribuídos por toda a costa brasileira, tendo como limite norte o Cabo Orange (04°30'N), onde a precipitação média anual é de 3.250 mm, permitindo seu máximo desenvolvimento; e como limite sul a região de Laguna (28°30'S), em Santa Catarina, onde a temperatura média anual para o mês mais frio é de 15,7°C, abaixo da qual não há condições propícias ao desenvolvimento de manguezais.

Os manguezais da Baixada Santista representam cerca de 43% dos 231 km² de manguezais da costa paulista. Um levantamento do seu estado de conservação, baseado em fotografias aéreas do período entre 1958 e 1989, demonstrou que 44% (58 km²) dos manguezais originalmente existentes na Baixada Santista encontravam-se degradados e 16% (20 km²) haviam sido aterrados para ocupação urbana ou industrial, sendo que apenas 40% (53 km²) mantinham-se em bom estado de conservação, a maioria na região de Bertioga (CETESB, 2001).

A pressão sobre os ambientes costeiros, sobretudo os manguezais, vem se intensificando nas últimas décadas. As possíveis causas de alterações dos manguezais da Baixada Santista incluem basicamente a construção de vias de acesso e de instalações imobiliárias, tais como: expansão da mancha urbana, introdução de estruturas náuticas, construção de rodovias e ferrovias, expansão portuária e retificação do canal do Porto de Santos. Tais alterações provocaram a perda de extensas áreas de manguezal por aterros, alagamentos, cortes de vegetação, bem como alterações na hidrodinâmica local, com a modificação da

topografia e do fluxo dos rios e canais (CUNHA-LIGNON et al., 2009; SANTOS, 2009).

Devido à sua importância, os manguezais são considerados Áreas de Preservação Permanente, em toda a sua extensão, protegidos pela Lei 12.651, de 25/05/12 – novo Código Florestal. Entende-se por Área de Preservação Permanente (APP): área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

O licenciamento ambiental é um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6.938/81), cujo objetivo é agir preventivamente sobre a proteção do meio ambiente e compatibilizar sua preservação com o desenvolvimento socioeconômico (TCU, 2007). Assim, constitui uma obrigação legal prévia à instalação de qualquer empreendimento ou atividade potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente.

O ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente estabelece as condições, restrições e medidas de controle que deverão ser obedecidas pelo empreendedor é a licença ambiental (BRASIL, 1997). Usualmente, são três os tipos de licença: prévia, de instalação e de operação; cada qual é exigida em uma fase distinta do empreendimento. No entanto, essas licenças não eximem o empreendedor da obtenção de outras autorizações ambientais específicas, dependendo da natureza do empreendimento e dos recursos ambientais envolvidos (TCU, 2007). Uma delas é a Autorização para intervenção ou supressão de vegetação nativa em Áreas de Preservação Permanente, concedida somente nas hipóteses de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental.

Uma forma de medida compensatória para recuperação das APPs é a condução da regeneração natural de espécies nativas, ou ainda, o plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural. Esta metodologia foi proposta recentemente com a Resolução CONAMA nº 429/2011, que traz em seu bojo os requisitos e procedimentos que devem ser observados.

A recuperação ambiental pode ser definida como: o retorno do ecossistema à sua condição anterior à degradação, considerando-se principalmente as funções do

ecossistema antes do distúrbio e as características físicas, químicas e biológicas relacionadas. A recuperação pode ser um processo natural, com ou sem interferência humana (MENEZES, 1999).

A principal ferramenta utilizada na restauração de manguezais tem sido o plantio. No entanto, uma melhor abordagem seria trabalhar com processos de recuperação natural, uma vez que estes reduzem as falhas que envolvem o esforço de plantio, bem como o custo dispendido na recuperação (LEWIS & STREEVER, 2000).

Dentre as várias razões para reabilitação do ecossistema manguezal, Field (1999) destaca as seguintes: a) conservação dos processos ecológicos e da diversidade genética; b) finalidade de melhorar a paisagem nas zonas costeiras e estuários; c) como sistemas de usos múltiplos, com alto rendimento e de produção sustentável dos recursos naturais; e d) proteção das áreas costeiras.

Segundo Donato et al. (2011), os manguezais desempenham papel fundamental no controle das emissões de carbono atmosférico, uma vez que armazenam grande quantidade desse gás nas camadas mais profundas do solo. Por outro lado, quando há degradação e desmatamento esse carbono é liberado, resultando em emissões potencialmente elevadas de gases do efeito estufa.

Em recente estudo, Siikamäki, Sanchirico & Jardine (2012) verificaram que há um grande potencial de os manguezais serem incorporados em programas de Redução de Emissões por Degradação e Desmatamento (REDD). No entanto, o carbono aprisionado no solo, que constitui a maior parte do carbono dos manguezais, geralmente é excluído da compensação de carbono no REDD.

1.1 Objetivos

Este trabalho teve por objetivo geral avaliar a eficiência do processo de regeneração e do plantio direto da espécie *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn, como método de recomposição de manguezais. E teve por objetivos específicos:

- a) caracterizar a composição florística de um manguezal em estágio inicial de regeneração;

- b) monitorar a capacidade de regeneração, por meio de taxas de crescimento de *Laguncularia racemosa*, pelo período de 12 meses;
- c) acompanhar o desenvolvimento de mudas transplantadas de *L. racemosa*, a partir da área adjacente e da própria área de amostragem;
- d) caracterizar a vegetação do manguezal existente no entorno da área, quanto à densidade e dominância das espécies;
- e) comparar os resultados encontrados com respostas de outros manguezais que também sofreram perturbações.

1.2 Justificativa

Os manguezais servem de abrigo para várias espécies da fauna, retêm os sedimentos carregados para os cursos d'água, reduzem a erosão costeira e auxiliam na manutenção dos estoques pesqueiros. Além disso, também servem como fonte para obtenção de propágulos e plântulas para recuperação de outros manguezais (SANTOS, 2009). Sua preservação, além de garantir a redução das emissões de carbono, também traz outros benefícios, tais como a proteção da biodiversidade (SIIKAMÄKI, SANCHIRICO & JARDINE, 2012).

Apesar de serem considerados como Área de Preservação Permanente – APP desde 1965, data do antigo Código Florestal (Lei 4.771/65), o processo de destruição desse ecossistema na Baixada Santista se intensificou nas últimas décadas devido a fortes pressões de ocupação urbana, industrial e portuária.

Dessa forma, sua conservação e recuperação são imprescindíveis. E estudos que envolvam o aprimoramento de técnicas para promover sua rápida e eficiente regeneração devem ser priorizados.

Este trabalho tem como diferencial o acompanhamento da capacidade de regeneração de um manguezal que foi aterrado e o desenvolvimento de testes com plantio direto de mudas oriundas da própria área que possam auxiliar na condução da regeneração, tornando-a mais rápida e eficaz.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 Localização

O município de São Vicente integra a Região Metropolitana da Baixada Santista – RMBS, juntamente com os municípios de Bertioga, Guarujá, Santos, Cubatão, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe. Situa-se na porção central dessa região e dista cerca de 72 Km da capital, limitando-se ao norte e noroeste com Cubatão, São Bernardo do Campo e São Paulo, à leste com Santos, ao sul e sudeste com o Oceano Atlântico e ao sul e sudoeste com Praia Grande, Mongaguá e Itanhaém (AGEM, 2005), conforme observado no mapa da Figura 1. Possui uma área territorial de aproximadamente 146 Km², dos quais 18 Km² estão na região insular e 117 Km² na região continental, separadas pelo Canal dos Barreiros, incluindo 11 Km² de rios e canais (SÃO VICENTE, 2009).

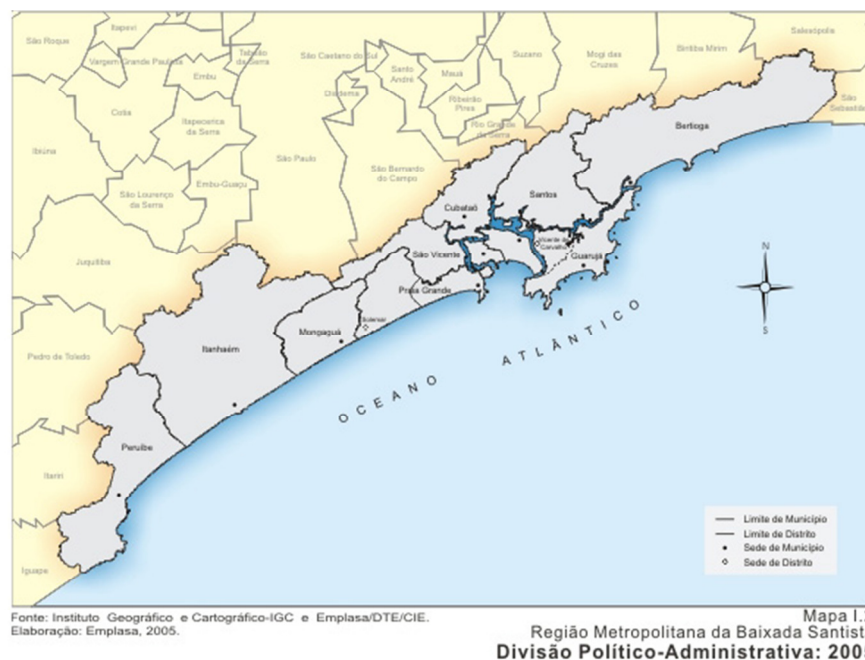


Figura 1 – Mapa da divisão político-administrativa da Região Metropolitana da Baixada Santista. Fonte: IGC e Emplasa (2005).

A área de estudo está localizada no final da Estrada do Rio Boturoca, junto à margem direita do rio, nas coordenadas 23°57'47.06"S e 46°28'44.31"O, cujo acesso é possível pela Av. Marginal, no Km 65 oeste da Rodovia Padre Manoel da Nóbrega

(SP-55), no sentido Cubatão – Praia Grande, ao lado do Centro Prisional Estadual de São Vicente, no bairro Samaritá, conforme observado na Figura 2.

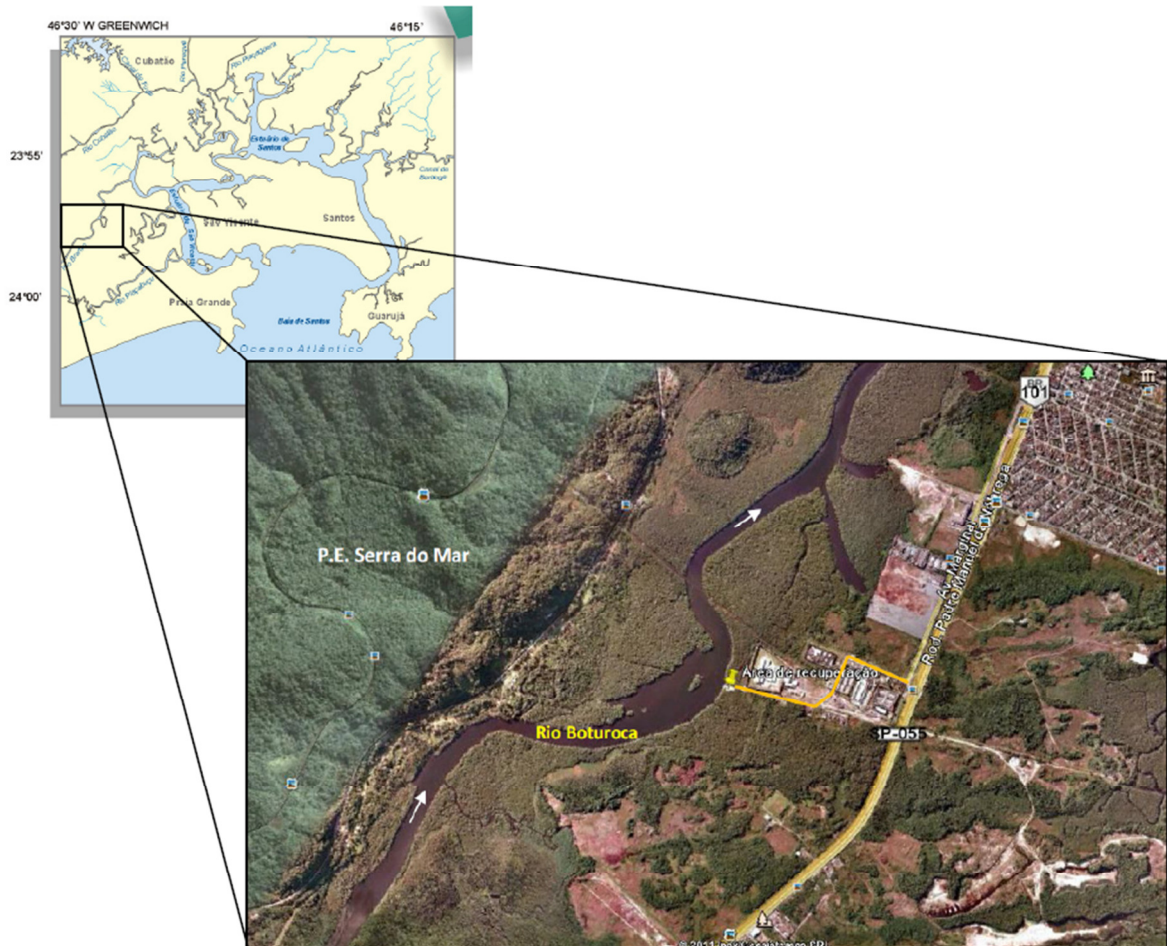


Figura 2 – Localização da área de estudo, junto à margem direita do rio Boturoca, na área continental do município de São Vicente. Fonte: foto adaptada do Google Earth.

A região do entorno é ocupada por várias indústrias e comércios, num raio aproximado de 1.000 m, além do centro prisional e da futura Estação de Tratamento de Água da Sabesp, ETA-Itú, localizada na Estrada do Rio Boturoca. Devido à proximidade com o presídio, o acesso à área é bastante restrito, conferindo uma proteção maior à área de recuperação e aos projetos ali desenvolvidos.

2.2 Clima

Segundo a classificação climática de Koeppen, baseada em dados mensais pluviométricos e termométricos, o município de São Vicente, assim como toda a

faixa litorânea, recebe a classificação Af, caracterizada pelo clima tropical chuvoso, sem estação seca, com precipitação média do mês mais seco superior a 60 mm (CEPAGRI, 2011). Uma das características da região é a alta taxa de umidade relativa durante todo o ano, sempre superior a 80%. Essa taxa tão elevada resulta da intensa evaporação e das constantes inversões das massas de ar de origem polar associadas ao relevo escarpado (SÃO VICENTE, 2009).

Os dados de temperatura do ar para o município de São Vicente foram obtidos por meio de equação de temperatura, com médias estimadas pelo CEPAGRI (2011) e podem ser observados na Figura 3. A temperatura média anual para o município é de 24,7°C. A média das temperaturas mínimas é de 18°C (13,3 a 22°C) e a média das máximas de 31,3°C (27,6 a 34,4°C).

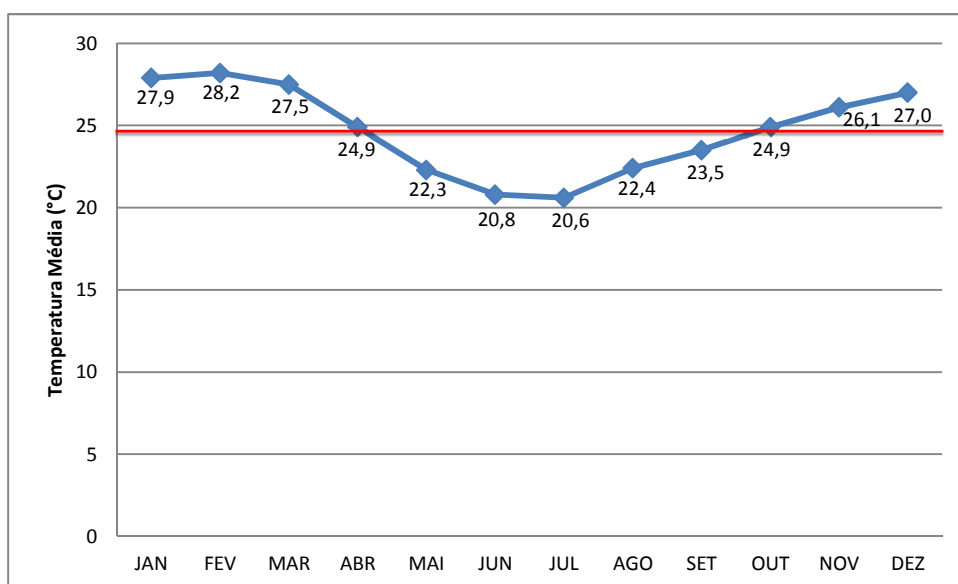


Figura 3 – Curva das temperaturas médias mensais para o município de São Vicente. A linha vermelha indica a temperatura média no período (24°C). Fonte: adaptado de CEPAGRI (2011).

Os dados hidrometeorológicos de interesse foram obtidos através do “Banco de Dados Pluviométricos do Estado de São Paulo”, do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE, 2004). A partir dos dados de valores mensais de precipitação das séries históricas coletadas, foram calculadas as médias mensais, considerando-se apenas os valores consistidos do banco de dados, cujo histograma representativo pode ser conferido na Figura 4.

