Gisela Vianna Menezes

**Recuperação de manguezais: um estudo de caso na Baixada
Santista, Estado de São Paulo, Brasil.**

Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico
da Universidade de São Paulo, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Doutor
em Oceanografia Biológica.

Orientadora:
Profa. Dra. Yara Schaeffer-Novelli

São Paulo
1999

ÍNDICE

Agradecimentos	i
Resumo	iv
Abstract	v
Relação das figuras	vi
Relação das tabelas	ix
I - Introdução	1
I.1 – Recuperação de ecossistemas	1
I.2 – Ecossistema manguezal e recuperação, uma revisão da bibliografia	7
II – Organização do Trabalho	17
III - Objetivos	18
IV - Justificativa	19
V – Caracterização da Área de Estudo	20
ETAPA I: Estudo da viabilidade de recuperação dos manguezais em Cubatão, SP.	23
VI.1 - Material e métodos	24
VI.1.1 - Seleção do local de estudo	24
VI.1.2 - Seleção de espécies e mudas	24
VI.1.3 - Delineamento experimental	25
VI.1.4 - Procedimento de plantio	26
VI.1.5 - Monitoramento	26
VI.1.6 - Análise estatística	27
VI.1.7 – Levantamentos complementares	27
VI.1.7.1 – Período de 11 a 13/04/95	27
VI.1.7.2 – Período de 1 a 3 de abril e 3 de junho de 1996	29
VII.1 - Resultados	30
VII.1.1 - Controle	30
VII.1.2 - Área 1	31
VII.1.3 - Área 2	32
VII.1.4 - Área 3	34
VII.1.5 - Área 3B	36
VII.1.6 – Comparação entre as áreas 1, 2 e controle	37
VII.1.7 – Sazonalidade	38
VII.1.8 - Curvas de crescimento	38
VII.1.9 – Levantamentos complementares referentes ao período de 11 a 13 de abril de 1995	39

VII.1.9.1 – Características físico-químicas da água	39
VII.1.9.2 – Estudo do movimento das massas d'água com a utilização de cartões de deriva e rodamina	42
VII.1.10 – Levantamentos complementares referentes ao período de 1 a 3 de abril de 1996 e 3 de junho de 1996.	45
VIII.1 - Discussão	45
Etapa II: Testes de plantio utilizando-se <i>Laguncularia racemosa</i>	51
VI.2 - Material e métodos	52
VII.2 - Resultados	53
VIII.2 - Discussão	53
Etapa III: Relato de um caso envolvendo a comunidade de pescadores na recuperação de um manguezal.	55
VI.3 - Material e métodos	56
VI.3.1 - Seleção do local e do estágio de desenvolvimento das mudas	56
VI.3.2 – Delimitação das áreas de plantio	56
VI.3.3 – Coleta de propágulos de <i>R. mangle</i>	57
VI.3.4 – Plantio dos propágulos pelas crianças	57
VI.3.5 – Monitoramento do plantio das crianças	57
VII.3 – Resultados	58
VII.3.1 – Área A	58
VII.3.2 – Área B	59
VII.3.3 – Área C	59
VII.3.4 – Área D	60
VII.3.5 – Comparação entre as áreas A, B, C e D	60
VIII.3 – Discussão	61
IX - Discussão final e diretrizes para recuperação de manguezais degradados	63
X – Conclusões	70
XI – Referências Bibliográficas	72
Anexo I	I
Anexo II	XIII
Anexo III	XV

AGRADECIMENTOS

Algumas folhas nunca serão suficientes para agradecer a todas as pessoas que direta ou indiretamente, consciente ou inconscientemente auxiliaram na realização desse trabalho, assim como de todas as situações favoráveis e facilitadoras.

À minha orientadora, Dra. Yara Schaeffer-Novelli por todo o apoio e incentivo técnico, profissional e pessoal que tem fornecido ao longo de todos esses anos.

Ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo que vem propiciando um ambiente ideal para a pesquisa, estudo e complementação profissional aos estudantes que ingressam em seus cursos.

À CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental que suportou esse projeto, financiando as viagens, cedendo técnicos e todo o material e mão-de-obra necessários, tanto em Cubatão como em São Paulo.

À Secretaria do Meio Ambiente, ao Instituto Florestal e ao Projeto de Preservação da Mata Atlântica que liberaram parte do meu período de trabalho para a conclusão dessa tese e possibilitaram que participasse de um voo de helicóptero sobre a região em agosto de 1999.

Apesar de muitas pessoas terem apoiado tecnicamente e/ou participado nas atividades de campo desejo expressar agradecimentos especiais ao M.Sc. Geraldo G. J. Eysink, à época Gerente do Setor de Recuperação de Ecossistemas Aquáticos da CETESB, sempre apoiando e incentivando nosso trabalho, à Biól. Iris R. F. Poffo que acompanhou a execução do presente projeto, tanto nas atividades de campo em Cubatão quanto nas reuniões técnicas em São Paulo. Agradeço também ao registro fotográfico realizado por ambos, Geraldo e Iris, e pelo José Jorge Neto, fotógrafo da CETESB.

Ao apoio técnico e de campo dos profissionais e amigos da CETESB: Dr. Sérgio Pompéia, Biól. Mara M. G. Lemos, M.Sc.. Roberto Pádula de Moraes, Geógr. Roney Perez do Santos, Estat. Ana Cristina Truzzi, Téc. Osvaldo Atanagildo da Silva, Téc. Jessé Soares Alves, Eng. Augusto Merigue Junior, Téc. Heronides Pereira da Silva, Téc. Miguel Monteiro, Tecnól. Junzo Inoue, Eng. João Wagner Silva Alves, Des. Marisa Cury, Téc. Nelson Feijó, Arqu. Sérgio Teichner, M.Sc. Elton Gloeden. Ao Ricardo Amazio, gerente do setor de meteorologia, que disponibilizou os dados da estação meteorológica de Santos e aos colegas do setor de ecossistemas terrestres que emprestaram as fotografias aéreas da região de Cubatão.

Aos biólogos Dra. Denise Navas Pereira, M.Sc. Marta Lamparelli e Eduardo Bertoletti que apoiaram e possibilitaram a continuidade dos trabalhos durante os anos de 1995 e 1996. Ao Prof. Dr. Edison José de Paula, pela identificação das macroalgas bentônicas.

E, também, aos amigos José Tobias Barros (Seu Inácio) e Helena da Silva Barros, moradores da Vila dos Pescadores, que muito nos apoiaram com sua amizade e liderança, pelas vistorias que realizamos juntos nas áreas de plantio de manguezal, além de terem cedido por muitas vezes parte da casa onde moram para armazenamento de material, realização de reuniões e pelas vistorias que realizamos juntos nas áreas de plantio de manguezal. Espero que o trabalho voluntário do Seu Inácio junto com outras pessoas continue e, assim sendo, dentro de alguns anos teremos um ambiente muito melhor com mais áreas de manguezal na região de Cubatão, aumentando a quantidade de peixes, siris, caranguejos, pássaros, e levando a melhoria da qualidade de vida daquela região.

À minha família, Lourenço (in memoriam),
Maria Lúcia, Gilberto e Luciano, pelo apoio e
incentivo ao longo dos anos.

RESUMO

Testou-se a viabilidade da recuperação dos manguezais em Cubatão com o plantio experimental de *Rhizophora mangle*, 150 propágulos e o transplante de 300 plântulas em 3 parcelas experimentais, próximas a cidade de Cubatão. Em duas das três parcelas, as taxas de sobrevivência foram superiores a 70% tanto para os propágulos quanto para as plântulas, sendo que essas apresentaram altura média próxima a 1,0 m no final do período de monitoramento (33 meses). Realizou-se também plantios preliminares com outra espécie de mangue, *Laguncularia racemosa*, obtendo-se taxas de sobrevivência superiores a 80% e crescimento igual a 23,4 vezes o tamanho original em um período de vinte e cinco meses. A última etapa dos estudos teve como objetivo testar os procedimentos para a recuperação de áreas maiores, procurando envolver a comunidade de pescadores em projetos de recuperação/preservação ambiental. A coleta e o plantio de cerca de 5800 propágulos de *R. mangle* foram realizados por crianças e jovens moradores da Vila dos Pescadores (Cubatão) em quatro áreas, escolhidas de acordo com os resultados obtidos no plantio experimental. Destacam-se algumas das principais conclusões: 1) a recuperação dos manguezais degradados de Cubatão é possível através do plantio de propágulos e plântulas; 2) os resultados obtidos realizando-se transplante das plântulas e plantio de propágulos de *R. mangle* tornam-se similares após cerca de seis meses; 3) para *Laguncularia racemosa*, devido às pequenas dimensões dos propágulos, recomenda-se realizar plantio em viveiro antes do transplante em campo; e, 4) o envolvimento da comunidade ribeirinha contribui em projetos de preservação/recuperação ambiental. Os resultados e conclusões desse trabalho tornam-se importantes para subsidiar políticas de desenvolvimento e preservação da Baixada Santista.