Dentre os pluviogramas disponíveis, o mais significativo para o trecho em estudo foi o do posto de prefixo E3-228, localizado no Humaitá, em São Vicente, com precipitação média mensal de 205,6 mm e precipitação média anual de 2.340,4 mm.

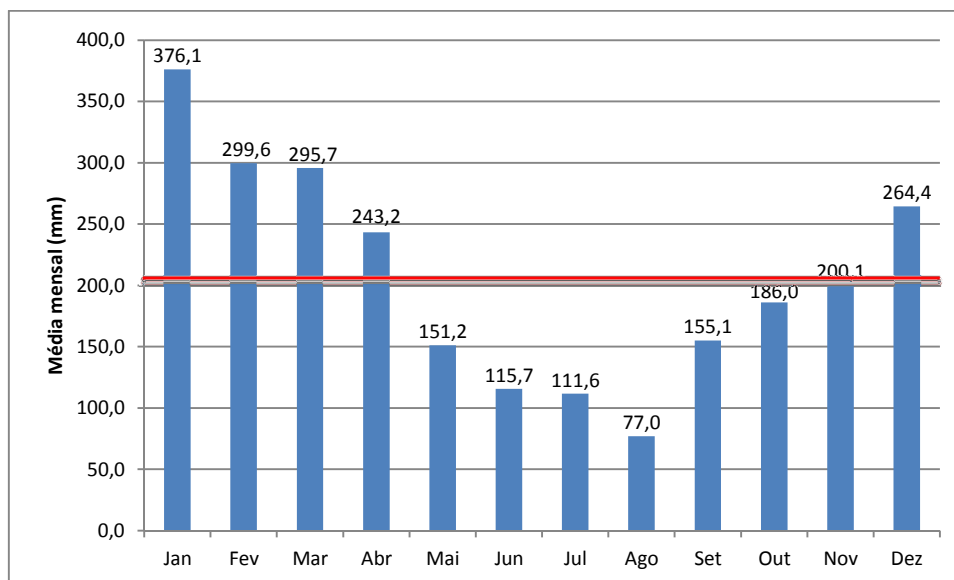


Figura 4 – Histograma representativo das médias mensais de precipitação das séries históricas (1938 a 2004) no posto E3-228 – Humaitá. A linha vermelha indica a precipitação média mensal no período (205,6 mm). Fonte: adaptado de DAEE (2004).

2.3 Hidrologia

O município de São Vicente, assim como toda a RMBS, é drenado por uma rede hídrica pertencente à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos nº 7 – UGRHI-7 – Baixada Santista, cujas nascentes se encontram na vertente marítima da Serra do Mar e, após vencer desníveis de até 1.100 m, conformam planícies flúvio-marinhas, drenam manguezais e deságuam no oceano ou canais estuarinos. Sua área de drenagem é de 2.788,82 km², compreendendo a região do estuário de Santos, São Vicente e Cubatão, as bacias do litoral norte em Bertioga, e as do litoral sul e centro-sul em Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá e Praia Grande. Essa bacia está inserida na província geomorfológica denominada Província Costeira e seus principais cursos d'água são os rios: Cubatão, Mogi e Quilombo ao centro; Itapanhaú, Itatinga e Guaratuba ao norte; e Branco (ou Boturoca) e Itanhaém ao sul (DAEE, 2007).

A sub-bacia do Rio Boturoca possui uma área de drenagem de 182,84 Km², cuja nascente está localizada no sopé da Serra do Mar e a foz no Rio Santana em São Vicente. É uma das sub-bacias mais críticas da UGRHI-7 quanto aos processos de assoreamento (AGEM, 2009).

O Rio Boturoca é classificado como corpo d'água pertencente à Classe 2, ou seja, aquele cujas águas podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui-aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; à aquicultura e à atividade de pesca (SÃO PAULO, 1977).

2.4 Geomorfologia

O território do município de São Vicente integra a complexa planície sedimentar da Baixada Santista, formada pelas planícies de Praia Grande e Bertioga. Estas planícies apresentam morros isolados na ilha de São Vicente (Santos/São Vicente) e de Santo Amaro (Guarujá), sendo delimitada pela linha de costa, e em sua porção interior, pelas cristas da escarpa da Serra do Mar. Dentro da área municipal, situam-se os morros: dos Barbosas, Iraipé, Xixová, Japuí, Frade, Cutupé, Voturuá, Mãe Maria, Pico do Itaipú e Ilha Porchat (SÃO VICENTE, 2009).

A área de estudo possui topografia irregular, com uma porção do terreno ligeiramente mais elevada próximo ao rio, de sedimento mais seco e consolidado, onde há maior adensamento de plântulas de mangue; e uma porção mais baixa e sujeita ao alagamento, na porção distante do rio.

Segundo relatório do EPT (2006), o perfil geológico da área estudada mostra a presença de sedimento de origem flúvio-marinha, formado por areia fina, com detritos vegetais (galhos) e de cor marrom escuro, nos três primeiros metros de profundidade, seguido de argila siltosa pouco arenosa (areia fina), de cor cinza, até os sete metros; e argila pouco siltosa, de cor cinza escuro, até os 10 metros.

2.5 Manguezais da Baixada Santista

De acordo com o Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2007), o município de São Vicente possui cobertura vegetal ocupando uma área de 10.121,62 ha, das quais 5.180,67 ha se constituem de mata nativa e 2.419,42 ha de capoeira, além de várias porções de mangue e restinga. A porção insular do município está em área totalmente urbana, já bastante antropizada com poucos fragmentos de capoeira, também denominada Vegetação Secundária de Floresta Ombrófila Densa Submontana.

Segundo os estudos de Lamparelli (1998), a Baixada Santista possui cerca de 120,2 Km² de manguezais, dos quais apenas 13,3% estão situados no município de São Vicente. Esses manguezais são compostos basicamente, por três espécies: *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae), *Avicennia schaueriana* (Acanthaceae) e *Laguncularia racemosa* (Combretaceae). Nas áreas de transição e, às vezes, entre as três espécies, verifica-se a ocorrência de *Hibiscus tiliaceus* (Malvaceae) e *Acrostichum aureum* (Pteridaceae) (SCHAEFFER-NOVELLI, 1987).

Na área estudada, além das três espécies típicas de manguezal, a vegetação do entorno é constituída por árvores de restinga, como embaúba (*Cecropia sp*) e manacá-da-serra (*Tibouchina mutabilis*), e também por vegetação secundária composta por herbáceas e gramíneas invasoras, com visível efeito de borda por toda a extensão da estrada e ao redor da área.

2.6 Fauna associada aos manguezais do Rio Boturoca

De acordo com observações feitas durante o período desse estudo, a avifauna presente na região é composta basicamente por: guará-vermelho (*Eudocimus ruber*), colhereiro (*Ajaia ajaja*), garça branca grande (*Ardea alba*), garça azul (*Egretta caerulea*), garça moura (*Ardea coco*), biguá (*Phalacrocorax brasilianus*) e quero-quero (*Vanellus chilensis*). Já os mamíferos observados foram o mão-pelada ou guaxinim (*Procyon cancrivorus*) e o veado-mateiro (*Mazama sp*), identificados através das pegadas deixadas na área. Dentre os crustáceos observados estão o caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), o chama-maré (*Uca sp.*), o

aratu (*Goniopsis cruentata*) e o siri-azul (*Callinectes danae*). Observou-se ainda a presença de répteis e anfíbios.

2.7 Aspectos legais

A área de estudo já sofrera intervenção antrópica no passado e recentemente, em 2009, foi aterrada para realização de obras de utilidade pública necessárias ao remanejamento de uma adutora de água bruta sob o Rio Boturoca, conduzidas pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

Com isso, foi firmado um Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental – TCRA nº 14.873/2009, entre o antigo Departamento Estadual de Proteção aos Recursos Naturais (DEPRN) e a SABESP, e também foi concedida a Autorização nº 14.541/2009 para intervenção em APP, permitindo o aterramento de uma área equivalente a 340 m² de manguezal para disposição dos equipamentos necessários à realização das obras. Este TCRA determinava:

- a) a retirada do aterro depositado sobre o manguezal após o término das obras;
- b) o monitoramento do manguezal durante 24 meses posteriores às obras; e
- c) o replantio das espécies de ocorrência local, caso a regeneração natural fosse insuficiente.

Assim, em fevereiro/2010, após o término das obras, o aterro foi totalmente retirado, dando início ao processo de regeneração natural e seu acompanhamento. Vale ressaltar, que não foi necessário o aterramento de toda a área autorizada. Os documentos citados podem ser visualizados no Anexo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Delimitação e limpeza da área de estudo

Uma área retangular medindo 144 m² foi demarcada com estacas de madeira de reflorestamento e dividida em seis parcelas contíguas de 4,0 m x 6,0 m, delimitadas com fita zebrada. As parcelas foram numeradas a partir da margem do rio (P1 a P6) e cada parcela foi subdividida em seis quadrados com 2,0 m de lado, delimitados com barbante e denominados Q1 a Q6, conforme Figuras 5 e 6, de forma a possibilitar acompanhamentos aleatórios, uma vez que a vegetação da área não apresentava distribuição homogênea.

A delimitação visou abranger a maior área em regeneração possível, formando um retângulo que pudesse ser dividido em parcelas e quadrados, permitindo a amostragem por sorteio.

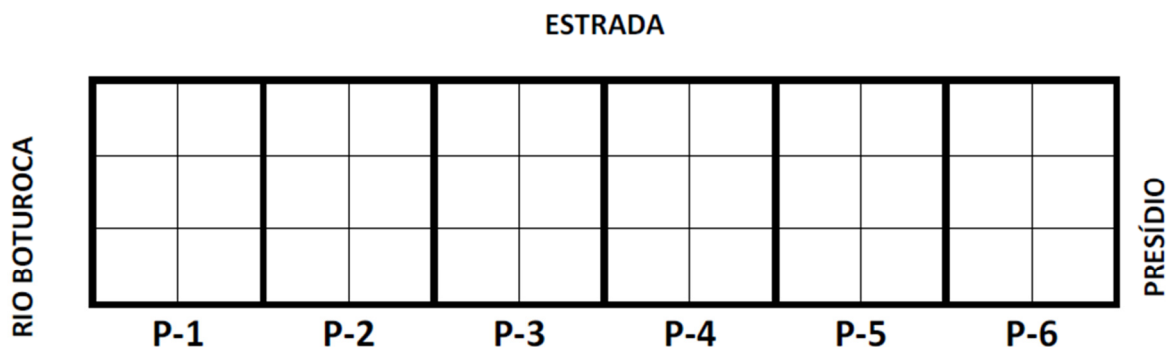


Figura 5 – Representação gráfica da delimitação das parcelas, a partir do rio.

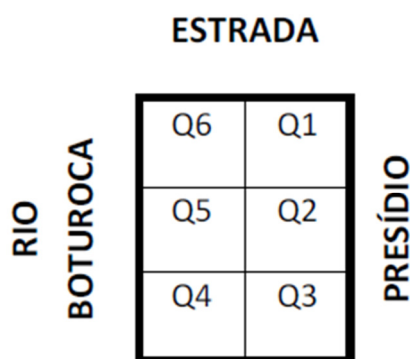


Figura 6 – Representação gráfica da numeração dos quadrados.

Uma vez delimitada, foi realizada a “limpeza” do terreno que consistiu na retirada manual de gramíneas invasoras que se estabeleceram na porção mais alta do terreno, junto à estrada, bem como da retirada de vestígios de obras pretéritas como pedras, sacos plásticos, esponjas, roupas e outros resíduos sólidos trazidos pelas marés.

3.2 Composição florística da área em regeneração

Inicialmente, foi feita a caracterização da composição florística do manguezal em processo inicial de regeneração, de forma a se determinar a frequência e densidade relativas das espécies. Para tanto, foi feita a contagem e identificação de todos os indivíduos existentes em cada um dos quadrados delimitados.

3.3 Monitoramento da regeneração de *Laguncularia racemosa*

Para monitoramento da regeneração natural, foram sorteados seis quadrados, um em cada parcela, dentre aqueles que apresentaram maior número de indivíduos de *Laguncularia racemosa*, com altura acima de 15 cm, para verificação das taxas de crescimento, totalizando 57 indivíduos. O sorteio teve por objetivo evitar a escolha tendenciosa de exemplares para monitoramento, uma vez que não seria possível acompanhar o crescimento de todos os indivíduos presentes na área estudada.

Periodicamente, realizaram-se medições de altura total com fita métrica, diâmetro à altura de 15 cm da base (DAB) com auxílio de paquímetro e contagem do número de folhas e de novos recrutas. Para facilitar o acompanhamento, todos os indivíduos foram marcados com anel plástico regulável confeccionado a partir de garrafas do tipo PET recolhidas no próprio manguezal. As medições foram realizadas nas marés baixas de sizígia, no período de 19/05/2011 à 25/05/2012, totalizando 11 campanhas. Os indivíduos em regeneração presentes nos demais quadrados foram preservados.

Apesar de não fazer parte do escopo inicial do estudo, foram contados os novos recrutas presentes nos quadrados a cada campanha. Do mesmo modo, também se observou o aparecimento de inflorescências nos indivíduos em regeneração.

3.4 Acompanhamento do transplante de mudas de *Laguncularia racemosa*

Para os testes com plantio de mudas de *Laguncularia racemosa*, foram sorteados outros seis quadrados, um em cada parcela, dentre aqueles que apresentavam menor número de indivíduos em regeneração natural ou nenhum indivíduo. Em seguida, foram colhidas na área adjacente à delimitada, pequenas mudas de *L. racemosa* contendo de dois a três pares de folhas, denominadas de “juvenis”, tomando-se o cuidado para que o sistema radicular fosse extraído do solo juntamente com o torrão. Essas mudas colhidas foram imediatamente plantadas nos quadrados sorteados, durante a maré baixa de sizígia.

Para cada um dos quadrados sorteados, foram transplantados 20 indivíduos juvenis. As covas foram abertas com colher de pedreiro, em dimensão suficiente para recebimento do torrão (cerca de 10 x 10 x 10 cm) e o espaçamento entre as mudas foi de aproximadamente 50 cm. Ao todo foram plantadas 120 mudas juvenis, para as quais se acompanhou o crescimento em altura, o aumento no número de folhas e a taxa de sobrevivência. O acompanhamento do crescimento em altura foi feito a partir de 26/10/2011, quando os indivíduos apresentavam altura superior a 15 cm, e a contagem de folhas e de indivíduos sobreviventes ocorreu desde 19/05/2011, correspondendo a um total de 12 campanhas.

As mudas que já existiam nesses quadrados selecionados para o plantio, denominadas de “plântulas” em função de seu tamanho, foram transplantadas para três outros quadrados sorteados, para que não houvesse competição com os indivíduos juvenis. Dessa forma, 17 plântulas foram transplantadas para quadrados que, até então, não haviam sido sorteados, independente de neles haver ou não a presença de outros indivíduos, para as quais foi feito o mesmo acompanhamento descrito no item 3.3.

A denominação de “juvenis” para os 120 indivíduos que foram colhidos na área adjacente à delimitada e de “plântulas” para os 17 indivíduos que já estavam em desenvolvimento no interior das parcelas, deu-se em razão da diferença em altura entre eles, uma vez que os últimos eram mais desenvolvidos.

3.5 Composição florística do manguezal vizinho

A composição florística do manguezal vizinho à área estudada foi obtida por meio do método de amostragem dos quadrados ou parcelas, a fim de se determinar densidade e dominância relativas das espécies de manguezal presentes na região. Dessa forma, foram delimitadas parcelas de 10 x 10 m, aonde se contou o número de indivíduos por espécie e mediu-se a circunferência (perímetro) de cada árvore à altura do peito (PAP), estipulada em 1,30 m a partir da base, de modo a se obter o diâmetro à altura do peito (DAP) e posteriormente a área basal (AB).

Os dados obtidos em campo foram transportados para planilha Excel, sendo utilizadas as seguintes fórmulas para cálculo do DAP e da Área Basal (m²/ha):

$$DAP = \frac{PAP}{\pi}$$

$$AB = 0,00007854 \times (DAP)^2$$

Dessa forma, foi calculado o Índice de Valor de Importância (IVI), pela seguinte fórmula:

$$IVI = (DR + FR + DoR) \times 100$$

Onde,

DR = Densidade Relativa

FR = Frequência Relativa

DoR = Dominância Relativa

Inicialmente, foram delimitadas duas parcelas: uma próxima à margem rio (P-I) e outra mais distante deste (P-II), ao lado da área de estudo, conforme Figura 7. Posteriormente, foram delimitadas mais quatro parcelas: duas delas ao lado direito

da estrada de acesso, a partir do rio (P-III e P-IV) e duas ao lado da área do projeto e adjacentes às parcelas P-I e P-II, a partir do presídio em direção ao rio (P-V e P-VI).

Com base nos dados coletados, foram obtidas densidade, dominância e frequência relativas, bem como o Índice de Valor de Importância (IVI) das espécies encontradas no manguezal.



Figura 7 – Delimitação das parcelas P-I a P-VI, bem como a área de recuperação do manguezal do rio Boturoca. Fonte: foto adaptada do Google Earth.

3.6 Levantamento topográfico da área de estudo

O levantamento topográfico da área de estudo foi executado pelo método de nivelamento geométrico. O equipamento utilizado foi um nível automático, modelo DSZ 32X – Phenix, aferido em 05/01/12, e régua-mira em alumínio extensível de quatro metros, a qual foi posicionada na porção central de cada um dos 36 quadrados demarcados. O levantamento ocorreu em 27/09/12, durante a maré baixa de sizígia.

3.7 Análise estatística

Os dados obtidos para crescimento dos indivíduos de *Laguncularia racemosa*, tanto em regeneração quanto os transplantados, além de temperatura, precipitação e cota do terreno foram submetidos à análise estatística de variância ANOVA, por meio do software STATISTICA.11 (STATSOFT, 2012), para os quais foram considerados os valores de $p \leq 0,05$.

4 RESULTADOS

4.1 Composição florística da área em regeneração

O número total de indivíduos presentes na área delimitada foi 228, dos quais 185 pertencentes à espécie *Laguncularia racemosa*, 43 à espécie *Rhizophora mangle* e nenhum indivíduo da espécie *Avicennia schaueriana*. As parcelas mais próximas ao rio apresentaram maior adensamento de plantas na seguinte ordem $P2 > P3 > P1$, totalizando 188 indivíduos (82,46%) e as demais parcelas apresentaram um total de 40 indivíduos (17,54%), em ordem decrescente, conforme se afastavam da margem do rio, $P4 > P5 > P6$, conforme observado na Figura 8.

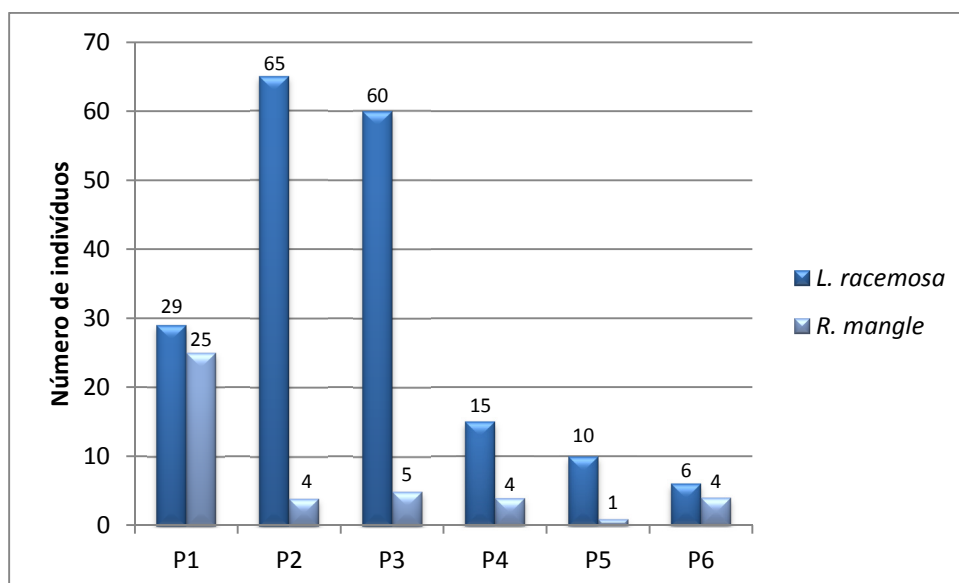


Figura 8 – Distribuição dos indivíduos em regeneração natural ao longo das parcelas P1 a P6, destacando-se a espécie *Laguncularia racemosa* como predominante na área.

A espécie *L. racemosa* apresentou frequência relativa de 83% entre as parcelas e *R. mangle* de 61%. Com relação à densidade relativa, *L. racemosa* também despontou com índices altos de 81% contra 19% de *R. mangle*. Diante desse resultado, optou-se pelo monitoramento da regeneração natural de *L. racemosa* como sendo a espécie pioneira na área de estudo.

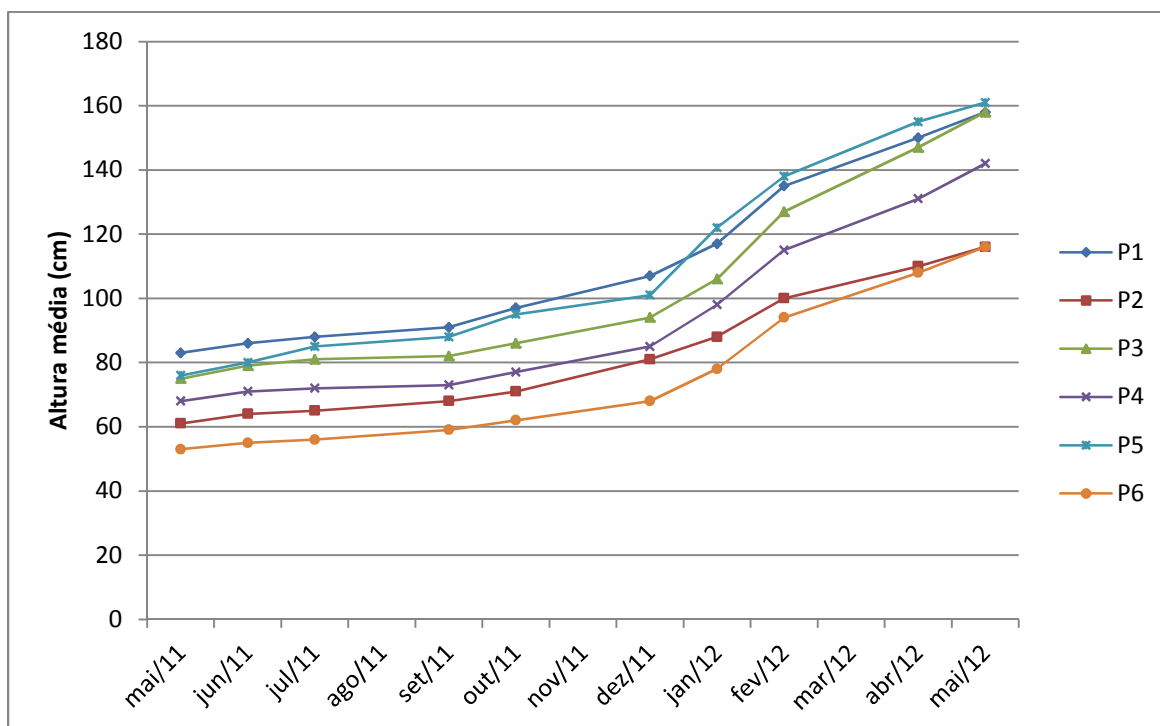


Figura 10 – Curvas de crescimento médio mensal em altura (cm) dos indivíduos de *Laguncularia racemosa* em regeneração natural presentes nas parcelas P1 a P6, no período de maio/2011 a maio/2012.

Os indivíduos da parcela P5 apresentaram maior incremento em altura dentre os demais, ou seja, um crescimento médio de 85 cm no período de 12 meses, equivalente a uma taxa de crescimento médio de $7,1 \pm 0,4 \text{ cm.mês}^{-1}$, seguida da parcela P3, cujo crescimento médio foi de 82,4 cm a uma taxa de $6,9 \pm 1,2 \text{ cm.mês}^{-1}$. Na sequência, as parcelas P1 e P4 apresentaram taxas de crescimento médio de $6,3 \pm 1,0 \text{ cm.mês}^{-1}$ e $6,2 \pm 1,4 \text{ cm.mês}^{-1}$, respectivamente. Por último, as parcelas P6 e P2 apresentam valores menores de crescimento, com $5,2 \pm 2,1 \text{ cm.mês}^{-1}$ e $4,6 \pm 1,8 \text{ cm.mês}^{-1}$, respectivamente, conforme mostrado na Figura 11.

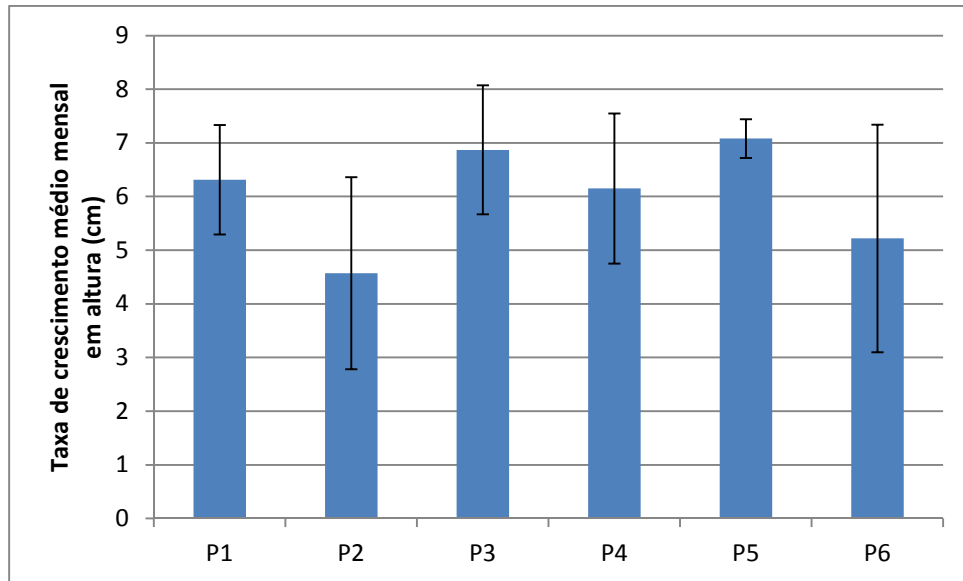


Figura 11 – Taxa de crescimento médio mensal em altura (cm) de indivíduos de *Laguncularia racemosa* em regeneração natural, nas parcelas P1 a P6 e desvio padrão.

4.2.2 Aumento do número de folhas

O número médio de folhas na totalidade de indivíduos presentes nas parcelas aumentou 7,6 vezes no período, de 32 para 240, ou seja, houve um crescimento médio da ordem de 209 folhas, o equivalente a 17 fls.mês^{-1} .

Não foi encontrado o mesmo padrão de crescimento observado para a altura, uma vez que os indivíduos que apresentaram menor quantidade de folhas no início do período, não foram necessariamente os que apresentaram menor quantidade no final do período e vice-versa, conforme pode ser observado no gráfico da Figura 12. Com exceção das parcelas P3 e P6, as demais apresentaram um decréscimo na quantidade de folhas no mês de maio/2012.

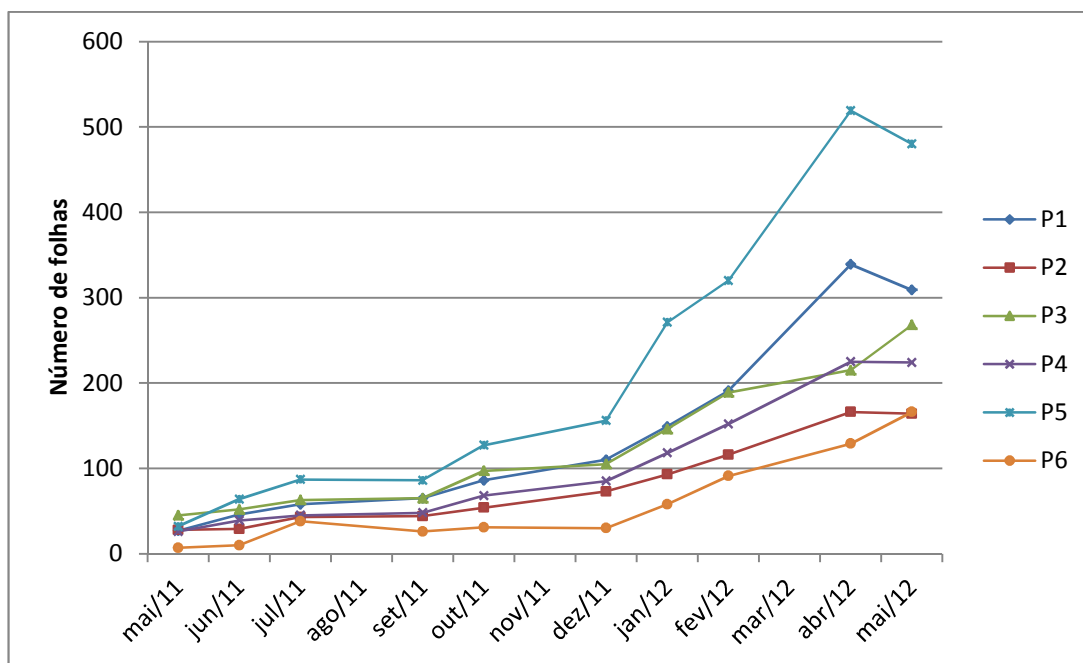


Figura 12 – Curvas de crescimento médio mensal do número de folhas de indivíduos de *L. racemosa* em regeneração natural nas parcelas P1 a P6, no período de maio/2011 a maio/2012.

A parcela que apresentou maior incremento foi a P5, cujas plantas tiveram um aumento médio de 449 folhas no período, equivalente a 37 ± 5 fls.mês⁻¹, destacando-se sobre as demais parcelas. As parcelas P2 e P6 foram as que tiveram menor incremento, correspondendo a 136 folhas no período a uma taxa de 11 ± 12 fls.mês⁻¹ e 159 folhas a uma taxa de 13 ± 8 fls.mês⁻¹, respectivamente, conforme Figura 13.

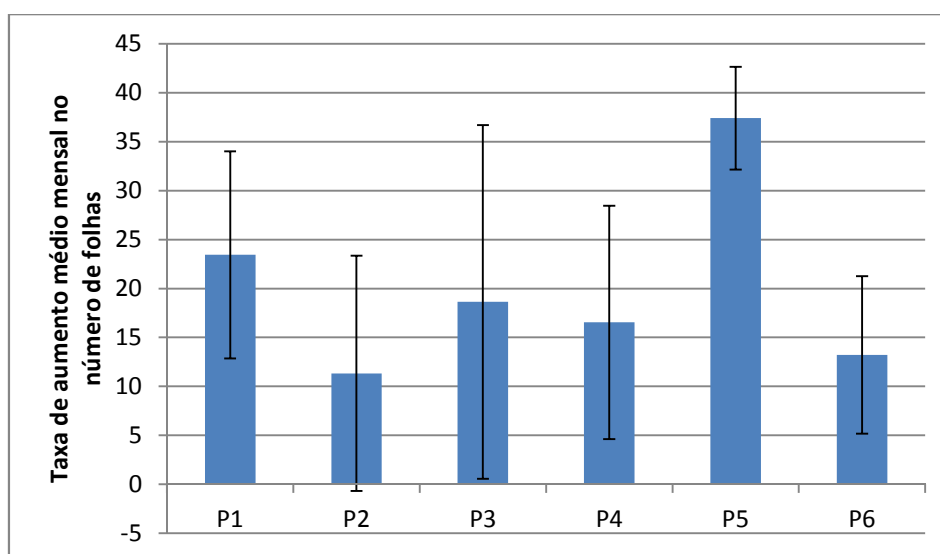


Figura 13 – Taxa de crescimento médio mensal no número de folhas de indivíduos de *L. racemosa* em regeneração natural, nas parcelas P1 a P6 e desvio padrão.

4.2.3 Crescimento em diâmetro à altura da base (DAB)

Quanto ao diâmetro dos indivíduos presentes na área, houve um crescimento médio de 13,4 mm no período ou $1,1 \text{ mm.mês}^{-1}$. O diâmetro médio inicial foi de 10,6 mm e final de 24 mm.

Houve um padrão de crescimento de acordo com o diâmetro médio inicial, da mesma forma que ocorreu com a altura. A exceção foi para os indivíduos da parcela P4 que apresentaram um crescimento maior a partir do mês de janeiro/2012. Os indivíduos da parcela P5 se destacaram sobre os demais, conforme observado na Figura 14.

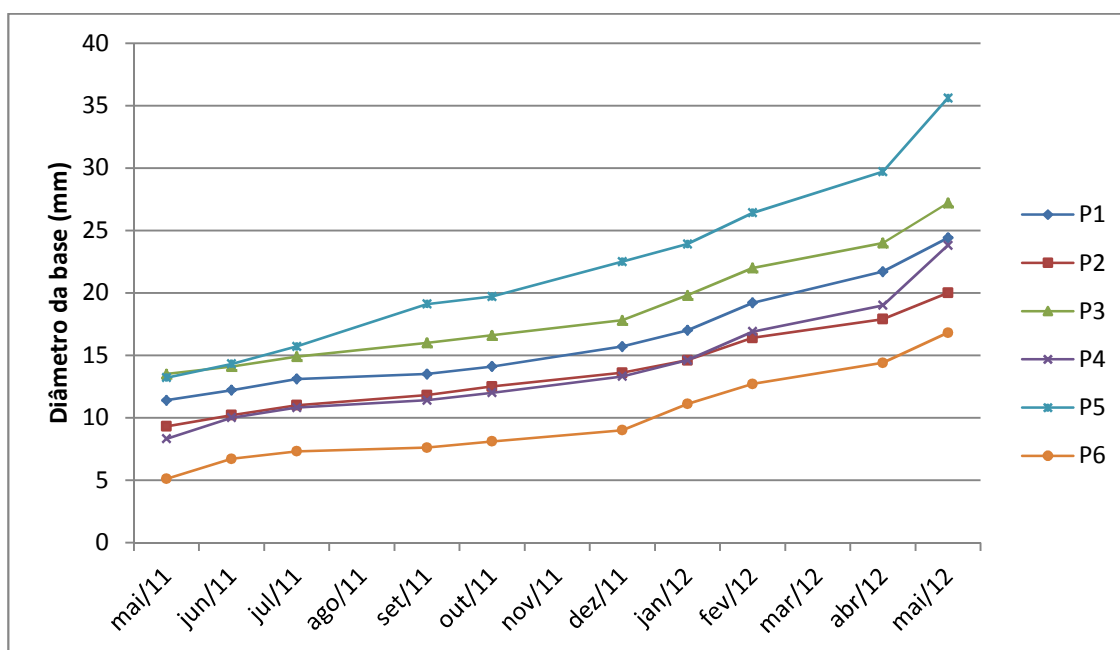


Figura 14 – Curvas de crescimento médio mensal em diâmetro (mm) dos indivíduos de *Laguncularia racemosa* em regeneração natural nas parcelas P1 a P6, no período de maio/2011 a maio/2012.