ABSTRACT

MANGROVE RECOVERING: A CASE STUDY AT “BAIXADA SANTISTA” (SANTOS COASTAL PLAIN), SÃO PAULO STATE, BRAZIL. The municipality of Cubatão in Baixada Santista, at São Paulo State, is known worldwide as a degraded area as a consequence of the concentration of several large industries that heavily polluted the environment, including the surrounding mangroves. This experiment is an attempt to recover the local mangrove through the plantation of mangrove species in a bare area previously occupied. The experiment consisted in the plantation of propagules and transplantation of seedlings of *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa* from neighbor areas. Survivorship was around 70% for propagules as well for the seedlings of *R. mangle*, and 80% for *L. racemosa*. The last species attained a size 23.4 times in a period of 25 months. The last phase of the research aimed at testing procedures for the restoration of larger areas, followed by an attempt to involve the community of fishermen in projects of environmental restoration/conservation. The collection and nurse of about 5,800 propagules of *R. mangle* was done by children and young inhabitants of the “Vila dos Pescadores” (Fishermen Village in Cubatão) in four areas, chosen according to the results obtained through the experimental cultivation. Some of the main conclusions are: 1) restoration of deteriorated mangroves is feasible in Cubatão; 2) restoration can be accomplished starting from seedlings as well as propagules of *R. mangle*, they became similar about six months of plantation; 3) for *Laguncularia racemosa*, due to the dimensions of the propagules, the cultivation in a green house is recommended, before the transplantation to the field; and 4) the local communities can easily be convinced to participate in environmental projects and, therefore, contribute to the establishment of conservation policies.

RELAÇÃO DAS FIGURAS

Figura 1a: Desenvolvimento dos propágulos de <i>R. mangle</i> (Sugiyama, 1995).	83
Figura 1b: Desenvolvimento dos propágulos de <i>L. racemosa</i> (Sugiyama, 1995).	83
Figura 1c: Desenvolvimento dos propágulos de <i>A. schaueriana</i> (Sugiyama, 1995).	83
Figura 2: Dados climatológicos da estação de Santos (83782), 23:56S e 45:20 ^O , provenientes do Instituto Nacional de Meteorologia.	84
Figura 3: Foto aérea de 1989, em infra-vermelho, cuja escala original de 1:35.000 foi reduzida aproximadamente para 60%. A área de estudo está delimitada por uma elipse. As áreas em verde não apresentam vegetação.	85
Figura 4: Mapa com a localização das parcelas experimentais em Cubatão. A foto colorida (lado direito, em cima) foi extraída de Alves <i>et al.</i> 1995.	86
Figura 5: Esquema mostrando a posição e o distanciamento dos propágulos e das plântulas em cada uma das parcelas experimentais.	87
Figura 6: Altura da maré para o Porto de Santos nos dias 11 (a), 12 (b) e 13 (c) de abril de 1995 (Brasil, 1994)	88
Figura 7: Imagem de satélite ampliada mostrando a localização das parcelas 1, 2, 3, o canal de esgoto, os pontos α , β , λ e ϕ e o posicionamento da embarcação “fixa” em branco, circundados por uma elipse branca. As áreas sem vegetação aparecem em branco e as com vegetação em vermelho.	89
Figura 8: Altura da maré para o Porto de Santos nos dias 1 (a), 3 (b) de abril e 3 de junho de 1996 (Brasil, 1995).	90
Figura 9: Valores obtidos no monitoramento das plântulas-controle.	91
Figura 10: Valores obtidos no monitoramento das plântulas nas parcelas 1, 2 e controle no primeiro ano do experimento.	92
Figura 11: Valores obtidos para a taxa de sobrevivência (%) das plântulas com e sem estaca nas parcelas 1, 2 e 3.	93
Figura 12: Valores obtidos no monitoramento das plântulas na parcela 1.	94
Figura 13: Valores obtidos no monitoramento dos propágulos na parcela 1.	95
Figura 14a: Delimitação da parcela experimental em maio de 1993.	96
Figura 14b: Parcela 1 cerca de três meses após o plantio. Observa-se que a base do caule está recoberta pela alga epífita <i>Bostrychia radicans</i> .	96
Figura 14c: Parcela 1 cerca de um ano e meio após o plantio.	96

Figura 15a: Parcela 1 em fevereiro de 1996 (33 meses após o plantio).	97
Figura 15b: Detalhe das raízes da parcela 1, em fevereiro de 1996.	97
Figura 15c: Situação da parcela 1, em fevereiro de 1997 (45 meses após o plantio).	97
Figura 16: Valores obtidos no monitoramento das plântulas na parcela 2.	98
Figura 17: Valores obtidos no monitoramento dos propágulos na parcela 2.	99
Figura 18: Valores obtidos no monitoramento das plântulas na parcela 3.	100
Figura 19: Valores obtidos no monitoramento dos propágulos na parcela 3.	101
Figura 20: Valores obtidos no monitoramento das plântulas na parcela 3B.	102
Figura 21: Curvas de regressão e coeficientes de correlação dos parâmetros estudados para as plântulas e propágulos da parcela 1.	103
Figura 22: Curvas de regressão e coeficientes de correlação dos parâmetros estudados para as plântulas e propágulos da parcela 2.	104
Figura 23: Curvas de regressão e coeficientes de correlação dos parâmetros estudados para as plântulas do controle.	105
Figura 24: Características físico-químicas da água (a, b, c, d, e), velocidade da corrente (f), velocidade do vento (g) e altura da maré para o Porto de Santos (h), durante a vazante em frente à parcela 3, em 11 de abril de 1995.	106
Figura 25: Características físico-químicas da água (a, b, c, d, e), velocidade da corrente (f), velocidade do vento (g) e altura da maré para o Porto de Santos (h), durante a vazante em frente à parcela 1, em 12 de abril de 1995.	107
Figura 26: Características físico-químicas da água (a, b, c, d, e), velocidade da corrente (f), velocidade do vento (g) e altura da maré para o Porto de Santos (h), durante a enchente em frente à parcela 3, em 13 de abril de 1995.	108
Figura 27: Altura da maré nas estacas posicionadas à frente das parcelas 1, 2 e 3, no dia três de junho de 1996.	109
Figura 28a: Plantio dos propágulos de <i>Laguncularia racemosa</i> diretamente no sedimento do mangue, em 1995.	110
Figura 28b: Plantio dos propágulos de <i>Laguncularia racemosa</i> em junho de 1995. Espaçamento de 1,0 m entre fileiras e 0,5 m na fileira. Área de plantio próxima a parcela 1 (plantada com <i>R. mangle</i>).	110
Figura 29a: Desenvolvimento dos propágulos de <i>L. racemosa</i> plantados em vasos.	111
Figura 29b: Plantas de <i>L. racemosa</i> um mês após o transplante para o campo.	111

Figura 30a: Comprimento (cm) das <i>L. racemosa</i> transplantadas para o manguezal.	112
Figura 30b: Taxa de sobrevivência (%) das <i>L. racemosa</i> transplantadas para o manguezal..	112
Figura 31a: Detalhe de duas plantas de <i>L. racemosa</i> em junho de 1996, 342 dias após o transplante para o campo. Nessa época, a altura média das <i>L. racemosa</i> transplantadas era igual a 72,2 cm	113
Figura 31b: Detalhe de uma <i>L. racemosa</i> em junho de 1996, 607 dias após o transplante para o campo. Nessa época, a altura média das <i>L. racemosa</i> transplantadas era igual a 110,0 cm. Muitas com, aproximadamente, dois anos apresentaram a primeira floração.	113
Figura 32: Foto mostrando a localização das áreas A, B, C e D e das parcelas experimentais 1 e 2.	114
Figura 33a: Contagem e triagem dos propágulos, em 19 de maio de 1995.	115
Figura 32b: Plantio dos propágulos realizado pelos pescadores e crianças, com auxílio de canoas, durante a baixa-mar, 20 de maio de 1995.	
Figura 34a: Foto da área B em julho de 1995, dois meses após o plantio. Observa-se sobre o sedimento as algas bentônicas <i>Enteromorpha sp</i> e <i>Rhizoclonium riparium</i> .	116
Figura 34b: Detalhe mostrando dois propágulos apodrecidos encontrados sobre o sedimento nas áreas A e B, setembro de 1995.	116
Figura 35a: Plantio de propágulos de <i>R. mangle</i> realizado pela comunidade, situado entre os rios Cascalho e Casqueiro.	117
Figura 35b: Plantio de propágulos de <i>R. mangle</i> realizado pela comunidade, próximo a Cosipa.	117
Figura 35c: Transplante de mudas de <i>L. racemosa</i> e <i>A. schaueriana</i> realizado pela comunidade, no Rio Casqueiro.	117
Figura 36a: Parcela 1 em novembro de 1998, cinco anos e seis meses após o início do experimento.	118
Figura 36b: Parcela 1 em novembro de 1998, cinco anos e seis meses após o início do experimento.	118
Figura 36c: Arredores da parcela 1 em novembro de 1998, cinco anos e seis meses após o início do experimento.	118
Figura 37: Proposta metodológica de trabalho para projetos de recuperação de manguezais.	119