Novamente, verificou-se um maior incremento na parcela P5, de 22,4 mm em 12 meses, ou $1,9 \pm 0,6 \text{ mm.mês}^{-1}$ e menor incremento nas parcelas P2 e P6, cujos valores respectivos foram de $0,9 \pm 0,7 \text{ mm.mês}^{-1}$ e $1,0 \pm 0,2 \text{ mm.mês}^{-1}$, conforme Figura 15.

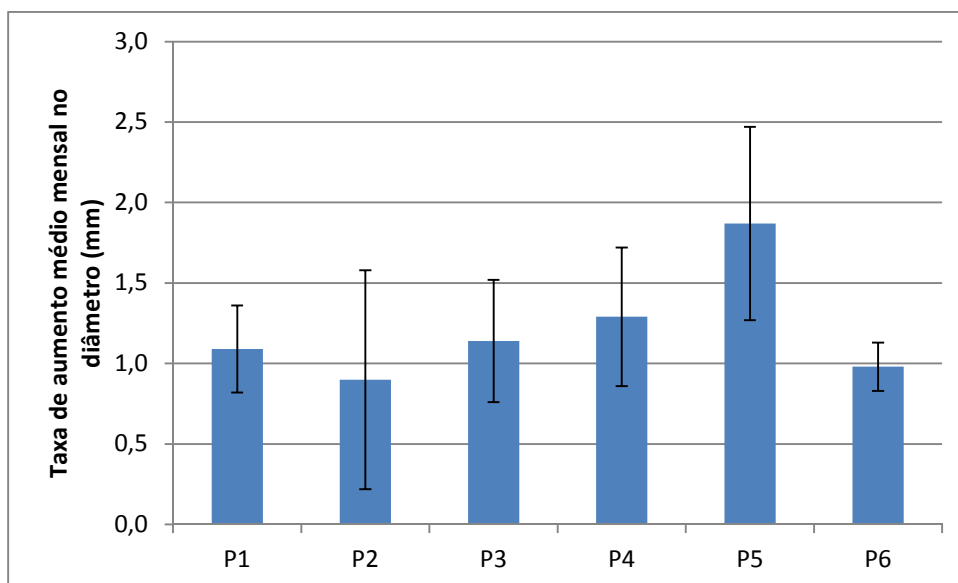


Figura 15 – Taxa do crescimento médio mensal do diâmetro à altura da base (mm) de indivíduos de *L. racemosa* em regeneração natural, nas parcelas P1 a P6 e desvio padrão.

4.2.4 Novos recrutamentos e inflorescências

A parcela P2 foi a que apresentou o maior número de recrutas durante todo o período, chegando a atingir 214 indivíduos. As parcelas P5 e P6 foram as que tiveram menor recrutamento, de no máximo 8 indivíduos. Curiosamente, a parcela P5 foi a que teve melhor desenvolvimento dos indivíduos em regeneração natural em todas as categorias de crescimento, enquanto que na P2 ocorreu o contrário.

As inflorescências começaram a surgir em outubro/2011 na parcela P3, que também foi a que apresentou maior quantidade de indivíduos nessa situação, 10 exemplares ao todo, sendo que quatro deles frutificaram e permaneceram nessa condição até fevereiro/2012. Nas parcelas P1 e P2, os indivíduos começaram a florescer em dezembro/2011 e frutificaram de fevereiro a maio/2012. Na parcela P4, o aparecimento de flores se iniciou em dezembro/2011 e a frutificação ocorreu em janeiro/2012. Na parcela P5, todos os indivíduos frutificaram, de janeiro a abril/2012. Entretanto, na parcela P6 que é contígua a esta, nenhum indivíduo floresceu.

4.3 Acompanhamento do transplante de mudas de *Laguncularia racemosa*

Os quadrados sorteados em cada parcela para transplante das 120 mudas juvenis de *Laguncularia racemosa* e das 17 plântulas pré-existentes nesses quadrados estão representados na Figura 16.

O quadrado Q2 da parcela P1, para onde foram transplantadas quatro plântulas de *L. racemosa*, já continha outros quatro indivíduos “pré-existent”; no quadrado Q6 da parcela P4, para onde foram transplantadas nove plântulas, já havia outros dois indivíduos; e o quadrado Q4 da parcela P6, para onde foram transplantadas quatro plântulas, estava vazio.

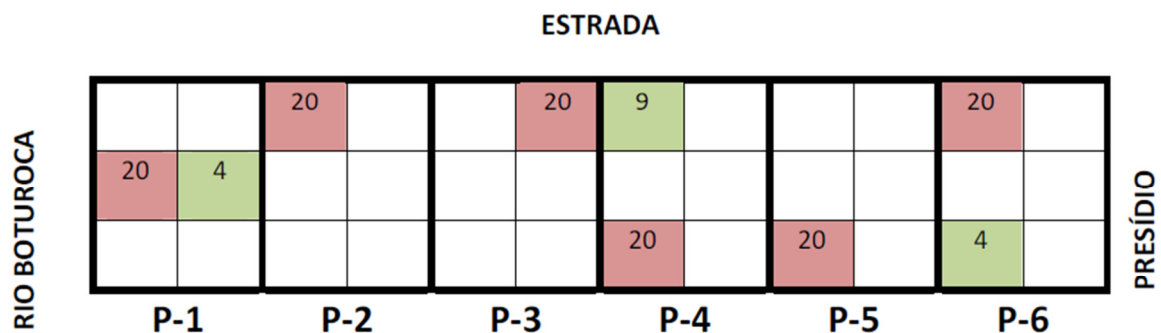


Figura 16 – Representação gráfica dos quadrados sorteados para transplante de mudas juvenis (rosa) e de plântulas (verde) de *Laguncularia racemosa*.

4.3.1 Taxa de sobrevivência das mudas juvenis

Das 120 mudas juvenis transplantadas de *Laguncularia racemosa*, restaram 81 ao término de 12 meses (67,5%). A taxa de sobrevivência foi maior nas parcelas P1, P2, P3 e P6 (acima de 80%), e menor nas parcelas P4 e P5 (abaixo de 45%), conforme representado no gráfico da Figura 17. Vale ressaltar que os juvenis das parcelas P4 e P5 estão localizadas nos quadrados Q4, que estão mais próximos do manguezal existente e, por isso, recebem algum sombreamento.

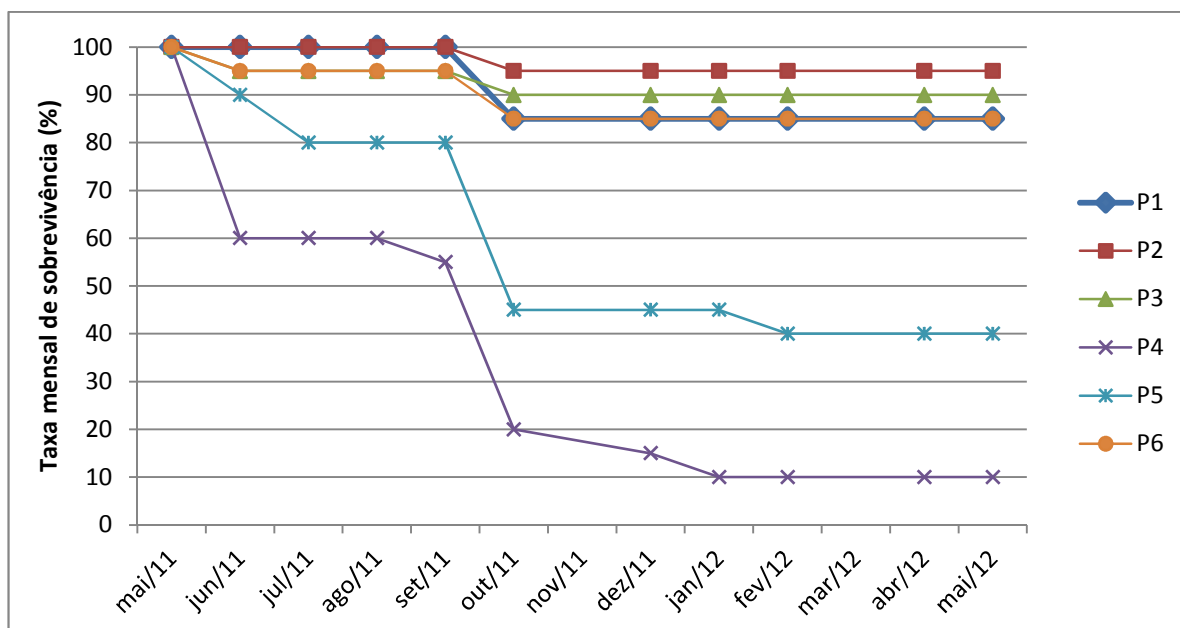


Figura 17 – Taxa de sobrevivência mensal das mudas juvenis de *Laguncularia racemosa* transplantadas, durante o período de maio/2011 a maio/2012.

Dos 39 indivíduos mortos, 36 deles pereceram antes de outubro/2011 (30%), ou seja, antes mesmo que fossem iniciadas as medições de altura; e os outros três (3,6% dos restantes) pereceram antes de fevereiro/2012, quando possuíam altura entre 15 e 24 cm.

4.3.2 Crescimento em altura das mudas juvenis

Os indivíduos juvenis sobreviventes possuíam altura média inicial de 19 cm, em outubro/2011, e altura média final de 57 cm, em maio/2012, ou seja, houve um crescimento médio de 37,6 cm em sete meses, a uma taxa de crescimento de 5,4 cm.mês⁻¹, semelhante a dos indivíduos em regeneração.

Tal como ocorreu com os indivíduos em regeneração natural, houve um padrão de crescimento de acordo com a altura inicial, de forma que aqueles indivíduos que apresentaram altura média inicial menor se mantiveram assim até o final do período, com exceção das mudas das parcelas P4 e P5, onde houve uma alternância desse crescimento no período entre dezembro/2011 a fevereiro/2012, conforme Figura 18.

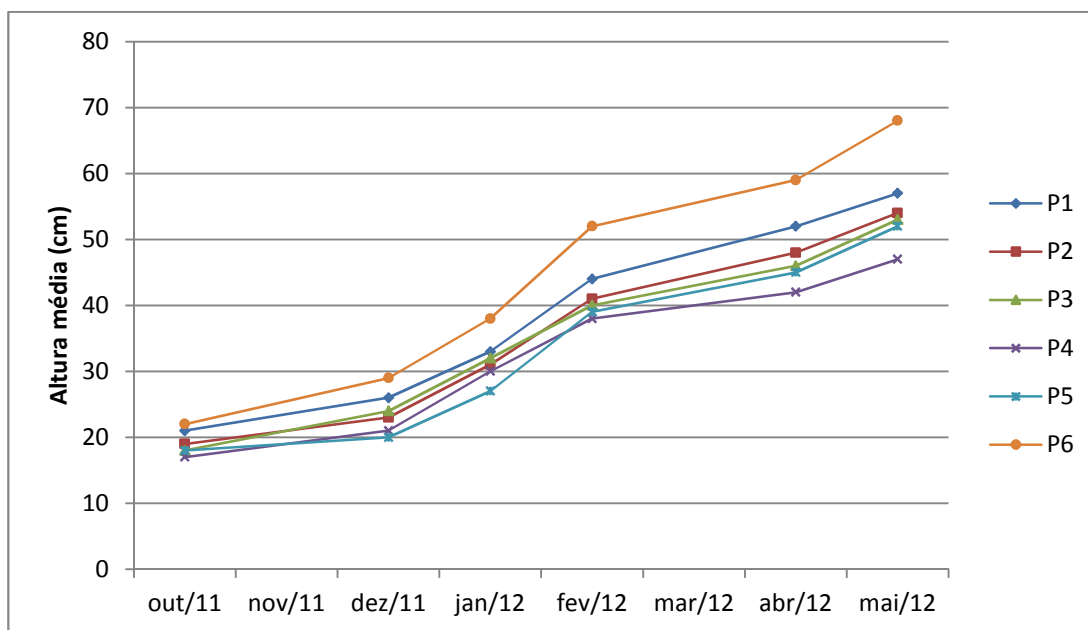


Figura 18 – Curvas de crescimento médio mensal em altura (cm) das mudas juvenis de *L. racemosa* transplantadas, nas parcelas P1 a P6, no período de maio/2011 a maio/2012.

As mudas juvenis da parcela P6 obtiveram maior incremento em altura dentre as demais, com um crescimento médio de 46,6 cm no período, equivalente a uma taxa de crescimento médio de $6,7 \pm 2,7 \text{ cm.mês}^{-1}$, enquanto que as mudas da parcela P4 tiveram menor incremento, com crescimento médio de 29 cm a uma taxa de $4,1 \pm 1,3 \text{ cm.mês}^{-1}$. As demais parcelas apresentaram taxas bastante próximas, em torno de $5 \pm 2,2 \text{ cm.mês}^{-1}$, conforme pode ser visto na Figura 19.

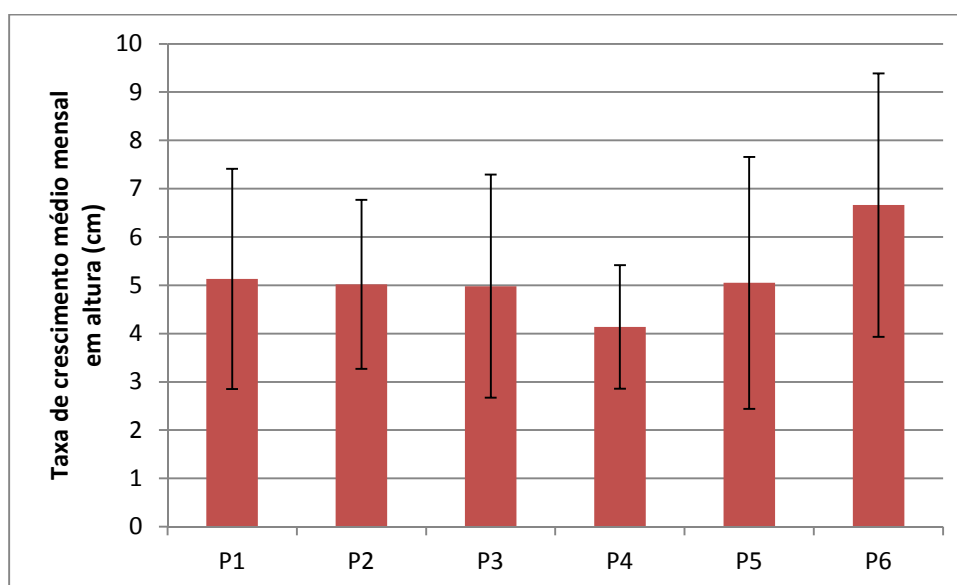


Figura 19 – Taxa de crescimento médio mensal em altura (cm) de mudas juvenis de *Laguncularia racemosa* nas parcelas P1 a P6 e desvio padrão.

4.3.3 Aumento do número de folhas das mudas juvenis

As mudas juvenis tiveram um aumento médio no número de folhas de 8,4 vezes no período de 12 meses, de 4 para 37 folhas, o que corresponde a uma taxa de aproximadamente 3 folhas.mês⁻¹.

O padrão de crescimento não foi o mesmo observado para altura, pois, embora as mudas apresentassem quantidade semelhante de folhas (dois a três pares de folhas) no início do período, algumas se destacaram sobre as demais ao final do período, tais como as mudas das parcelas P6 e P3, enquanto outras apresentaram menor incremento, como se observa na Figura 20. Curiosamente, houve um decréscimo na quantidade de folhas em todas as parcelas no mês de maio/2012. O mesmo ocorreu para a maioria dos indivíduos em regeneração natural.

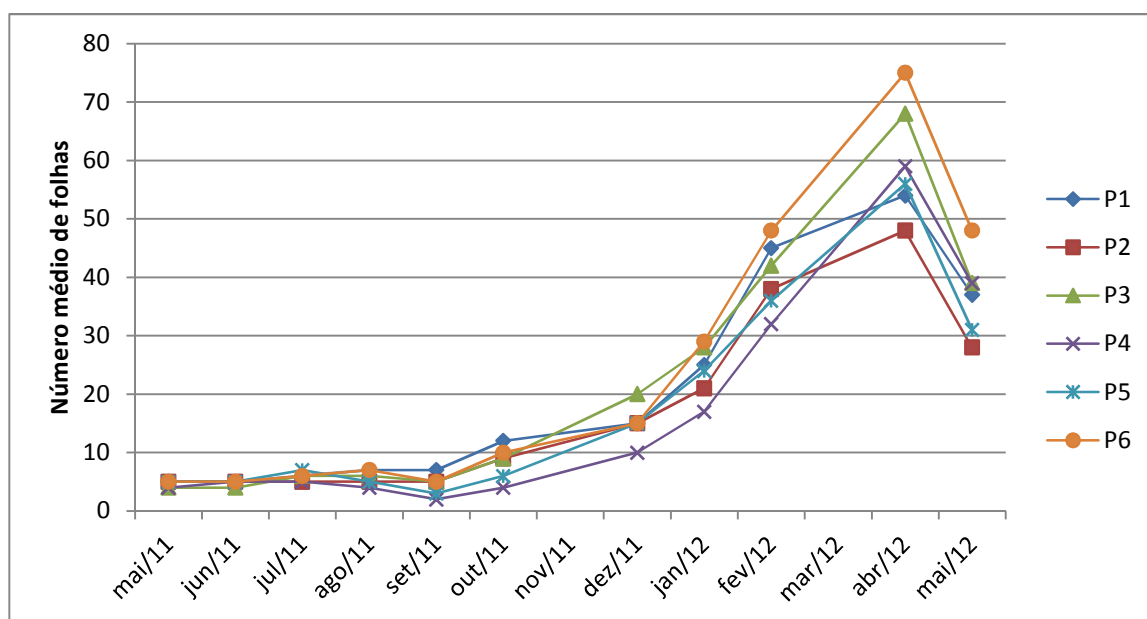


Figura 20 – Curvas de crescimento médio mensal do número de folhas de mudas juvenis de *Laguncularia racemosa* nas parcelas P1 a P6, no período de maio/2011 a maio/2012.

Conforme destacado acima, a parcela que apresentou maior incremento foi a P6, cujas mudas tiveram um aumento médio de 43 folhas ou cerca de 4 ± 2 folhas.mês⁻¹. As parcelas cujas mudas tiveram menor incremento em folhas foram P2 e P5, com taxas de 2 ± 1 folhas.mês⁻¹, conforme Figura 21.

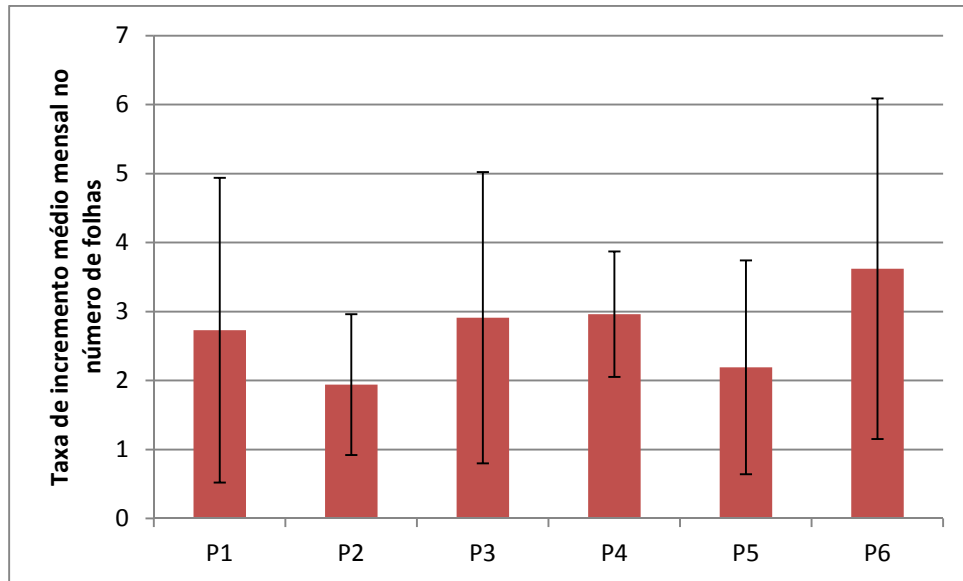


Figura 21 – Taxa de crescimento médio mensal no número de folhas de mudas juvenis de *Laguncularia racemosa*, nas parcelas P1 a P6 e desvio padrão.

4.3.4 Crescimento em altura das plântulas transplantadas

A altura média inicial das plântulas transplantadas foi de 63,8 cm e altura média final de 121,6 cm, ou seja, houve um incremento de 57,8 cm no período de 12 meses, ou $4,8 \text{ cm.mês}^{-1}$. Esse valor foi inferior ao encontrado nos indivíduos pré-existentes ($6,3 \text{ cm.mês}^{-1}$).

Assim como os indivíduos em regeneração natural e as mudas juvenis transplantadas, também houve um padrão de crescimento das plântulas de acordo com sua altura inicial. A exceção foi para as plântulas da parcela P6 que, a partir do mês de fevereiro/2012, tiveram uma diminuição no padrão de crescimento. As mudas pré-existentes nas parcelas P1 e P4 apresentavam uma altura inicial maior, que teve continuidade por todo o período, conforme verificado na Figura 22.

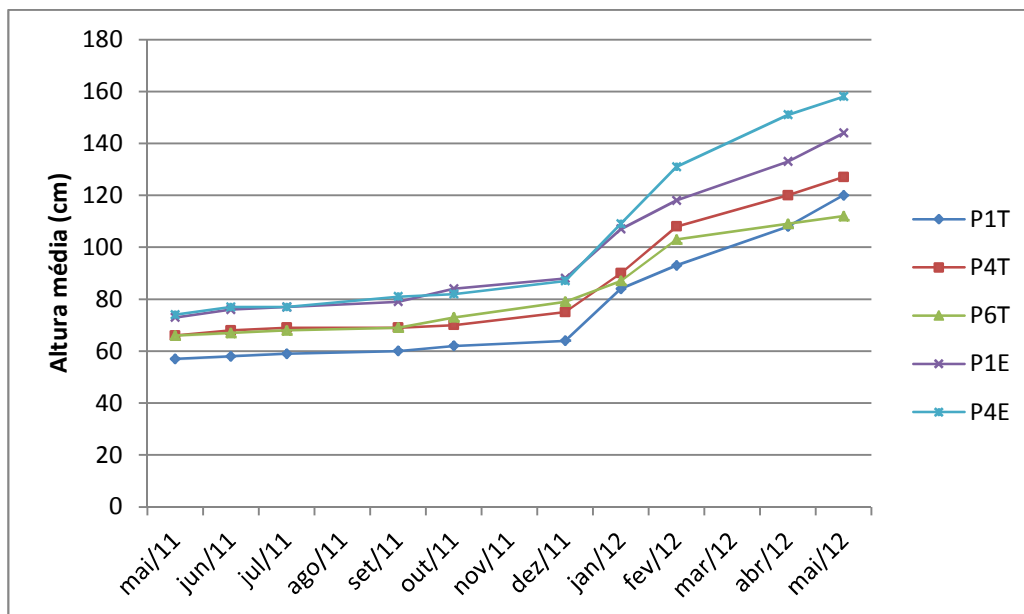


Figura 22 – Curvas de crescimento médio mensal em altura (cm) das plântulas de *L. racemosa* transplantadas (P1T, P4T e P6T) e das plântulas pré-existent nas parcelas (P1E e P4E).

É possível observar na Figura 23 que a parcela P1 apresentou o maior crescimento, de 63 cm a taxa de $5,3 \pm 1,4 \text{ cm.mês}^{-1}$, porém esse crescimento foi menor que o dos indivíduos pré-existent, correspondente a $5,9 \pm 1,4 \text{ cm.mês}^{-1}$. O mesmo se verificou na parcela P4, onde houve um crescimento de 60,4 cm ou cerca de $5 \pm 1,1 \text{ cm.mês}^{-1}$, enquanto que os indivíduos pré-existent cresceram $7 \pm 0,2 \text{ cm.mês}^{-1}$.

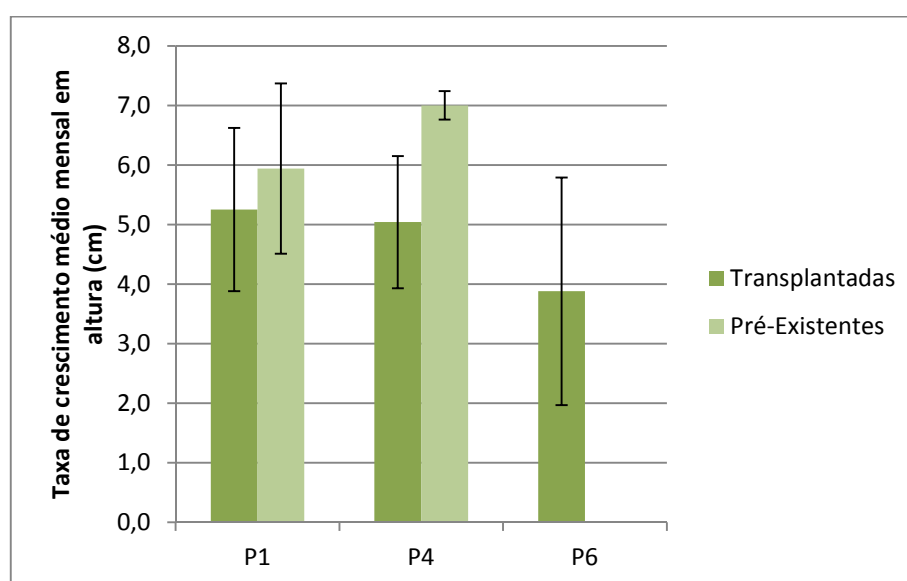


Figura 23 – Taxa de crescimento médio mensal em altura (cm) de plântulas de *L. racemosa* transplantadas nas parcelas P1, P4 e P6 comparadas com as pré-existent e desvio padrão.

4.3.5 Aumento do número de folhas das plântulas transplantadas

Houve um aumento médio no número de folhas das plântulas transplantadas de 150 folhas no período de 12 meses, equivalente a uma taxa de aproximadamente $13 \text{ folhas.mês}^{-1}$. Esse valor foi inferior ao encontrado para os indivíduos pré-existent nas parcelas ($20 \text{ folhas.mês}^{-1}$).

Não foi verificado o mesmo padrão de crescimento em folhas observado para altura. Com exceção da parcela P1, cujos valores se mantiveram baixos por todo o período estudado, as parcelas P4 e P6 apresentaram alternância no padrão de crescimento. Os indivíduos pré-existent nas parcelas P1 e P4 apresentaram um crescimento maior no número de folhas do que aqueles transplantados. Também houve um decréscimo na quantidade de folhas nas parcelas P4 e P6 no mês de maio/2012, tanto transplantadas como existentes. O mesmo não ocorreu na parcela P1, nem para as plântulas transplantadas, nem para os indivíduos pré-existent, conforme mostra a Figura 24.

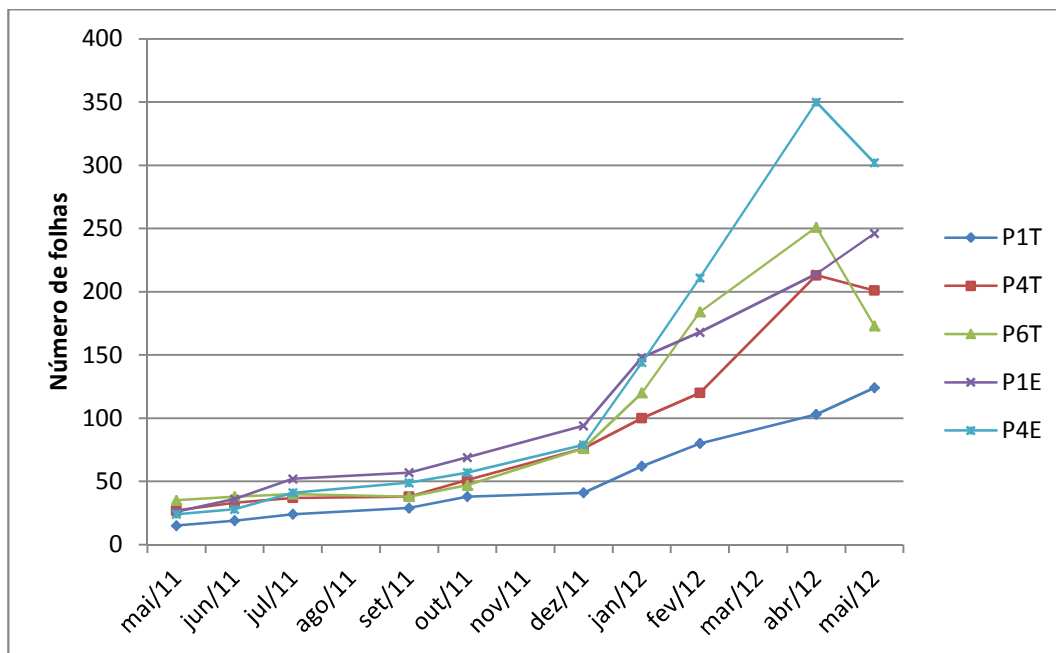


Figura 24 – Curvas de crescimento médio mensal do número de folhas de plântulas de *L. racemosa* transplantadas (P1T, P4T e P6T) e das plântulas pré-existent nas parcelas (P1E e P4E), no período de maio/2011 a maio/2012.

O aumento no número de folhas foi mais representativo na parcela P4, que apresentou um aumento de 174 folhas, equivalente a taxa de $15 \pm 11 \text{ folhas.mês}^{-1}$.

Entretanto, esses valores foram menores do que aqueles encontrados para os indivíduos pré-existent, ou seja, 279 folhas ou 23 ± 17 folhas.mês⁻¹. Na parcela P1, onde houve um menor incremento, de 109 folhas no período, a uma taxa de 9 ± 3 folhas.mês⁻¹, os indivíduos pré-existent também apresentaram valores maiores, de 220 folhas no período ou 18 ± 10 folhas.mês⁻¹, conforme Figura 25.

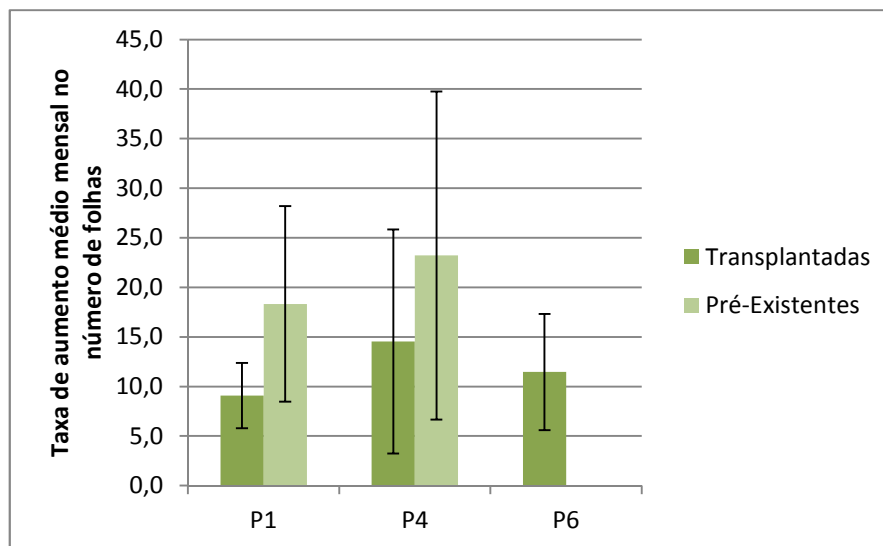


Figura 25 – Taxa do aumento médio mensal do número de folhas de plântulas de *L. racemosa* transplantadas nas parcelas P1, P4 e P6 comparadas com as existentes e desvio padrão.

4.3.6 Crescimento em diâmetro à altura da base (DAB) das plântulas transplantadas

O diâmetro médio inicial das plântulas transplantadas foi de 10 mm e final de 25 mm, equivalente a um crescimento de 1,2 mm.mês⁻¹, valor este inferior ao encontrado para os indivíduos pré-existent nas parcelas (1,4 mm.mês⁻¹).

É possível notar um padrão de crescimento conforme o diâmetro médio inicial, com uma ligeira alternância entre as plântulas das parcelas P1 e P4, destacando-se a parcela P6. Apesar de terem um diâmetro médio inicial menor que os demais, os indivíduos pré-existent na parcela P4 se destacaram no final, conforme mostra o gráfico da Figura 26.