RELAÇÃO DAS TABELAS

Tabela I: Delineamento experimental para o plantio de <i>Rhizophora mangle</i> em áreas degradadas em Cubatão.	120
Tabela II: Dia, horário e local dos lançamentos dos cartões e da rodamina.	121
Tabela III: Valores encontrados na última amostragem para as plântulas e os propágulos das parcelas 1 e 2 e para as plântulas-controle.	122
Tabela IV: Resultados da análise de variância ($\alpha=0,05$) e teste Tukey ($\alpha=0,05$) com as medidas do comprimento (cm) para os seguintes grupos da parcela 1: plântulas com estaca, plântulas sem estaca e propágulos.	123
Tabela V: Resultados da análise de variância ($\alpha=0,05$) e teste Tukey ($\alpha=0,05$) com o número de folhas por indivíduo para os seguintes grupos da parcela 1: plântulas com estaca, plântulas sem estaca e propágulos.	124
Tabela VI: Resultados da análise de variância ($\alpha=0,05$) e teste Tukey ($\alpha=0,05$) com as medidas de altura (cm) para os seguintes grupos da parcela 2: plântulas com estaca, plântulas sem estaca e propágulos.	125
Tabela VII: Resultados da análise de variância ($\alpha=0,05$) e teste Tukey ($\alpha=0,05$) com o número de folhas para os seguintes grupos da parcela 2: plântulas com estaca, plântulas sem estaca e propágulos.	126
Tabela VIII: Análise granulométrica de amostras de sedimento das parcelas 1, 2 e 3.	127
Tabela IX: Altura (cm) das plântulas e propágulos das três parcelas experimentais e controle.	128
Tabela X: Número médio de folhas das plântulas e propágulos das três parcelas experimentais e controle.	129
Tabela XI: Taxa de sobrevivência (%) das plântulas e propágulos das três parcelas experimentais e controle.	130
Tabela XII: Número médio de gemas das plântulas e propágulos das três parcelas experimentais e controle.	131
Tabela XIII: Número médio de ramificações das plântulas e propágulos das três parcelas experimentais e controle.	132
Tabela XIV: Resultados da análise de variância simples ($\alpha=0,05$) e teste Tukey ($\alpha=0,05$) com as medidas de altura (cm) para os seguintes grupos: plântulas (fileiras A, B, C e D) da parcela 1, plântulas (fileiras A, B, C e D) da parcela 2 e plântulas-controle.	133

Tabela XV: Resultados da análise de variância simples ($\alpha=0,05$) e teste Tukey ($\alpha=0,05$) com o número de folhas para os seguintes grupos: plântulas (fileiras A, B, C e D) da parcela 1, plântulas (fileiras A, B, C e D) da parcela 2 e plântulas-controle.	134
Tabela XVI: Resultados da análise de variância simples ($\alpha=0,05$) e teste Tukey ($\alpha=0,05$) com as medidas de comprimento (cm) para os seguintes grupos: propágulos (fileiras E e F) da parcela 1, propágulos (fileiras E e F) da parcela 2 e plântulas-controle.	135
Tabela XVII: Resultados da análise de variância simples ($\alpha=0,05$) e teste Tukey ($\alpha=0,05$) com o número de folhas para os seguintes grupos: propágulos (fileiras E e F) da parcela 1, propágulos (fileiras E e F) da parcela 2 e plântulas-controle.	136
Tabela XVIII: Crescimento médio diário (cm/dia) em diferentes estações do ano para as plântulas e propágulos das parcelas 1 e 2.	137
Tabela XIX: Acréscimo médio de folhas por dia em diferentes estações para as plântulas e propágulos nas parcelas 1 e 2.	137
Tabela XX: Valores obtidos para o pH, condutividade, turbidez, temperatura e salinidade para os dias 1 e 3 de abril de 1996, correspondendo a períodos de cheia e vazante, respectivamente.	138
Tabela XXI: Altura e espécie das plantas existentes na área A, antes do plantio efetuado com os pescadores e 11 meses depois.	141
Tabela XXII: Altura e espécie das plantas existentes na área B, antes do plantio com os pescadores e 11 meses depois.	142
Tabela XXIII: Altura e espécie das plantas existentes na área C, antes do plantio com os pescadores e um ano depois.	143
Tabela XXV: Altura e espécie das plantas existentes na área D, antes do plantio com os pescadores e um ano depois.	144
Tabela XXII: Avaliação do plantio com os pescadores em 1995. Contagem dos propágulos de <i>R. mangle</i> nas áreas A, B, C subdivididas em 10 partes e na área D, subdividida em 8.	145

I - INTRODUÇÃO

I.1 – Recuperação de ecossistemas

A recuperação de ecossistemas é vista por diversos autores como um desafio para a ecologia e um elo de ligação entre a teoria e a prática. É a oportunidade de se testar modelos teóricos e implementá-los, ou até mesmo criar novos modelos baseados em experimentos e situações reais (Bradshaw, 1983 e 1987; Jordan III *et al.* 1987; Jordan III & Packard, 1989; Cairns Jr, 1988a). As muitas formas e níveis de degradação de diferentes ecossistemas que podem ser encontradas por aqueles que pretendem trabalhar com o desafio da recuperação, dificilmente poderiam ser simuladas por exercícios teóricos, realçando a importância desses trabalhos para a ecologia (Jordan III *et al.* 1987; Cairns Jr, 1988b).

Assim, cabe nesse processo enfatizar a importância do relato escrito pois de outra forma esses trabalhos poderiam ser perdidos, ou seja, muito dos seus sucessos, fracassos, métodos e questionamentos não seriam úteis à comunidade, contribuindo apenas para o amadurecimento profissional dos técnicos envolvidos.

Por outro lado, questiona-se quanto seria necessário conhecer sobre um ambiente/ecossistema antes de se tentar sua recuperação. Claramente, quanto maior o conhecimento sobre as características e funções do ecossistema, maiores serão as chances de recuperá-lo (Werner, 1987).

No entanto, muitas vezes, dependendo da situação e das oportunidades, a realização de estudos prévios detalhados na fase inicial dos projetos não é possível. Assim sendo, a pesquisa teórica fornece os subsídios necessários para a proposição dos objetivos, metas e caminhos que se pretendem trilhar e alcançar com os trabalhos de recuperação (Werner, *op. cit.*).

A aliança, quase sempre inseparável e indiscutível, entre a prática e a teoria pode ser muito bem exemplificada comparando-se a ecologia teórica e a prática da recuperação de ecossistemas. Profissionais das duas áreas têm muito a aprender e a ensinar para alcançar objetivos comuns, referentes ao aumento da compreensão e à melhoria do ambiente.

Praticamente, os primeiros relatos sistemáticos de trabalhos de recuperação de um ecossistema ocorreram na década de 30, no Arboretum de Madison, na área da Universidade de Wisconsin, conduzidos pelo Dr. Aldo Leopold. Nesse experimento

tentou-se restaurar uma pradaria, e após alguns anos de trabalhos constatou-se a importância do fogo para sua manutenção, aumentando o conhecimento que se tinha sobre o ecossistema (Curtis & Partch, 1948, apud Jordan III *et al.* 1987). Outros trabalhos seguiram-se a este e, atualmente, a recuperação de ecossistemas é uma prática comum em diversos países, tanto com o objetivo da conservação (manutenção do banco genético e das funções do ecossistema), como visando a mitigação de impactos. Deve-se lembrar, também, que muitos dos trabalhos de recuperação de áreas degradadas estão associados às atividades de mineração.