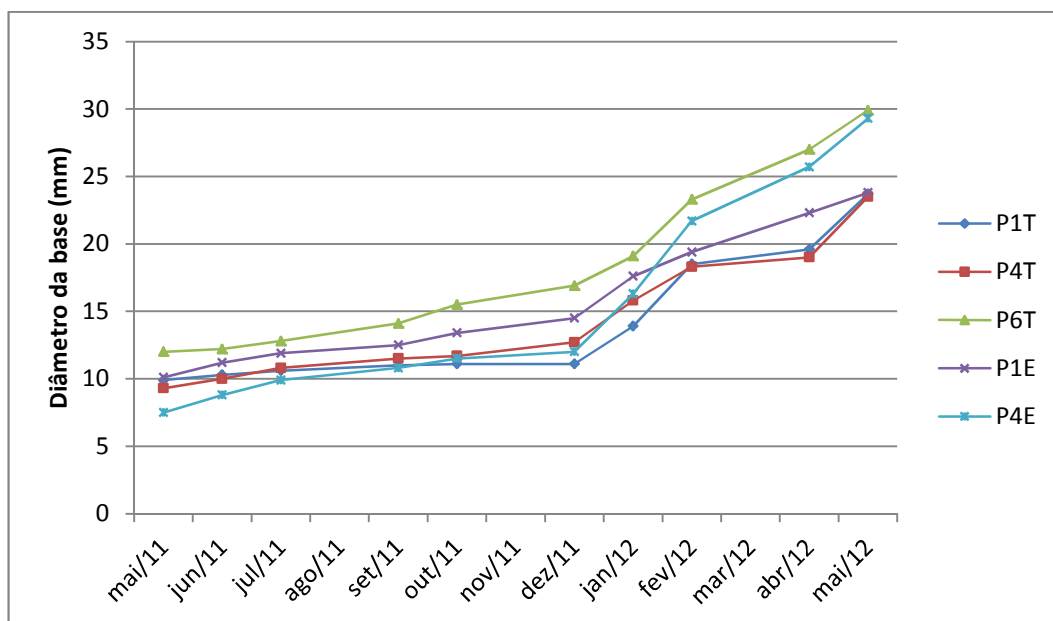


Figura 26 – Curvas de crescimento médio mensal do diâmetro à altura da base de plântulas de *L. racemosa* transplantadas (P1T, P4T e P6T) e das plântulas pré-existentes nas parcelas (P1E e P4E), no período de maio/2011 a maio/2012.

O destaque foi para as plântulas transplantadas na parcela P6, cuja taxa de crescimento médio foi de $1,5 \pm 0,6 \text{ mm.mês}^{-1}$. Entretanto, este valor foi inferior ao observado nos indivíduos pré-existentes da parcela P4 ($1,8 \pm 0,7 \text{ mm.mês}^{-1}$), conforme Figura 27.

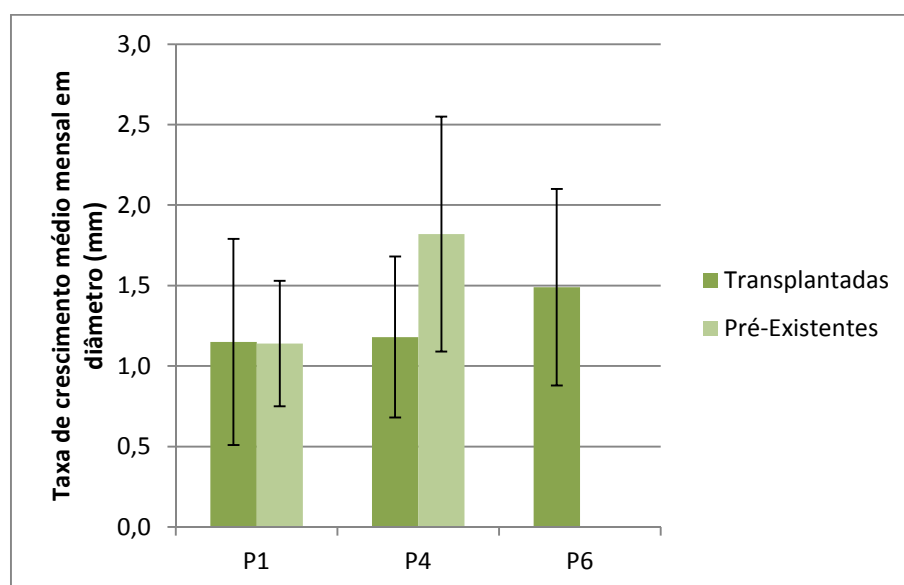


Figura 27 – Taxa do crescimento médio mensal do diâmetro à altura da base (mm) de plântulas de *L. racemosa* transplantadas nas parcelas P1, P4 e P6 comparadas com as existentes e desvio padrão.

4.4 Composição florística do manguezal vizinho

As espécies arbóreas encontradas no interior das parcelas P-I a P-VI, no manguezal do rio Boturoca, foram: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*, além de *Hibiscus tiliaceus* e da samambaia *Acrostichum aureum*.

A densidade de indivíduos por metro quadrado em cada parcela foi de 0,24 indivíduos na P-I; 0,30 indivíduos na P-II; 0,39 indivíduos na P-III; 0,21 indivíduos na P-IV; 0,34 indivíduos na P-V; e de 0,50 indivíduos na P-VI. A tabela a seguir mostra a quantidade de indivíduos por espécie encontrada em cada uma das parcelas delimitadas no manguezal.

Tabela 1– Número de indivíduos por espécie em cada parcela

Espécie	P-I	P-II	P-III	P-IV	P-V	P-VI	Subtotal
<i>R. mangle</i>	23	16	28	14	32	47	160
<i>L. racemosa</i>	1	6	11	4	2	2	26
<i>A. schaueriana</i>	0	8	0	3	0	1	12
Total	24	30	39	21	34	50	198

Rhizophora mangle foi a espécie que apresentou maior densidade relativa, sobretudo nas parcelas P-I, P-V e P-VI. Foi também a que apresentou maior área basal dentre as demais (115,69 m²/ha), destacando-se como espécie dominante, seguida de *L. racemosa* (16,88 m²/ha) e *A. schaueriana* (11,56 m²/ha). A tabela a seguir mostra o cálculo do Índice de Valor de Importância, onde *R. mangle* desponta como a espécie mais importante.

Tabela 2 – Cálculo do Índice de Valor de Importância (IVI). DR: Densidade Relativa; FR: Frequência Relativa; DoR: Dominância Relativa.

Espécie	DR	FR	DoR	IVI
<i>Rhizophora mangle</i>	80,81	40	80,27	201,08
<i>Laguncularia racemosa</i>	13,13	40	11,71	64,84
<i>Avicennia schaueriana</i>	6,06	20	8,02	34,08
Total	100	100	100	300

A altura média encontrada foi de 4,5 a 6,5 m para *R. mangle*, de 5,0 a 6,5 m para *L. racemosa* e de 5,5 a 8,0 m para *A. schaueriana*. O DAP médio foi de 6,6 cm na parcela P-VI a 12,4 cm na P-IV para *R. mangle*; de 6,7 cm na parcela P-VI a 11,5 cm na P-I para *L. racemosa*; e de 9,8 cm na parcela P-II a 11,6 cm na P-VI para *A.*

schaueriana, sendo que esta espécie apresentou frequência absoluta de apenas 50%.

4.5 Levantamento topográfico

O levantamento topográfico permitiu verificar que as parcelas P1, P2 e P3 (próximas ao rio) estavam em cotas superiores às aquelas distantes do rio (P4, P5 e P6), com cota média de 0,579 m nas primeiras contra 0,532 m nas últimas. Além disso, foi possível observar que a retirada do aterro deixou irregularidades no terreno, ocasionando poças de maré, conforme perfil mostrado nas Figuras 28 e 29.

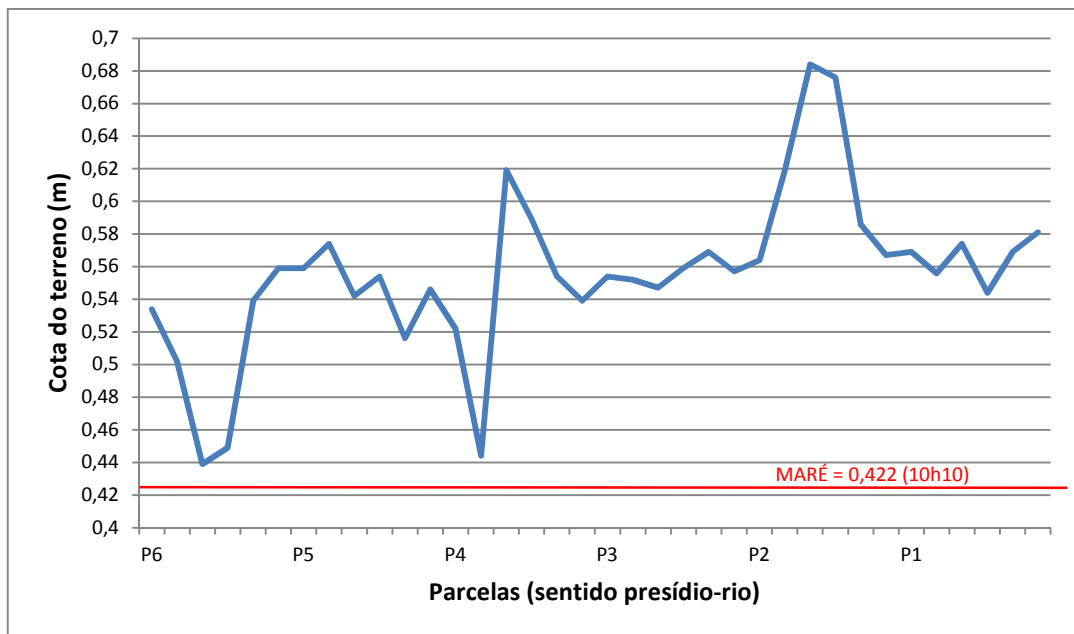


Figura 28 – Perfil da topografia da área de estudo, incluindo todos os quadrados das parcelas e mostrando a altura da maré baixa de sizígia às 10h10 do dia 27/09/12.

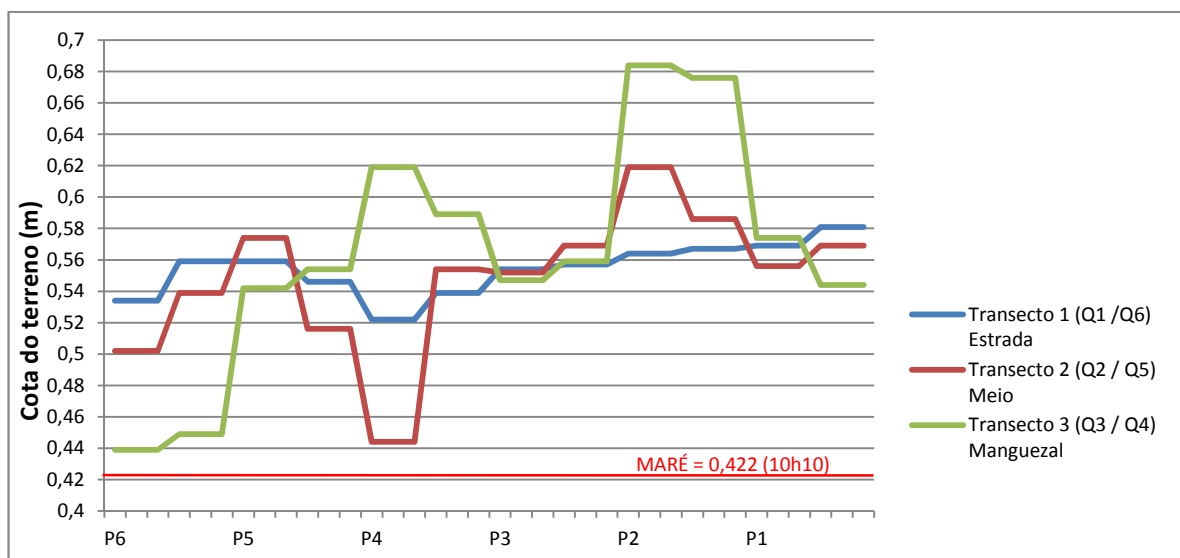


Figura 29 – Perfil topográfico da área de estudo, dividido em três transectos (próximo à estrada, no meio das parcelas e próximo ao manguezal) e linha de maré baixa de sizígia.

4.6 Análise estatística

Os testes de ANOVA demonstraram que as variáveis independentes: temperatura, precipitação e cota do terreno, foram determinantes no crescimento em altura, número de folhas e DAB dos indivíduos em regeneração e nas mudas juvenis transplantadas. Para as plântulas transplantadas, foram importantes as variáveis temperatura e precipitação, enquanto que a variável cota do terreno foi determinante somente para o crescimento em altura. Já a variável inundação foi importante apenas para o crescimento em altura dos indivíduos em regeneração. Os valores de “p” foram considerados como significativos quando menores que 0,05, conforme se observa na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados de ANOVA para valores de $p \leq 0,05$

Variáveis	Indivíduos de <i>L. racemosa</i> em regeneração			Mudas juvenis transplantadas		Plântulas transplantadas		
	Altura	Folhas	DAB	Altura	Folhas	Altura	Folhas	DAB
Temperatura	0,0040	0,0043	0,0000	0,0000	0,0000	0,0172	0,0110	0,0007
Precipitação	0,0000	0,0019	0,0000	0,0144	0,0000	0,0030	0,0041	0,0017
Cota terreno	0,0132	0,0378	0,0369	0,0004	0,0000	0,0322	—	—
Inundação	0,0439	—	—	—	—	—	—	—

5 DISCUSSÃO

5.1 Composição florística da área em regeneração

Os manguezais possuem certas particularidades que dotam o ecossistema de possibilidades de restabelecimento rápido após mudanças ambientais ou antrópicas (MENEZES, 1999). Após oito meses da retirada do aterro da área impactada no rio Boturoca (outubro/2010), sem que houvesse nenhuma outra intervenção com vistas a promover a recuperação da vegetação, já era possível notar a presença de diversos componentes da fauna e da flora se estabelecendo no local, tais como a disseminação de propágulos, caracterizando o recrutamento, bem como a ocupação do solo por caranguejos, evidenciada pela presença de inúmeras galerias. Em abril/2011, a regeneração natural continuava progredindo, sendo possível notar visualmente o adensamento de propágulos de *Laguncularia racemosa*, entremeados por alguns indivíduos de *Rhizophora mangle*, seu crescimento em altura, aumento no número de folhas, e ainda, a propagação das galerias de crustáceos.

Para Souza & Sampaio (2001), o fator da antropização pode levar a uma regeneração maior de *Laguncularia racemosa* que de *Rhizophora mangle*. Esta é uma característica de bosques de mangue alterados que continuam sofrendo diferentes graus de perturbação (MENGHINI, 2004).

Nesse sentido, no manguezal em regeneração do rio Boturoca, *L. racemosa* foi a espécie predominante, tanto em frequência quanto em densidade relativa, mostrando-se ser a mais apta a iniciar uma sucessão secundária, seguida de *R. mangle*. Resultado semelhante foi observado por Menghini (2008) em manguezais impactados da Ilha Barnabé, em Santos/SP, constatando que *L. racemosa* seria a espécie mais adaptada a iniciar uma sucessão secundária, uma vez que foi a dominante em todos os bosques de mangue em recomposição.

5.2 Monitoramento da regeneração de *Laguncularia racemosa*

A condução da regeneração natural de espécies nativas é uma das formas de medida compensatória para recuperação de APPs. No caso dos manguezais, é

necessário primeiro verificar se os fatores que influenciam a dinâmica de regeneração de bosques de mangue estão presentes. Segundo Duke (2001), esses fatores são: a) estratégia reprodutiva, envolvendo a produção de propágulos; b) estabelecimento e desenvolvimento de plântulas; c) competição com plântulas vizinhas; e d) estratégias de reprodução combinadas com desenvolvimento vegetativo.

O fato de a parcela P5 ter apresentado maior incremento em altura, número de folhas e diâmetro pode estar associado a menor competição intraespecífica, uma vez que naquele quadrante havia apenas três indivíduos em regeneração. Curiosamente, esta parcela teve um menor recrutamento de novos indivíduos de *L. racemosa*, enquanto que a parcela P2, cujos valores de crescimento foram menores e a densidade de indivíduos maior, apresentou maior recrutamento. Isso pode estar associado às características topográficas do terreno, conforme será discutido no item 5.5 adiante.

A taxa de sobrevivência dos indivíduos de *L. racemosa* em regeneração foi de 100%, diferente dos resultados encontrados por Menghini (2004), nos bosques da Ilha Barnabé, em que as taxas variaram de 28,3 % a 40 % para essa espécie. Uma possível hipótese se deve ao fato de o manguezal da Ilha Barnabé estar num processo de regeneração mais avançado.

A presença de flores e frutos na área de estudo pode ser um indicador da qualidade fitossanitária dos indivíduos em desenvolvimento e que irá garantir o sucesso da regeneração natural. Primavera & Esteban (2008), afirmam que a reprodução ou a produção de flores e frutos viáveis que, para as espécies de mangue, inicia entre o terceiro e o quinto ano, é um indicador de sucesso biológico a longo prazo. Dessa forma, o monitoramento recomendado para sobrevivência e crescimento de plantas de mangue deve ser feito do terceiro ao sexto mês e depois do primeiro, terceiro e quinto anos, sendo mais frequentes no início e se estendendo para além do habitual primeiro ano.