A partir da década de 50, diversos projetos com diferentes objetivos foram colocados em prática e, conseqüentemente, novas terminologias começaram a ser utilizadas (recuperação, restauração, reabilitação, mitigação, criação, etc). Esses termos se sobrepõem algumas vezes, causando dúvidas sobre o mais adequado em cada caso.

Procuramos definir alguns dos termos mais utilizados com base nas seguintes referências: Carpanezzi *et al.* (1990); Clark (1996); Cairns (1995); Cairns *et al.* (1992); Lewis III (1990a); Krucynski (1990) e Moreira (1990).

Área degradada - área que após o distúrbio teve eliminados seus meios de regeneração natural, apresentando baixa resiliência. A ação antrópica é necessária para a recuperação.

Área perturbada: área que sofreu distúrbios mas manteve condições para a regeneração biótica. A ação humana não é obrigatória mas pode auxiliar na recuperação.

Conservação - aplica-se à utilização racional de um recurso qualquer, de modo a se obter um rendimento considerado bom, garantindo-se, entretanto, sua renovação ou auto-sustentação.

Criação - criar um novo ecossistema onde ele não existia previamente.

Degradação ambiental - termo usado para qualificar os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade ou a capacidade produtiva dos recursos ambientais.

Impacto - qualquer alteração significativa no meio ambiente, em um ou mais de seus componentes, provocado por uma ação humana.

Mitigação – conjunto de ações adotadas para evitar, reduzir ou compensar os efeitos de danos ambientais, incluindo atividades de restauração, valorização, criação ou substituição de ecossistemas danificados. Este recurso só deve ser utilizado diante da indispensável, e judicialmente autorizada, utilização de uma área com conseqüente deterioração da qualidade ambiental. A área escolhida para ser conservada deve

apresentar características similares e tamanho algumas vezes maior do que aquela a ser degradada, além de necessitar de acompanhamento e monitoramento contínuos e por tempo indeterminado.

Preservação - ação de proteger contra a destruição e qualquer forma de dano ou degradação, de um ecossistema, de uma área geográfica definida ou de espécies animais e vegetais ameaçadas de extinção, adotando-se medidas preventivas legalmente necessárias, assim como medidas de vigilância adequadas.

Reabilitação - é dar uma função adequada ao uso humano à um ambiente anteriormente sem função devido à degradação. As funções do ambiente após as medidas de reabilitação não serão necessariamente as mesmas existentes anteriormente ao impacto.

Recuperação/Restauração - é 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. Consideramos os termos restauração e recuperação como sinônimos, sendo que o termo restauração está sendo atualmente mais empregado para áreas úmidas, incluindo manguezais. A recuperação pode ser um processo natural, com ou sem interferência do homem.

Após a definição da terminologia básica, ressaltamos que nesse texto foi escolhido o termo recuperação pois o objetivo era o retorno do ecossistema às suas funções originais, mesmo que alterando algumas características estruturais, como por exemplo aquelas relacionadas à composição das espécies.

No Brasil, alguns eventos atuaram como uma verdadeira alavanca para os projetos de recuperação como o Workshop sobre Recuperação de Áreas Degradadas que ocorreu em 1990 em Itaguaí (RJ); o Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas, 1992, Curitiba (PR); o Workshop Internacional sobre Recuperação de Recursos Naturais Degradados pela Mineração, 1993, Poços de Caldas (MG); o I Simpósio Sul-Americano e II Simpósio Nacional, 1994, Foz do Iguaçu (PR) e o III Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas, 1996, Ouro Preto (MG); além da criação da Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas - SOBRADE.

O levantamento do número de trabalhos publicados nos últimos quinze anos mostra aumento na quantidade de pesquisas em áreas degradadas, com o aperfeiçoamento da legislação. Os temas mais abordados nesses trabalhos são, respectivamente, mineração, agricultura, barragens e urbanização (Balensiefer & Maschio, 1995). Salienta-se a participação das empresas que, ao executar seus

trabalhos, adquirem experiência e divulgam resultados importantes, além daqueles conduzidos pela EMBRAPA, Institutos de Pesquisa e Universidades que têm priorizado pesquisas e/ou ações para recuperação de matas de galeria, margens de lagos, encostas e áreas mineradas. A CETESB teve os Setores de Recuperação de Ecossistemas Terrestre e Aquático durante vários anos, que desenvolveram entre outros projetos, trabalhos de recuperação de áreas contaminadas em Cubatão, Baixada Santista (SP). Após reestruturação do organograma e objetivos da empresa, os setores e trabalhos relacionados com recuperação de ecossistemas foram extintos no final de 1995.

A recuperação de manguezais, apesar de ainda apresentar-se em estado incipiente no Brasil, já produziu alguns resultados nos Estados da Bahia, Rio de Janeiro, Santa Catarina, São Paulo e Pernambuco.

No livro “Wetlands Creation and Restoration: the status of the science” (Kusler & Kentula, 1990) diversos autores enfatizam a necessidade de projetos bem feitos, fornecendo guias de elaboração para os mesmos (Garbisch, 1990). Também discutem a importância do monitoramento, juntamente com a sugestão de análise de alguns parâmetros que podem indicar sucesso ou fracasso (Erwin, 1990), além de relatar diversos trabalhos práticos, sendo que alguns referem-se ao ecossistema manguezal, fornecendo uma visão do “estado da arte”.

Para D’Avanzo (1990), o sucesso, a curto e longo prazo, não é necessariamente igual; o autor forneceu seis critérios para avaliação de projetos de recuperação em áreas úmidas: 1) comparação do desenvolvimento da vegetação (por exemplo, biomassa ou densidade) em locais artificiais e naturais, após duas ou mais estações de crescimento; 2) exigências com relação ao habitat das plantas que irão colonizar essas áreas; 3) sucesso das espécies plantadas; 4) comparação da biomassa e número de espécies animais entre locais naturais e recuperados; 5) comparação das análises químicas dos sedimentos das áreas naturais e artificiais; e, 6) evidências de mudanças geológicas e hidrológicas através do tempo.

Kaly & Jones (1998) destacam que os projetos de recuperação devem almejar o retorno às estruturas e funções naturais dos manguezais, que são autosustentados e apresentam variações naturais.

Schaeffer-Novelli (1986) realizou o primeiro levantamento da bibliografia sobre os manguezais brasileiros referente ao período de 1614 a 1986 e, da análise desse material, constata-se que de um total de 568 documentos, incluindo relatórios, resumos,

teses e dissertações, apenas dois fazem referência a processos de recuperação (Oliveira, 1975 e Oliveira & Krau, 1976).

Após 1986, alguns trabalhos visando a recuperação de manguezais nos estados da Bahia, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo foram realizados e publicados: Abrahão, 1998; César, 1995; Moscatelli & Almeida, 1994; Moscatelli et al. 1994 e 1997; Orge, 1997 e Menezes et al. 1994, 1996 e 1998. No final dessa introdução, serão fornecidas mais informações sobre estes trabalhos.

Nos últimos anos, dois fenômenos, aparentemente conflitantes, estão ocorrendo:

1- o trabalho e a dedicação, de alguns pesquisadores resultou em um aumento dos conhecimentos e conscientização sobre a importância dos manguezais em todo o Brasil; e,

2- processos de desenvolvimento como modernização, industrialização e urbanização do País causam crescente degradação dos recursos naturais, principalmente na zona litorânea.

O modelo de desenvolvimento adotado no Brasil a partir da chegada dos europeus levou ao surgimento das primeiras vilas e cidades na zona costeira devido, principalmente, às facilidade de acesso, riquezas naturais e maior proximidade ao mercado consumidor. Hoje, passados quase 500 anos, algumas das principais cidades do país, dentre elas 5 regiões metropolitanas (Rio de Janeiro, Fortaleza, Recife, Salvador e Porto Alegre), ocupam a faixa litorânea. Essa situação conduz a pressões crescentes sobre os ecossistemas costeiros, principalmente os manguezais.

Se por um lado, os documentos legais protegem e regulamentam a exploração de recursos naturais, por outro, o poder econômico visa o lucro imediato, pragmático e, muitas vezes, irresponsável. Essas duas forças não são iguais e raramente o fiel encontra-se no ponto de equilíbrio. O precário estado de conservação dos manguezais brasileiros, apesar de protegidos por vários diplomas legais, é uma constatação desse desequilíbrio.