O período reprodutivo da espécie *Laguncularia racemosa* na área em regeneração no manguezal do rio Boturoca (de outubro/2011 a maio/2012) acompanhou os resultados encontrados por Menghini (2008) quando estudou a produção de serapilheira na Ilha Barnabé, onde o período de maior florescimento ocorreu de dezembro a fevereiro, com picos em janeiro, e maior frutificação se deu

de março a maio, com picos no mês de março. Esses resultados também foram encontrados por Schmiegelow (2009) para outros manguezais do estuário de Santos.

As curvas de crescimento mais acentuadas a partir do mês de dezembro/11 estão em consonância com o histograma e a curva de temperatura apresentados no item 2.2. O que também esclarece a queda na quantidade de folhas no mês de maio/12.

5.3 Acompanhamento do transplante de mudas de *Laguncularia racemosa*

Outra forma de medida compensatória na recuperação de APPs é o plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural. Para Field (1999), os principais critérios para se medir o sucesso de reabilitação de manguezais são: a) a eficácia do plantio; b) a taxa de recrutamento de flora e fauna; c) a eficiência de reabilitação; e d) a sustentabilidade do novo mangue a longo prazo.

De acordo com Bonilla et al. (2010), para recomposição de áreas de mangue, o melhor sistema de plantio é aquele aonde é selecionada uma área do ecossistema da qual são retiradas pequenas mudas em desenvolvimento para logo em seguida serem transplantadas para o local definitivo. As mudas com torrão de solo em volta das raízes propiciam melhores resultados na operação de transplantação e um melhor coeficiente de pega.

Eysink et al. (1998) testou em Cubatão o plantio direto de plântulas de *L. racemosa* colhidas no manguezal de Itanhaém, um dia após a colheita, e plantio indireto em estufa úmida. As plântulas cujo plantio foi direto apresentaram maior taxa de crescimento em altura (2,73 cm) e maior número médio (35) e máximo de folhas (52) do que as demais.

Nesse sentido, foi priorizado o plantio direto e imediato de mudas juvenis colhidas na área adjacente à delimitada, em detrimento ao de mudas produzidas em viveiros. As parcelas P4 e P5 foram as que apresentaram menor desenvolvimento em altura e também menor taxa de sobrevivência. Coincidentemente, essas foram as únicas parcelas aonde os tratamentos foram realizados nos quadrantes Q4, que

ficam localizados junto à borda do manguezal vizinho. Um possível fator de inibição do crescimento e de maior mortalidade pode ser atribuído ao sombreamento propiciado pelas altas árvores do manguezal existente no entorno sobre as mudas juvenis em determinado período do dia, diminuindo o tempo de exposição à radiação luminosa. Outro fator pode estar relacionado a condições do solo, sendo necessário um estudo mais aprofundado sobre seus componentes para atestar essa hipótese.

Bonilla et al. (2010) encontraram taxas de sobrevivência entre 50% e 65% em três semanas para indivíduos de *Laguncularia racemosa* plantadas após produção em viveiro por três meses. No estudo de Eysink et al. (1998), em Cubatão, o plantio direto de plântulas de *L. Racemosa*, após um dia de colheita apresentou taxa de sobrevivência de 18% após 100 dias e o plantio indireto de mudas mantidas em estufa por 14, 42 e 76 dias apresentou taxas de 9%, 18% e 40%, respectivamente, após 100 dias.

Na área em regeneração do rio Boturoca, a taxa de sobrevivência foi de 90% para o primeiro mês de plantio e de 67,5% ao final do período de 12 meses. Isso demonstra que o plantio direto e imediato de indivíduos colhidos no próprio local está mais propenso a ser bem sucedido do que a utilização de mudas produzidas em viveiros ou trazidas de outros locais.

O fato de as plântulas transplantadas para o quadrante Q4 da parcela P6 também apresentarem menor incremento em altura, pode estar associado à proximidade do manguezal vizinho, conforme já explicado acima.

A taxa de crescimento em altura dos indivíduos transplantados foi menor que a dos pré-existentes no quadrante. Uma possível explicação seria a altura média inicial dos indivíduos existentes (73 cm) ser ligeiramente maior que a dos indivíduos transplantados (64 cm), associada ao possível estresse sofrido pelos transplantados, que necessitariam de um período de adaptação, retardando seu crescimento.

As curvas de crescimento ficaram mais acentuadas a partir do mês de dezembro/11, de acordo com o histograma e a curva de temperatura apresentados no item 2.2, uma vez que, naquele mês, a precipitação subiu para acima da média voltando a ficar abaixo da média a partir de maio/12. O mesmo ocorreu com a temperatura. Sendo estes fatores relevantes para o desenvolvimento do manguezal

e determinantes no estabelecimento de um programa eficaz de recuperação por plantio.

Para Lewis & Streever (2000), o auxílio na recuperação do manguezal através do plantio somente deve ser considerado se os mecanismos naturais de recrutamento não estiverem ocorrendo, devido à falta de propágulos ou à presença de condições de solo que impossibilitem o estabelecimento natural, ou ainda, se estes forem insuficientes para o restabelecimento do manguezal. Essa observação parece ser bastante sensata, no sentido de que quanto menor intervenção ou movimentação houver na área em recuperação, maiores são as chances de novos propágulos se estabelecerem no local, evitando seu pisoteio ou mesmo a depredação de pequenas mudas já estabelecidas.

Vale ressaltar que, inicialmente, foi feita uma tentativa de introduzir propágulos de *Rhizophora mangle* coletados no mar, por meio do plantio direto, na porção mais alagada do terreno, por ser esta espécie mais susceptível à inundação. Contudo, o teste se mostrou infrutífero, uma vez que os propágulos desapareceram por completo após duas semanas, possivelmente levados pela maré vazante. O plantio direto de propágulos maduros de *R. mangle*, como forma de acelerar o seu estabelecimento quando houver a necessidade de se efetuar o plantio, foi sugerido por Lewis & Streever (2000).

5.4 Composição florística do manguezal vizinho

Para Bonilla et al. (2010), é necessário observar a sucessão natural das espécies no complexo estuarino antes de começar a recuperação dessas zonas para que haja sucesso no plantio do manguezal.

Os valores de densidade encontrados nas parcelas P-I e P-II estão próximos daqueles encontrados por Manço et al. (2000) no manguezal do Rio Branco (ou Boturoca) em um ponto de coleta próximo ao pedágio da ECOVIAS, igual a 0,26 indivíduos por metro quadrado. *Rhizophora mangle* foi a espécie dominante e também a que apresentou maior densidade relativa em todas as parcelas. Este dado se contrapõe àquele encontrado por Manço et al. (2000), em que a espécie dominante de árvores presente no rio Boturoca foi *Avicennia schaueriana*. O fato de

R. mangle ter apresentado maior densidade relativa (84,03) nas parcelas P-V e P-VI, sugere que a densidade de indivíduos aumenta, à medida que há um distanciamento da área alterada.

Esses dados mostram que há uma diferença na espécie dominante entre manguezais em estágio inicial de regeneração daqueles em estágio mais avançado. Esse fato também foi constatado por Menghini (2008) nos manguezais de diferentes regiões da Ilha Barnabé.

Entremeando as espécies principais, notou-se a presença constante de samambaias do gênero *Acrostichum* e alguns indivíduos de *Hibiscus tiliaceus*, coincidindo com as descrições de Scheffer-Novelli (1987). Para Vannucci (1999), em áreas onde o manguezal foi totalmente desmatado e a radiação solar é intensa, é comum a invasão por samambaias do gênero *Acrostichum*. Essas plantas daninhas toleram a inundação ocasional pela maré e podem crescer com tal densidade, a ponto de impedir que os propágulos de mangues se enraízem.

5.5 Levantamento topográfico

De acordo com Lewis & Streever (2000), a remoção de entulho (ou aterro, no caso do manguezal do rio Boturoca) para atingir o substrato original dos manguezais pode resultar em condições que são muito úmidas (ou seja, de cotas muito baixas) para o estabelecimento de mangue por causa da compactação do substrato original. Dessa forma, a elevação do terreno deve estar próxima à do manguezal existente sempre que possível.

O fato de as parcelas próximas ao rio (P1 a P3) apresentarem maior densidade de indivíduos do que aquelas distantes do rio (P4 a P6) pode estar relacionado às características topográficas do terreno, uma vez que as parcelas distantes do rio estavam em cotas mais baixas do que aquelas próximas ao rio.

Para Rabinowitz (1978a), os requisitos para o estabelecimento de propágulos se correlacionam com a posição espacial no manguezal, de modo que os gêneros que possuem propágulos menores, como *Laguncularia*, podem ser restritos a locais elevados, pois exigem encahlamento para se estabelecer, diferente de *Rhizophora*, que possui propágulos maiores. Dessa forma, propágulos grandes não são

passíveis de invadir a parte superior do solo do manguezal em qualquer das marés de sizígia, porque seu movimento em águas rasas é restrito pelo tamanho. Já os propágulos pequenos são capazes de se dispersar por todo o manguezal durante a maioria das marés. No entanto, podem ser impedidos de se estabelecer nas porções mais profundas de água, porque são mais facilmente fustigados pela perturbação das marés e podem exigir um período mais longo de liberdade de inundação para enraizar (RABINOWITZ, 1978b).

Por ocasião da última campanha, foi possível observar a maré alta de sizígia invadindo o manguezal a partir das últimas parcelas em direção às primeiras. Com isso, o carreamento de propágulos pequenos de *Laguncularia racemosa* seria direcionado a essa porção cuja cota do terreno é mais alta, ficando ali depositados e propiciando o maior recrutamento nessa região, corroborando os estudos de Rabinowitz (1978a, 1978b). Nesse sentido, a diferença de cotas na área de recuperação do manguezal do rio Boturoca explicaria um recrutamento maior por indivíduos de *L. racemosa* e menor de *Rhizophora mangle*.

5.6 Considerações finais

As variáveis: temperatura, precipitação e cota do terreno, foram preponderantes no processo regenerativo do manguezal.

Vale ressaltar a importância na continuidade de realização de monitoramento a longo prazo, para se verificar a sucessão de espécies na área após os primeiros anos.

Os dados levantados até o momento permitem subsidiar outras pesquisas sobre a regeneração de áreas de manguezal que sofreram alteração por aterramento ou por outros fatores antrópicos.

5.7 Recomendações para o plantio direto de *Laguncularia racemosa*

Com base nos resultados alcançados e nas observações de campo, foi possível enunciar as seguintes recomendações ou sugestões para o plantio direto de mudas de *Laguncularia racemosa* em manguezais impactados:

- a) primeiramente, deve-se observar se, no entorno da área a ser recuperada, há exemplares da mesma espécie que possam servir como fonte de propágulos;
- b) verificar a movimentação da maré na área, observando sua altura a partir do manguezal vizinho, se houver;
- c) verificar a existência de mudas juvenis, ou seja, aquelas que possuam dois pares de folhas, bem como o de plântulas, com cerca de 60 cm de altura, próximas a área de recuperação;
- d) observar a topografia do terreno, de modo que nas porções mais altas (ou secas), deve-se optar pelo plantio de mudas juvenis; e nas porções mais baixas (ou inundadas), o plantio de plântulas;
- e) observar o sombreamento da área, a partir do manguezal vizinho, efetuando o plantio de plântulas nas regiões mais sombreadas e o de juvenis naquelas onde haja maior incidência de luz solar;
- f) efetuar o plantio no período das chuvas e na maré baixa de sizígia, da seguinte forma:
 - retirar as mudas juvenis com auxílio de uma colher de pedreiro e as plântulas com uma pá, de modo que a raiz venha acompanhada do torrão de solo;
 - abrir covas nas proporções de 10 x 10 x 10 cm para plantio das juvenis e na mesma proporção para as plântulas, exceto em profundidade, que deve estar de acordo com o tamanho da raiz;
 - utilizar tutor de bambu, ou aproveitar pedaços de tronco presentes na área, para evitar que as plântulas tombem devido à variação da maré;
 - deixar um espaçamento de cerca de 50 cm entre os indivíduos;
- g) manter a área livre de espécies competidoras, como gramíneas, herbáceas, bem como de resíduos sólidos trazidos pela maré;

- h) monitorar a área mensalmente, substituindo as mudas que perecerem por outras de tamanho (altura) compatível com as que sobreviveram;
- i) nos locais onde houver grande mortalidade de juvenis, optar pelo plantio de plântulas.

Observação: A intervenção em Áreas de Preservação Permanente, bem como a retirada de mudas para sua recuperação, deve ser previamente autorizada pelo órgão ambiental.

6 CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que o manguezal do rio Boturoca é passível de ser bem sucedido no processo de regeneração, devido à presença de fontes de propágulos oriundas do manguezal adjacente, ainda bastante preservado, que possibilita o recrutamento de novos indivíduos para o interior da área.

Laguncularia racemosa mostrou-se ser a espécie melhor adaptada a iniciar uma sucessão secundária em áreas de manguezal que sofreram alteração por aterramento.

O plantio direto e imediato de plântulas juvenis recém-colhidas de áreas vizinhas ao manguezal impactado parece ser uma alternativa mais eficiente do que o plantio de mudas produzidas em viveiros, o qual é mais dispendioso.

A retirada do aterro contribuiu para a capacidade de regeneração do manguezal do Rio Boturoca.

A diferença de cotas no terreno foi um fator importante para o estabelecimento de propágulos de *L. racemosa* na porção mais elevada do terreno próxima ao rio.

Espera-se que esse estudo possa contribuir na construção de uma metodologia para recuperação de manguezais através da condução da regeneração natural por meio do plantio direto de propágulos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGEM - AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA. Indicadores metropolitanos da Baixada Santista. **IMBS**, 2005. Disponível em: <<http://www.agem.sp.gov.br/indicadores/default.htm>>. Acesso em: 16 set. 2011.

AGEM - AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA. **Plano de bacia hidrográfica para o quadriênio 2008-2011 do Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista**. AGEM. São Paulo, p. 207. 2009.

BONILLA, O. H. et al. Técnicas de plantio de espécies de mangue num fragmento florestal degradado na reserva ecológica particular em Sapiranga - Fortaleza - Ceará, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, 2010. (no prelo).

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da União**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 28 mai. 2012. Seção 1, p. 1-8, 2012.

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. **Diário Oficial da União**, CONAMA, 22 dez. 1997, Seção 1, p. 30841-30843, 1997.

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 429, de 28 de fevereiro de 2011. Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente - APPs. **Diário Oficial da União**, CONAMA, 02 mar. 2011. Seção 1, p. 76, 2011.

CEPAGRI - CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA. Clima dos municípios paulistas. **CEPAGRI Unicamp**, 2011. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_572.html>. Acesso em: 17 out. 2011.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Sistema estuarino Santos e São Vicente**. CETESB. São Paulo, p. 141. 2001.

CUNHA-LIGNON, M. et al. Estudos de caso nos manguezais do Estado de São Paulo (Brasil): aplicação de ferramentas com diferentes escalas espaço-temporais. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, São Paulo, 2009. 79-91.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Banco de Dados Pluviométricos do Estado de São Paulo. **DAEE**, 2004. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhtm.exe/plu?lig=podfp>>. Acesso em: 10 Set. 2012.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Relatório de situação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica da Baixada Santista**. DAEE. São Paulo, p. 290. 2007.

DONATO, D. C. et al. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. **Nature Geoscience**, n. 4, p. 293-297, 2011.

DUKE, N. C. Gap creation and regenerative processes driving diversity and structure of mangrove ecosystems. **Wetlands Ecology Management**, Netherlands, v. 9, p. 257-269, 2001.

EPT - ENGENHARIA E PESQUISAS TECNOLÓGICAS S.A. **Relatório de ensaio: sondagem a percussão**. EPT. São Paulo. 2006.

EYSINK, G. G. et al. Replanteio de plântulas de *Laguncularia racemosa* visando o seu uso em programas de recuperação de manguezais degradados. IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. **Anais...** Águas de Lindóia: ACIESP, n. 104. 1998. p. 48-55.

FIELD, C. D. Mangrove rehabilitation: choice and necessity. **Hydrobiologia**, Netherlands, n. 413, p. 47-52, 1999.

LAMPARELLI, C. C. (Coord.) **Mapeamento dos ecossistemas costeiros do Estado de São Paulo**. CETESB. São Paulo, p. 108. 1998.

LEWIS, R. R.; STREEVER, B. **Restoration of mangrove habitat**. U.S. Army Engineer Research and Development Center. Vicksburg, MS, p. 7. 2000.

MANÇO, M. et al. Estrutura dos manguezais de São Vicente, SP. V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação. **Anais...** Vitória, ES: ACIESP. 2000. p. 284-291.

MENEZES, G. V. **Recuperação de manguezais**: um estudo de caso na Baixada Santista, Estado de São Paulo, Brasil. 1999. 145 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) - Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1999.

MENGHINI, R. P. **Ecologia de manguezais**: grau de perturbação e processos regenerativos em bosques de mangue da Ilha Barnabé, Baixada Santista, São Paulo, Brasil. 2004. 115 fl. Dissertação (Mestrado em Ciências na área de Oceanografia Biológica) - Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004.

MENGHINI, R. P. **Dinâmica da recomposição natural em bosques de mangue impactados**: Ilha Barnabé (Baixada Santista), SP, Brasil. 2008. 222 fl. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) - Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.