A Baixada Santista é um bom exemplo das pressões que os manguezais vêm sofrendo. Estudos realizados pela CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, a partir da interpretação de imagens de satélite e fotografias aéreas mostram que apenas 40% dos manguezais dessa região encontram-se em bom estado de conservação (Silva *et al.*, 1994). Segundo Boldrini (1990) a degradação dos manguezais do Estuário de Santos está associada aos derramamentos de óleo e a influência das

águas dos rios Cubatão e Mogi, cuja qualidade é bastante comprometida pelo lançamento dos efluentes do complexo urbano industrial de Cubatão e pelas águas da Represa Billings, via Usina Henry Borden.

Dentre as áreas da Baixada Santista, a de Cubatão é a mais degradada, onde apenas 17% dos 29 Km² de manguezais originais encontram-se em estado saudável (Silva *et al.* 1991). Esses fatos tornam indispensáveis e urgentes estudos sobre a recuperação de manguezais.

O presente estudo iniciou-se como parte do Projeto “Desenvolvimento de Metodologias para Recuperação de Manguezais Degradados por Poluição em Cubatão, Baixada Santista, SP” que foi desenvolvido durante os anos de 1993 a 1996 pelo Setor de Recuperação de Ecossistemas Aquáticos da CETESB. Apesar do Projeto ter sido extinto em 1996, iniciativas individuais garantiram sua continuidade. As informações geradas e divulgadas a partir desse trabalho têm sido, e poderão ser adotadas nas ações e diretrizes para a conservação e o desenvolvimento da Baixada Santista, principalmente, no que tange aos projetos que irão influir direta ou indiretamente sobre as áreas de manguezal.

O conceito ecológico de **estabilidade** é muito importante para o estudo da recuperação de manguezais, ou de qualquer outro ecossistema, assim como para a compreensão das respostas destes aos impactos naturais e antrópicos. Mac Arthur (1955, apud Putman & Wraton, 1984) define estabilidade, como a habilidade de populações e comunidades resistirem à perturbações ambientais. Em uma definição mais formal, Mac Arthur (1957, apud Putman & Wraton, 1984) considera um sistema ecológico estável quando a alteração em alguma característica deste sistema ecológico é menor do que as alterações nas variáveis ambientais que afetam aquela característica.

Os três tipos básicos de estabilidade são **constância**, **resiliência** e **inércia** e seus atributos são **persistência**, **elasticidade** e **amplitude** (Putman & Wraton, 1984).

Certas particularidades dos manguezais, tais como apresentarem espécies com características pioneiras em relação à reprodução e com características clímax com relação à estrutura da comunidade e ao crescimento vegetal (Tomlinson, 1986) dotam o ecossistema de possibilidades de restabelecimento rápido após mudanças ambientais ou antrópicas.

Cintrón-Molero & Schaeffer-Novelli (1992) fazem uma associação das informações disponíveis sobre **inércia** (capacidade de resistir a mudanças) e **resiliência** (caminho pelo qual o ecossistema responde aos distúrbios) dos manguezais, de acordo

com a definição de Westman (1978) que caracteriza a resiliência por quatro componentes: **elasticidade**, **amplitude**, **histéresis** e **maleabilidade**.

Ainda, segundo Cintrón-Molero & Schaeffer-Novelli (op. cit.), considera-se que os manguezais possuem grande inércia devido à sua tolerância ambiental e redundância nas funções. Em seguida, os componentes da resiliência são também explicitados para áreas de manguezal:

- na silvicultura, certas áreas de manguezal que acumulam grande quantidade de biomassa podem retornar às condições anteriores em um período de 30 anos sendo que 60% da biomassa é acumulada com 14 a 15 anos, mostrando que nesses locais o sistema apresenta grande **elasticidade**;

- as características reprodutivas dos manguezais garantem grandes **amplitudes** (grau de perturbação dentro do qual o sistema ainda retorna ao estado inicial);

- a capacidade dos manguezais de sobreviver em situações muitas vezes distantes do seu ótimo ecológico e/ou em ambientes bastante impactados cronicamente, apresentando grande plasticidade nas formas de crescimento, permite que esse ecossistema seja considerado de grande **maleabilidade** (grau em que o novo estado de equilíbrio difere do inicial);

- características de regeneração vegetativa de porções do tronco em algumas espécies e da ocupação de espaços vazios devido à inclinação dos troncos aceleram a recuperação de determinadas áreas, alterando as propriedades de **histéresis**, que é o quanto o processo de restauração é exatamente o inverso do processo de degradação.

Apesar do conhecimento das propriedades de **estabilidade** serem de grande importância nos trabalhos de recuperação de manguezais, este parece não ser levado em consideração pela maioria dos trabalhos sobre o tema.

I.2 - Ecossistema manguezal e recuperação, uma revisão da bibliografia

Schaeffer-Novelli (1995) apresenta a seguinte definição para manguezal: “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 de serviços”.

Entre as adaptações das angiospermas a esse ambiente, com relação a reprodução, Sugiyama (1995) descreve que: 1) a maioria das espécies consideradas como típicas de manguezal, apresenta reprodução por viviparidade; 2) esse processo permite que as sementes permaneçam na árvore-mãe até se transformarem em embriões; 3) essas estruturas são denominadas propágulos e acumulam grande quantidade de reservas nutritivas, tornando possível sua sobrevivência por meses. A figura 1 mostra o desenvolvimento dos propágulos de *Rhizophora mangle* (mangue-vermelho), *Avicennia schaueriana* (mangue-preto) e *Laguncularia racemosa* (mangue-branco) que são as espécies típicas dos manguezais para as regiões sul e sudeste do Brasil.

O número de trabalhos sobre plantio e recuperação de manguezais no Brasil é reduzido, porém a literatura internacional reúne vários experimentos realizados na Arábia Saudita, Austrália, Bangladesh, Colômbia, Cuba, Estados Unidos, Índia, Indonésia, Japão, Malásia, Panamá, Paquistão, Porto Rico, Tailândia e Vietnã. A revisão da bibliografia consultada é apresentada de acordo com os países onde os projetos foram desenvolvidos.

Arábia Saudita

A região do Golfo Pérsico, com clima desértico, é uma área extremamente difícil para o cultivo de vegetais. A única espécie de mangue presente é *Avicennia marina*, que se encontra em bosques pouco desenvolvidos. O pastoreio de camelos contribui para a baixa estatura desses bosques (Kogo, 1988 apud Kogo & Tsuruda, 1997).

Algumas tentativas de plantio foram feitas a partir da década de 60 com *Avicennia marina*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Rhizophora mucronata*, *R. stylosa* e *Ceriopsis tagal*, porém com pouco ou nenhum sucesso (Kogo & Tsuruda, 1997).

Austrália

Saenger (1997) relatou o plantio de cerca de 50 mil indivíduos de *Avicennia marina* e *Aegiceras corniculatum* em aproximadamente 11 ha, ao longo de um canal no aeroporto internacional de Brisbane. Após 12 anos, a altura média de *A. marina* era de 2,8 m e 1,8 m para *A. corniculatum*.

Bangladesh

Siddiqi & Khan (1990) forneceram informações sobre o resultado do programa de reflorestamento da costa de Bangladesh que se iniciou em 1966, ganhando força a partir de 1975, com o apoio do Banco Mundial. Os resultados apresentados relacionam o crescimento de onze espécies de mangue (*Sonneratia apetala*, *S. caseolaris*, *Avicennia officinalis*, *A. marina*, *A. alba*, *Heritiera fomes*, *Xylocarpus mekongensis*, *Bruguiera spp.*, *Excoecaria agallocha*, *Ceriops decandra* e *Nypa fruticans*) com o grau de salinidade. *Sonneratia caseolaris* apresentou o maior crescimento entre as espécies plantadas em áreas de baixa e média salinidade, enquanto que *Avicennia officinalis* e *A. marina* apresentaram os maiores crescimentos em áreas de maior salinidade.

Siddiqi *et al.* (1993) descrevem diferentes técnicas de plantio e características do material a ser coletado para 17 espécies de mangue (*Sonneratia apetala*, *S. caseolaris*, *Avicennia officinalis*, *A. alba*, *A. marina*, *Excoecaria agallocha*, *Heritiera fomes*, *Xylocarpus mekongensis*, *Xylocarpus granatum*, *Cynometra ramiflora*, *Aegiceras corniculatum*, *Lumnitzera racemosa*, *Nypa fruticans*, *Phoenix paludosa*, *Bruguiera sexangula*, *Ceriops decandra* e *Rhizophora mucronata*). As diferentes técnicas relacionadas foram plantio direto no campo, plantio direto de sementes pré-tratadas, coleta de plântulas em bosques naturais e plantio em áreas desmatadas, transplante a partir de áreas berçário e transplante de propágulos em sacos plásticos, sem a retirada dos sacos; enquanto que as características das espécies foram existência de sementes, frutos ou propágulos, período e porcentagem de sucesso da germinação, tempo em dias que o material pode ser estocado e altura após dez meses do plantio.

Siddiqi (1990) discutiu os resultados obtidos com a adoção de diferentes espaçamentos no caso de *Sonneratia apetala* (0,85 m x 0,85 m; 1,2 m x 1,2 m; 1,7 m x 1,7 m; 2,4 m x 2,4 m e 3,4 m x 3,4 m) e concluiu que os efeitos desses diferentes espaçamentos na sobrevivência e crescimento foram insignificantes após cinco anos do plantio.

Colômbia

Bohorquez & Prada (1986) realizaram o transplante de 130 plântulas de *R. mangle* com altura média de 24 cm, em diferentes ilhas do litoral Caribenho da Colômbia, observando as taxas de crescimento e o número médio de folhas por indivíduo. A maior taxa de sobrevivência encontrada foi de 34,8%, enquanto que o período de maior crescimento e produção de folhas foi quando as chuvas começaram.

Cuba

Os programas de replantio de manguezais, iniciados em 1980, contavam em 1987 com 7100 ha plantados, totalizando atualmente 25.700 ha (Padrón *et al.*, 1993). Utilizou-se *Rhizophora mangle* para as franjas dos bosques e para as áreas permanentemente inundadas; *Avicennia germinans* para as áreas com alta salinidade; *Conocarpus erectus* para áreas de inundação esporádica e de baixa salinidade e, em alguns casos, a mistura de *L. racemosa* com *A. germinans*. Ou seja, procurou-se plantar cada espécie nas condições mais adequadas, sem alterar a estrutura original. As taxas de sobrevivência encontradas para *R. mangle* variaram de 88,0 a 95,0%. Em Cuba há pouca experiência com viveiros e nenhuma com fertilizantes (Padrón, 1997).

Estados Unidos

Pulver (1976), realizou experimentos para comparar técnicas básicas de manuseio, com e sem poda, para árvores entre 0,5 a 1,5 m de *R. mangle*, *A. germinans* e *L. racemosa*. Goforth & Thomas (1979) realizaram plantios de *R. mangle*, utilizando 3 estágios de desenvolvimento diferentes: propágulos, plântulas e pequenas árvores, com a finalidade de estabilizar a linha de costa no sul da Flórida.

Lewis III (1979) relatou o plantio de 65 mil propágulos de *R. mangle* em uma área de 4,05 ha que havia sido danificada por derramamento de petróleo em St. Croix, Ilhas Virgens. Lewis & Haines (1980) descreveram os resultados referentes a esta mesma área no segundo ano após o plantio, e a um plantio adicional de 2,1 ha com 86 mil propágulos de *R. mangle* e 32 mil propágulos de *A. germinans*, referindo-se à baixa taxa de sobrevivência obtida para o mangue-preto. Lewis (1982) realizou uma revisão sobre o plantio em áreas de manguezal, seus diferentes tipos, como plantio de propágulos, transplante, plantio aéreo e utilização de viveiros para *R. mangle*, *A. germinans*, *A. marina*, *A. officinalis* e *L. racemosa*, relacionando cerca de 90 citações bibliográficas. Snedaker & Biber (1997) além de focar os itens descritos acima, apontaram os principais danos físicos e biológicos a que estão sujeitos os plantios de mangue na Flórida.

Lewis (1990b, c) analisou diversos trabalhos sobre criação e restauração de zonas úmidas na Flórida, Porto Rico e Ilhas Virgens (St. Croix, St. Thomas e St. John), prováveis motivos de fracassos e de sucessos, fornecendo orientações sobre as

principais etapas que devem ser seguidas nesses projetos, dando ênfase aos monitoramentos.

Stevely & Rabinowitz (1982) redigiram um manual sobre plantio e manutenção de espécies de mangue, enfocando técnicas de plantio, transplante, poda e estaquia “air-layering”, técnica que estimula a produção de raízes e diminui o tempo necessário para o estabelecimento de jovens.

Índia

A partir de 1985 iniciou-se um programa de restauração de manguezais na costa centro oeste da Índia. Foram utilizadas as espécies *Rhizophora mucronata*, *Avicennia officinalis*, *Kandelia candel* e *Sonneratia alba* em sete áreas. A taxa de sobrevivência para *R. mucronata* e *A. officinalis* variou de 20 a 90%, dependendo do método empregado (Untawale, 1997).

Indonésia

Soemodihardjo *et al.* (1993) informaram sobre os programas de reflorestamento colocados em prática na Indonésia e descreveram o sistema de silvicultura naquele país. Esses autores destacaram, entre outros itens, que a franja de vegetação em frente ao mar, com largura aproximada de 50 m, é protegida, abordando também o período de rotação, a forma com que é feito o corte e como se processa a recuperação natural e a induzida. Soemodihardjo *et al.* (1997) forneceram informações mais detalhadas sobre o manejo dos manguezais em Tembilahan, Sumatra, indicando as taxas de sobrevivência encontradas tanto para o plantio direto, como para o indireto, enfatizando a importância do envolvimento dos habitantes locais nas atividades de recuperação dos manguezais.

Japão

Na Ilha de Iriomote, ao sul do Japão existem pequenas áreas plantadas com *Rhizophora stylosa*, *Bruguiera gymnorhiza* e *Kandelia candel*, com diferentes idades. Em Okinawa, existem diversos viveiros de mangue com a finalidade de utilização em atividades que visem a reconstituição da paisagem, transformando estruturas artificiais, como barreiras para conter erosão, em locais com melhor qualidade visual e concomitantemente aumentando a presença de outras espécies animais e vegetais (Menezes, 1995).

Wakushima *et al.* (1994) planaram propágulos de *Kandelia candel*, *Bruguiera gymnorrhiza* e *Rhizophora stylosa* em solos com diferentes salinidades e pH. O maior crescimento destas plantas ocorreu quando elas foram plantadas em solos que apresentavam condições similares aquelas encontradas em seus habitats naturais.

Malásia

Chan *et al.* (1993) descreveram processos de recuperação natural, mantendo árvores-mães em uma faixa ao longo da costa ou dos rios ou artificial, em locais onde a dispersão de propágulos não é eficiente, além de fornecerem os custos referentes à mão-de-obra, para diversas regiões. Para o manguezal de Matang, situado na costa ocidental da Malásia, Chan (1997) relatou que foram reflorestados cerca de 4300 ha, entre o período de 1987 a 1992.

Panamá

Após o derramamento de aproximadamente oito milhões de litros de petróleo cru das instalações de uma refinaria da Texaco, situada na costa Caribenha do Panamá, alguns trabalhos foram realizados visando a recuperação de áreas de manguezais impactados por óleo (Duke, 1997). Esse autor, no entanto, encontrou valores de densidade, altura e biomassa da vegetação maiores nos bosques onde a recuperação foi natural do que nos restaurados.

Paquistão

Qureshi (1990) descreveu o trabalho realizado para a restauração dos bosques de manguezais no delta do Rio Indus. Foram realizados plantios em viveiros de espécies nativas (*Rhizophora mucronata*, *Ceriops tagal* e *Avicennia marina*) e exóticas (*R. mucronata*, *R. apiculata*, *R. stylosa*, *Ceriops tagal*, *C. decandra*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *B. sexangula*, *B. cylindrica*, *Kandelia candel*, *Avicennia marina*, *A. officinallis*, *Xylocarpus molluccensis*, *X. granatum*, *Soneratia caseolaris*, *S. ovata*, *Lumnitzera racemosa* e *Nypa fruticans*), além de plantações em grandes áreas utilizando espécies nativas em diversas ilhas barreira no Delta do Indus (Ratto Kot, Sipli, Shah Bunder e Port Mohammad Bin Qasin).

Porto Rico

Banus & Kolehmainen (1975) realizaram estudos para obter informações sobre a flutuação, taxas de crescimento, formação de folhas, raízes e os efeitos da luz no desenvolvimento dos propágulos de *R. mangle*.

Lewis (1990c) informou sobre um projeto de mitigação onde 4840 propágulos de *Rhizophora mangle* foram plantados em duas áreas selecionadas ao longo do Canal Suarez e adjacentes ao Aeroporto de San Juan, porém não foi realizado nenhuma estimativa da taxa de sobrevivência desses propágulos.