PRIMAVERA, J. H.; ESTEBAN, J. M. A. A review of mangrove rehabilitation in the Philippines: successes, failures and future prospects. **Wetlands Ecology Manage**, Philippines, v. 16, p. 345-358, 2008.

RABINOWITZ, D. Dispersal properties of mangrove propagules. **Biotropica**, v. 10, n. 1, p. 47-57, mar. 1978a.

RABINOWITZ, D. Early growth of mangrove seedlings in Panama, and an hypothesis concerning the relationship of dispersal and zonation. **Journal of Biogeography**, v. 5, n. 2, p. 113-133, jun. 1978b.

SANCHIRICO, J. N.; SIIKAMÄKI, J.; JARDINE, S. L. Global economic potential for reducing carbon dioxide emissions from mangrove loss. **PNAS**, 2012. Disponível em: <<http://www.pnas.org/content/early/2012/07/25/1200519109>>. Acesso em: 14 ago. 2012.

SANTOS, A. L. G. **Manguezais da Baixada Santista - SP: alterações e permanências (1962-2009)**. 2009. 169 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2009.

SÃO PAULO (ESTADO). Decreto nº 10.755, de 22 de novembro de 1977. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976 e dá outras providências correlatas. **CETESB**, São Paulo, 1977. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/decretos/1997_Dec_Est_10755.pdf>. Acesso em: 16 set. 2011.

SÃO PAULO (ESTADO). INSTITUTO FLORESTAL. **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo: regiões administrativas de São José dos Campos (litoral), Baixada Santista e Registro**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007. 140 p.

SÃO VICENTE. PREFEITURA MUNICIPAL. Apostila Primeira Vila do Brasil. **Prefeitura Municipal de São Vicente**, 2009. Disponível em: <http://www.educacaosaovicente.sp.gov.br/concurso/pdf/Apostila_Primeira_Vila_do_Brasil.pdf>. Acesso em: 16 set. 2011.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezais brasileiros: região sul-sudeste**. Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste: síntese dos conhecimentos. Cananéia, SP: ACIESP. 1987. p. 78.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal. **Caribbean Ecological Research**, São Paulo, 1995. 64.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. et al. Variability of mangrove ecosystems along the brazilian coast. **Estuaries**, 13, 1990. 204-218.

SCHMIEGELOW, J. M. M. **Manguezais do Sistema Estuarino de Santos (SP): estrutura e produção de serapilheira**. 2009. 161 fl. Tese (Doutorado em Ciências na área de oceanografia biológica) - Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 161. 2009.

SOUZA, M. M. D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. Variação temporal da estrutura dos bosques de mangue de Suape-PE após a construção do porto. **Acta Botânica Brasilica**, Pernambuco, v. 15 (1), p. 1-12, 2001.

STATSOFT, INC. STATISTICA (data analysis software system), version 11. **www.statsoft.com**, 2012.

TCU - TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Cartilha de Licenciamento Ambiental**. 2. ed. Brasília: [s.n.], 2007. 83 p.

VANNUCCI, M. **Os manguezais e nós**: uma síntese de percepções. Tradução de Denise Navas-Pereira. São Paulo: Edusp, 1999. 233 p.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Relatório fotográfico



Foto 1 - Área de estudo aterrada. Dezembro/2009. Fonte: Sabesp.



Foto 2 - Retirada do aterro. Fevereiro/2010. Fonte: Sabesp.



Foto 3 - Área dois meses após a retirada do aterro. Abril/2010. Fonte: Sabesp.



Foto 4 - Área oito meses após a retirada do aterro. Outubro/2010. Fonte: Sabesp.



Foto 5 - Indivíduos em regeneração, após 14 meses da retirada do aterro. Abril/2011. Fonte: Sabesp.



Foto 6 - Demarcação da área de estudo. Maio/2011.



Foto 7 - Área de estudo demarcada. Maio/2011.



Foto 8 - Área recuperada. Maio/2012.



Foto 9 - Adensamento de juvenis de *Laguncularia racemosa*.



Foto 10 - Plantio de propágulos de *Rhizophora mangle*.



Foto 11 - Vista da montante do Rio Boturoca na maré baixa de sizígia.



Foto 12 - Coleta de mudas juvenis com dois pares de folhas de *L. racemosa*.



Foto 13 - Local de retirada das mudas juvenis, junto ao manguezal vizinho.



Foto 14 - Mudas juvenis plantadas em quadrado sorteado.



Foto 15 - Retirada de plântula de quadrado sorteado para plantio de juvenis.



Foto 16 - Plantio de plântula em quadrado sorteado.



Foto 17 - Medição da altura total com fita métrica.



Foto 18 - Contagem do número de folhas.



Foto 19 - Medição do diâmetro à altura da base com paquímetro.



Foto 20 - Demarcação de parcelas no manguezal vizinho.



Foto 21 - Contagem dos novos recrutas de *L. racemosa*.



Foto 22 - Aparecimento de flores nos indivíduos de *L. racemosa*.



Foto 23 - Desenvolvimento de frutos em *L. racemosa*.



Foto 24 - Caranguejos chama-maré (*Uca* sp) na área de recuperação.



Foto 25 – Caranguejo maria-mulata ou aratu (*Goniopsis cruentata*).



Foto 26 - Caranguejo aratu.



Foto 27 - Perereca-verde.



Foto 28 - Colhereiro (*Ajaia ajaja*).



Foto 29 - Guarás-vermelhos (*Eudocimus ruber*).



Foto 30 - Pegadas de mão-pelada ou guaxinim (*Procyon cancrivorus*).



Foto 31 - Pegadas do ungulado veado-mateiro e de guaxinim.



Foto 32 - Veado-mateiro (*Mazama* sp).



Foto 33 - Presença de polinizadores.



Foto 34 - Resíduos sólidos trazidos pelas marés.



Foto 35 - Anel de identificação, confeccionado a partir de garrafas PET.



Foto 36 - Levantamento topográfico.



Foto 37 - Régua-mira para levantamento topográfico.



Foto 38 - Erika, Prof. Fabio, Matheus e Kamila (alunos da graduação de Biologia).



Foto 39 - Prof. Fabio e alunos do Mestrado em Ecologia.



Foto 40 - Prof. Fabio, Karine, Thais, Ana Paula, Matheus e Erika.

ANEXOS

ANEXO A – Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental nº 14.873/2009



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
COORDENADORIA DE BIODIVERSIDADE E RECURSOS NATURAIS
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE PROTEÇÃO DE RECURSOS NATURAIS



TERMO DE COMPROMISSO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

1. Número	2. Nº do Processo SMA/DEPRN
0000014873 / 2009	000000074196 / 2006

A(s) pessoa(s) física(s) ou jurídica(s) abaixo identificada(s) compromete(m)-se, por si e por seus herdeiros ou sucessores, perante o DEPARTAMENTO ESTADUAL DE PROTEÇÃO DE RECURSOS NATURAIS - DEPRN a executar, dentro do prazo estipulado, as medidas abaixo descritas, visando à recuperação da área indicada na planta anexa com objetivo de mitigar os danos causados pela atividade, empreendimento ou obra licenciada.

3. Nome da pessoa física ou jurídica (compromissário)	4. CPF ou CNPJ
SABESP - COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO	43776517015454

5. Nome do Procurador ou Representante Legal	6. CPF ou CNPJ
REYNALDO EDUARDO YOUNG RIBEIRO	01810314852

7. Denominação da propriedade	8. Área total da propriedade (ha)
ESTRADA RIO BOTUROCA - SÍTIO ITU	106,500000

9. Localização da propriedade (endereço, bairro, distrito, loteamento)	10. CEP	11. Município
ESTRADA RIO BOTUROCA, 65 NO KM 66 - ROD. SP-55	11300-000	SÃO VICENTE

12. Coordenadas Geográficas de acordo com a planta	13. CEP
7349125,75 Latitude	349542,86 Longitude

13. Tipo de atividade, obra ou empreendimento	14. Área total a ser recuperada
Obras Hidráulicas (Tanque, Açude, Barramento, Usina Hidrelétrica)	0,044000

15. Medidas de recuperação ambiental a serem executadas:
-Retirada do aterro depositado sobre o manguezal após o término da obra.
-Monitorar a recuperação do manguezal durante 24 meses após o término da obra; replantando as espécies que ocorrem no local, caso a regeneração natural seja insuficiente.

16. Cronograma para execução das medidas de recuperação e entrega dos relatórios de acompanhamento a contar da data de assinatura

12 mês(es) para o início das medidas de recuperação (18/2/2010)	36 mês(es) para a execução total das medidas de recuperação (18/2/2012)
---	---

14 mês(es) para entrega do 1º relatório de acompanhamento (18/4/2010)	Periodicidade de 6 mês(es) para entrega dos relatórios de acompanhamento
---	--

17. Nome do Técnico responsável pela planta e memorial descritivo	18. Nº CREA	19. Nº ART
JOANIR ODORIZZI	5060277396	92221220081079337

20. Exigências Técnicas de Recuperação Florestal:

- Devem ser observadas as Resoluções SMA nº 08/2008, nº 47/2003 e nº 21/2001 que fixam orientações para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dão providências correlatas;
- Deverão ser selecionadas espécies adequadas ao bioma e ao nível de encharcamento do solo;
- Após a realização do plantio deverão ser executados os tratos culturais, como controle de insetos e plantas invasoras, que deverão ocorrer pelo período necessário ao pegamento das mudas e à medida que forem ocorrendo as falhas no plantio original as mudas devem ser repostas, sendo admissível, ao final desse período, um máximo de 5% de falhas;
- Os Relatórios Técnicos de Acompanhamento do TCRA deverão ser entregues na unidade do DEPRN na qual o termo foi firmado.

21. Valor da recuperação ambiental para efeito de cobrança do Título Extrajudicial
R\$ 237,75 15,00 UFESP's

22. Condições do Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental
A Autoridade Ambiental do Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais, da Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e Proteção de Recursos Naturais, da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, celebra o presente Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental – T.C.R.A. com a pessoa física ou jurídica e identificada acima, nos seguintes termos:

- O valor da recuperação ambiental é neste ato fixado, para todos os efeitos legais, de acordo com o estabelecido no item 21 deste T.C.R.A. e não contempla eventual dano ambiental causado a terceiro;
- Na hipótese de descumprimento das obrigações e prazos previstos no presente instrumento, o compromissário pagará, a título de multa moratória, o valor de 0,16% da quantia constante do item 21, por dia de atraso no cumprimento da obrigação, valor este que deverá ser destinado ao Fundo Especial de Despesa do Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais – DEPRN;
- Caso o Estado de São Paulo tenha que ingressar em juízo para a execução de qualquer das obrigações assumidas pelo compromissário neste instrumento, será cobrada a multa moratória prevista no inciso II, ou outra que venha a ser fixada pelo juiz, se mais elevada, a contar da mora no cumprimento do cronograma estabelecido no item 16 até o efetivo cumprimento da obrigação;
- O valor da recuperação fixado no item 21 é definido com base nos custos de mercado para recuperação da área indicada no item 14 e será atualizado monetariamente pela variação da Unidade Fiscal do Estado de São Paulo – UFESP a partir da data da assinatura deste TCRA;
- O presente compromisso tem sua vigência limitada ao prazo final fixado no item 16 admitindo-se prorrogação desde que comprovado a existência de fatores não imputáveis ao compromissário, devidamente aceitos pelo Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais – DEPRN;
- O foro da comarca onde está localizado o imóvel objeto da degradação é o competente para dirimir as questões decorrentes deste compromisso;
- O presente Termo é firmado em 3 (três) vias de igual forma e teor pelo compromissário na presença da autoridade florestal e de duas testemunhas abaixo assinadas, que igualmente rubricam a planta, em 3 (três) vias.

23. Data da expedição	24. Nome da Equipe Técnica do DEPRN
18/2/2009	NTSA - Núcleo Técnico Santos

25. Assinatura da 1ª Testemunha	27. Assinatura da 2ª Testemunha

28. Assinatura da Autoridade Florestal e carimbo	29. Assinatura do Proprietário ou Representante Legal

Engº Agrº Ricardo B. Borgianni
CREA/SP 6601781769
Resp. pelo Exp. do Núcleo Técnico Santos

ANEXO B – Autorização nº 14.541/2009

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE COORDENADORIA DE BIODIVERSIDADE E RECURSOS NATURAIS DEPARTAMENTO ESTADUAL DE PROTEÇÃO DE RECURSOS NATURAIS		DEPRN	
AUTORIZAÇÃO		1. Número 0000014541 / 2009	2. Nº do Processo SMA/DEPRN 000000074196 / 2006
3. Nome do Interessado SABESP - COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO		4. CPF ou CNPJ 43776517015454	
5. Denominação da Propriedade. ESTRADA RIO BOTUOCA - SÍTIO ITU		6. Área total da propriedade. (ha) 0,106500	
7. Localização da Propriedade (endereço, bairro, distrito, loteamento). ESTRADA RIO BOTUOCA, 65 NO KM 66 - RQD. SP-65		8. CEP 11300-000	9. Município SÃO VICENTE
10. Cartório de Registro de Imóveis. 1º - SÃO VICENTE		11. Nº(s) Registros ou matrícula(s). 45.351	
12. Finalidade do Pedido -REMANEJAMENTO DE ADUTORA DE ÁGUA BRUTA			
13. Classificação da Área Protegida por Legislação Específica. Área de Proteção Ambiental		14. Nome da Área Protegida por Legislação Específica.	
15. Documentos Relacionados			
Tipo DEPRN - TCRA Licenciamento	Nº 0000014533/2009	Data de Emissão 19/2/2009	
16. Autorização para Intervenção em Várzea / Corte de Vegetação / Intervenção de APP			
Discriminação	Tipo Vegetação	Estágio Sucessão	Área Autorizada em (ha)
Área de Proteção Ambiental	Vegetação Exótica	Não se aplica	0,180700
Manguezal	Manguezal	Não se aplica	0,044000
Total (em ha)			0,224700
17. Autorização para Corte de Árvore Isolada			
Discriminação	Nome Espécie	Nº de Árvores	Nº de Árvores/ha
Área de Proteção Ambiental	Urucum	2	0,0000
Área de Proteção Ambiental	Guaricica	1	0,0000
Área de Proteção Ambiental	Capororoca	1	0,0000
Total (em unidades)		4	
18. Autorização para Execução de Plano de Manejo Florestal			
Discriminação	Tipo vegetação	Estágio de Sucessão	Espécie Manejada
			No. Indivíduos Manejados/ha
			Área Autorizada (em ha)
Total			
19. Observações: -Autorização expedida de acordo com a Resolução CONAMA Nº 369/06 e RESOLUÇÃO SMA Nº 13/08.			

20. Data da expedição 18/2/2009	21. Nome da Equipe Técnica do DEPRN NTSA - Núcleo Técnico Santos
22. Data da validade 18/2/2011	23. Assinatura da Autoridade Florestal

Engº Agrº Ricardo B. Borgianni
CREA/SP-0601781769
Resp. pelo Exp. do Núcleo Técnico Santos



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
COORDENADORIA DE BIODIVERSIDADE E RECURSOS NATURAIS
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE PROTEÇÃO DE RECURSOS NATURAIS



AUTORIZAÇÃO

1. Número	2. Nº do Processo SMA/DEPRN
0000014541 / 2009	00000074196 / 2006

Observações:

- 1º Esta autorização deverá, obrigatoriamente, permanecer no local da atividade para fins de fiscalização.
- 2º Somente terá validade após publicação no Diário Oficial do Estado.
- 3º As áreas de Preservação Permanente, mesmo aquelas situadas no interior do perímetro autorizado, bem como as áreas de Reserva Legal não poderão ser exploradas, a não ser se devidamente autorizada.
Consideram-se de Preservação Permanente aquelas áreas situadas:
 - a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:
 - 1) de 30(trinta) metros para os cursos d'água que tenham de menos de 10(dez) metros de largura;
 - 2) de 50(cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10(dez) a 50(cinquenta) metros de largura;
 - 3) de 100(cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50(cinquenta) a 200(duzentos) metros de largura;
 - 4) de 200(duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200(duzentos) a 600(seiscentos) metros de largura;
 - 5) de 500(quinhetos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600(seiscentos) metros;
 - b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;
 - c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água" qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50(cinquenta) metros de largura;
 - d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;
 - e) nas encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% de linha de maior declive;
 - f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
 - g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100(cem) metros em projeções horizontais;
 - h) em altitude superior a 1.800(mil e oitocentos) metros qualquer que seja a vegetação;
- 4º É expressamente proibido o uso do fogo para os fins desta Autorização.
- 5º É proibido o corte raso no interior da Reserva Legal.
- 6º A não observância do estabelecido na presente autorização poderá acarretar as seguintes penalidades: multa, embargo, apreensão do produto da infração, cassação de autorização, representação contra o profissional responsável perante o CREA, denúncia ao Ministério Público (Curadoria do Meio Ambiente) sem prejuízo das demais penalidades previstas em Lei.

20. Data da expedição	18/2/2009	21. Nome da Equipe Técnica do DEPRN	NTSA - Núcleo Técnico Santos
22. Data da validade	18/2/2011	23. Assinatura da Autoridade Florestal	

Engº Agrº Ricardo B. Borgianni
CREA/SP 0601781769
Resp. pelo Exp. do Núcleo Técnico Santos