Tailândia

Aksornkoae *et al.* (1993) descreveram o sistema de silvicultura para o manejo de bosques e o sistema de reflorestamento de manguezais na Tailândia. Os autores forneceram também um exemplo de manejo sustentável de manguezais, que funciona há mais de 50 anos para produção de madeira, em Yeesarn Village, envolvendo diferentes etapas, como: preparação do local, coleta de propágulos, plantação, controle de doenças, custos de plantio e manutenção dessas áreas, produtividade e manejo das plantações. Aksornkoae (1997) descreveu a experiência e os resultados obtidos na Província de Pattani, localizada na costa ocidental do Golfo da Tailândia, cuja área de manguezal plantado com *Rhizophora apiculata* foi de aproximadamente 700 ha, sendo que a taxa de sobrevivência foi superior a 80%.

Vietnã

Antes da guerra com os Estados Unidos existiam em Can Gio, na cidade de Ho Chi Minh, cerca de 40 mil hectares de manguezais que foram completamente destruídos pelo uso de herbicidas. A partir de 1978 foram registradas diversas iniciativas para o reflorestamento dessa área, utilizando-se *Rhizophora apiculata*, *Nypa fruticans*, *Kandelia candel*, *R. mucronata*, *Ceriops decandra* e *Bruguiera gymnorrhiza*. O reflorestamento foi realizado por jovens e escolares, com poucos cuidados quanto aos aspectos técnicos. Para garantir efetivamente a sua proteção, o governo decretou em 1991 os manguezais de Ho Chi Minh como bosques ambientalmente protegidos (Hong, 1997).

No **Brasil** existem alguns trabalhos sobre recuperação de manguezais, principalmente nos estados da Bahia, Rio de Janeiro e São Paulo (Oliveira, 1975;

Oliveira & Krau, 1976; Moscatelli & Almeida, 1994; Moscatelli *et al.* 1994 e 1997; César, 1995; Orge, 1997; Menezes *et al.* 1994, 1996 e 1998 e Abrahão, 1998).

Os trabalhos de Oliveira (1975) e Oliveira & Krau (1976), considerados aqui como os primeiros a apresentar preocupações sobre recuperação de manguezais no Brasil, fazem parte de uma série de publicações sobre a Baía de Guanabara, que a exemplo de outros autores estrangeiros recomendavam o plantio de árvores de mangue.

Moscatelli *et al.* (1994) relataram para o período de 1989 a 1992, o plantio de *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle*, na Lagoa Rodrigo de Freitas (RJ), variando as alturas e os espaçamentos dos indivíduos, sendo que os dados referentes aos parâmetros analisados (comprimento total, inflorescência, desfolhação e herbívoros) estavam sendo analisados na época.

Moscatelli & Almeida (1994) realizaram o plantio de propágulos de *R. mangle* em oito áreas na Praia da Chácara, Angra dos Reis (RJ), no período de 1989 a 1991. Os propágulos foram mantidos em recipientes com água potável em posição vertical, durante 30 a 45 dias, e posteriormente transplantados para campo. Durante esse período ocorreu o desenvolvimento do sistema radicular e em alguns casos formação do primeiro par de folíolos. Os resultados expostos referem-se a apenas uma área que apresentou taxas de sobrevivência iguais a 77% após três meses, 40% após 17 meses e 34% após 29 meses.

Moscatelli *et al.* (1997) relataram as principais técnicas de recuperação utilizadas no Rio de Janeiro (plantio direto de propágulos, plantio de plântulas desenvolvidas em viveiros, transplante de plântulas e plantas jovens provenientes de áreas com grande adensamento de jovens ou consideradas muito degradadas), assim como os locais no Rio de Janeiro onde os autores tiveram projetos de restauração e os custos de algumas dessas atividades.

César (1995) relata o trabalho do SOS Mangue de Maragogipe, Bahia que possui um programa de Educação Ambiental na cidade voltado para a conservação, preservação e recuperação dos manguezais da região. Segundo informações de Carlos A. S. de Oliveira, o grupo vem trabalhando com educação ambiental desde 1980 e com recuperação de manguezais a partir de 1988. O SOS Mangue entre outras atividades já conseguiu recuperar 5 ha de manguezais em Maragogipe sendo que os procedimentos utilizados foram, principalmente, plantio de propágulos de *R. mangle* e cultivo de mudas de *R. mangle* e *L. racemosa* em viveiros com o posterior transplante em campo.

Orge (1997) comparou fixação, altura, número de folhas, ramos laterais e outros parâmetros de propágulos de *R. mangle* plantados em áreas com e sem influência de atividades petroleiras, durante o período de fevereiro de 1994 a dezembro de 1995, na Baía de Todos os Santos, Estado da Bahia. Após 21 meses do plantio, os maiores e menores valores encontrados entre as diversas áreas estudadas foram iguais a 61 e 0% para a taxa de sobrevivência e cerca de 70 e 35 cm para a altura média.

Abrahão (1998) utilizou diferentes metodologias de plantio de espécies de mangue em uma área de aterro hidráulico na Ilha de Santa Catarina, iniciando seus experimentos em maio de 1997. Entre os resultados obtidos destaca-se que: 1) após 100 meses do transplante, 100% das *A. schaueriana* e *R. mangle* morreram e 42% das *L. racemosa* sobreviveram; 2) a melhor taxa de sobrevivência para os propágulos de *A. schaueriana* em viveiro foi igual a 82%, obtida no substrato formado por composto orgânico mais areia de praia, sendo que a maior sobrevivência dos propágulos transplantados foi igual a 10%, após 100 dias, para aqueles com proteção artificial; 3) não houve mortalidade após o plantio de *Spartina alterniflora*. A autora concluiu que o plantio de *S. alterniflora* devido ao seu baixo custo e alta taxa de sobrevivência é a melhor opção para o local.

Em geral, observamos grandes diferenças no tipo e enfoque dos trabalhos no hemisfério ocidental (América do Norte e América Latina), em relação aos do Sudeste da Ásia e Pacífico. Na América, os trabalhos de recuperação de manguezais são mais recentes, com muita fundamentação teórica, enfocando constantemente as funções do ecossistema, enquanto que na região oriental, o manejo e a exploração de áreas de manguezal são mais antigos, mais empíricos e menos teóricos. O método para plantio de manguezais foi descrito pela primeira vez a 68 anos por J. G. Watson, um dos pioneiros na instalação dessas plantações comerciais na Malásia (Field, 1997). Segundo Hamilton & Snedaker (1984), os métodos da silvicultura aplicada aos manguezais, provavelmente, iniciaram-se nas colônias britânicas da Ásia, no início do século XIX.

Os primeiros trabalhos sobre recuperação de manguezais no Brasil começaram a ser relatados no início dos anos 90. Atualmente, além de trabalhos técnicos existem algumas iniciativas ligadas a educação ambiental e conservação de manguezais que procuram através da participação popular, principalmente com crianças, plantar espécies de mangue, contribuindo assim para a recuperação e conservação deste ecossistema. Como exemplos destas atividades podemos citar as experiências do SOS Mangue em

Maragojipe na Bahia, do Mundo da Lama no Rio de Janeiro e a nossa em Cubatão, sendo que todas foram relatadas na mesa redonda “Recuperação de manguezais degradados”, durante o IV Encontro Nacional de Educação Ambiental em Áreas de Manguezal, que ocorreu na cidade de Nova Almeida, Espírito Santo em 1996.

O presente estudo iniciou-se com um trabalho de caráter técnico e acadêmico visando testar a possibilidade de recuperação dos manguezais em Cubatão, São Paulo, inclusive aplicando diferentes técnicas. Sendo que durante sua realização conseguiu envolver e motivar uma parcela da população de Cubatão sobre a importância e os problemas que afetam os manguezais. Hoje, esta parcela da população está trabalhando em sistemas de mutirões, a favor do manguezal e da sua própria cidadania.

II – ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Os capítulos sobre Material e Métodos, Resultados e Discussão foram divididos em 3 etapas para melhor compreensão e clareza.

Inicialmente, testamos a viabilidade da recuperação dos manguezais em Cubatão, utilizando diferentes procedimentos como o plantio de propágulos e o transplante de plântulas com e sem estaca de *Rhizophora mangle*. Realizou-se também estudos complementares com cartões de deriva e levantamento de alguns parâmetros físico e químicos da água em áreas próximas aos locais do experimento (etapa I).

Após essa etapa, como os resultados mostraram-se favoráveis à recuperação dos manguezais em Cubatão, procuramos ampliar o projeto inicial empregando esforços com outras espécies de mangue e testando a viabilidade da recuperação em áreas maiores. Com essa finalidade, realizou-se testes preliminares com *Laguncularia racemosa* (etapa II) e, buscou-se envolver a população residente na Vila dos Pescadores nos trabalhos de campo visando a conservação e a recuperação dos manguezais da região (etapa III).

Após a descrição das etapas I, II e III, com os respectivos Material e Método, Resultados e Discussão, acrescentou-se um capítulo denominado “Discussão final e diretrizes para recuperação de manguezais degradados” que pretende com a experiência teórica e prática, adquirida durante a realização dos trabalhos de campo, fornecer um roteiro para a recuperação de manguezais degradados da Baixada Santista.

Os capítulos “Objetivos” e “Conclusões” foram divididos em gerais e específicos, estes são relativos a cada uma das três etapas do presente trabalho.

III - OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivos gerais:

- a. testar a viabilidade da recuperação em manguezais degradados em Cubatão, Baixada Santista;
- b. elaborar um plano de ação para recuperação de áreas de manguezais alterados ou degradados; e,
- c. fornecer embasamento teórico, tanto para o judiciário quanto para o executivo, em ações que visem à conservação e/ou restauração dos manguezais da Baixada Santista, Estado de São Paulo.

Os objetivos específicos da etapa I foram :

- a. definir as técnicas de recuperação mais adequadas para a situação encontrada em Cubatão: plantio de propágulos de *Rhizophora mangle*, transplante de plântulas, utilização ou não de estacas;
- b. conhecer o desenvolvimento dos indivíduos de *R. mangle* nas condições de Cubatão e comparar os resultados dos parâmetros monitorados para os propágulos, plântulas e plântulas-controle;
- c. comparar o estabelecimento de plântulas com e sem estacas;
- d. comparar o estabelecimento e desenvolvimento dos propágulos e plântulas em ambientes diferentes com relação ao sedimento;
- e. estudar a influência do canal de esgoto e outros fatores como tempo de submersão das parcelas experimentais nos resultados obtidos.

A etapa II teve como objetivos específicos:

- a) comparar os resultados obtidos do plantio direto e indireto dos propágulos de *Laguncularia racemosa*; e,
- b) comparar os resultados relativos a taxa de sobrevivência e crescimento de *L. racemosa* com aqueles obtidos pela *R. mangle*.

A terceira e última etapa almejou:

- a) realizar o plantio em áreas maiores;
- b) envolver a população em atividades relacionadas à recuperação e preservação dos manguezais.

IV - JUSTIFICATIVA

Tendo em vista a grande importância que hoje se atribui aos manguezais como elementos efetivos na proteção da linha da costa, reciclagem de matéria, criadouro e berçário de vários tipos de animais e manutenção da biodiversidade, torna-se óbvia a necessidade de se estabelecer estratégias para recuperar áreas de manguezais degradados.

A execução do presente estudo apresenta-se como alternativa para trabalhos de recuperação de manguezais da Baixada Santista impactados por aterros, desmatamentos, dragagens, etc.

Além disso, serve de subsídio às decisões judiciais referentes a manguezais da Baixada Santista, oferecendo informações sobre a viabilidade de recuperação dos manguezais da região.

V - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Baixada Santista, incluindo o Estuário de Santos e os ecossistemas costeiros associados, localiza-se na porção central do litoral do Estado de São Paulo, na costa sudeste brasileira, entre as coordenadas 045°48'W e 046°45'W e 23°40'S e 24°06'S. Com uma área de 1329 Km², abrange as bacias dos rios Aguapeú, Branco, Piaçabuçu, Cubatão, Mogi, Quilombo, Jurubatuba, Diana e Itapanhaú. Esses rios nascem no interior da floresta pluvial tropical que recobre a Serra do Mar e o Planalto e desaguam no Estuário de Santos, após percorrer áreas da planície litorânea e manguezais (Pompéia *et al.*, 1994).

A Baixada Santista apresenta grande diversidade geomorfológica com praias arenosas, terraços marinhos e planícies dominadas pela influência das marés, possui um complexo sistema meândrico flúvio-estuarino com diversos morros isolados, na planície ou voltados diretamente para o mar. Esta diversidade geomorfológica, além do contato entre os ambientes continental e marinho, é responsável pela existência da grande diversidade de ecossistemas (Pompéia *et al.*, op.cit.).

O clima da região é quente e úmido, apresentando umidade e temperatura elevadas, grande nebulosidade e altos índices pluviométricos. Durante o período mais quente, outubro a março, as temperaturas médias alcançam 25°C e no mais frio, maio a setembro, 19°C. As precipitações pluviométricas ocorrem preferencialmente durante os meses de verão, representando 70% da precipitação média anual, que varia de 2000 a 4000 mm de um local para outro, devido ao efeito orográfico. As zonas mais chuvosas estão localizadas na borda da Escarpa da Serra do Mar (com pluviosidade média de 4.000mm), enquanto os menores índices pluviométricos são observados nas áreas mais expostas da planície litorânea (CETESB, 1991a).

Sant'Anna Neto (1995 apud São Paulo, 1998) afirmou que o período mais seco do Litoral Central, ocorre entre junho e novembro, sendo que no inverno são registrados 15% das chuvas anuais, no outono 23%, na primavera 25% e no verão 37%. Com relação à ciclicidade pluviométrica, ocorreram dois períodos intercalados de médias mais elevadas (de 1965 a 1975 e de 1988 a 1991), com dois períodos de médias mais reduzidas de chuvas (de 1950 a 1960 e de 1977 a 1982).

A circulação atmosférica é dominada pela brisa marítima local e pela circulação geral e superior, definida pelas massas de ar tropical atlântica e polar. Nas escarpas da Serra do Mar e proximidades predominam dois fluxos de ventos: nordeste,

no período noturno, e sudoeste, durante o dia. As menores velocidades de ventos ocorrem no verão e as maiores nos meses de inverno, atingindo valores máximos entre 13 e 15 horas e decrescendo após as 19 horas. Este comportamento tem especial importância para a dispersão de poluentes atmosféricos gerados pelas indústrias instaladas junto às escarpas (CETESB, 1991a).

A figura 2 mostra alguns dados climatológicos (insolação, precipitação e temperatura) da estação meteorológica de Santos, na Ponta da Praia, 23°56'S e 046°20'W, durante o período de janeiro de 1993 a junho de 1996. No ano de 1995, a precipitação total foi igual a 2.392,1 mm, mais de 30% acima daquelas registradas para os anos de 1993 (1.616,6 mm) e de 1994 (1.761,1 mm).

A área escolhida para os trabalhos foi o Município de Cubatão na Baixada Santista por ser, provavelmente, o mais alterado entre todos os estuários brasileiros. A alta degradação do meio ambiente, com o comprometimento dos manguezais, é resultado de uma série de impactos que atuam conjuntamente: efluentes domésticos e industriais, poluição do ar, dragagens, desmatamentos e modificação dos cursos originais dos rios, entre outros fatores. Áreas remanescentes de manguezal desprovidas de cobertura vegetal, além de constituírem alvo de invasões, reduzem drasticamente as funções deste importante ecossistema.

Um dos primeiros trabalhos sobre os manguezais de Santos e áreas adjacentes foi o de Luedwaldt em 1919, que realizou o levantamento da fauna e da flora além de descrever aspectos gerais da região.

A história de Cubatão é descrita por Branco (1984), abordando desde os registros da pré-história, com os sambaquis até os tempos atuais. Passa pelo Brasil Colônia, destacando a vocação da região como zona de comércio e interligação entre o planalto e o Porto de Santos, chegando à fase da industrialização, dividida em duas etapas: a primeira fase empregou matéria-prima e mão-de-obra predominantemente local, não ultrapassando a capacidade suporte do ambiente, enquanto que a segunda utiliza predominantemente energia local, proveniente da Usina Edgard de Souza, e matéria-prima e mão-de-obra de outros estados.

A CETESB vem fazendo o controle das águas interiores do Estado de São Paulo desde 1978, sendo que na Baixada Santista existem cinco pontos de amostragem. O anexo I mostra as concentrações obtidas para 31 parâmetros monitorados durante o período de 1990 a 1996 no ponto de amostragem mais próximo ao da nossa área de estudo.

Trabalhos realizados pela CETESB na década de 80 caracterizaram diversos manguezais na Baixada Santista quanto aos aspectos estruturais e algumas variáveis físico-químicas (Rodrigues & Roquetti-Humaitá, 1988). Os anexos II e III transcrevem os valores das estações mais próximas à nossa área de estudo. Comelli et al. 1994 estudaram os aspectos estruturais de um manguezal localizado próximo ao Rio Maria Ribeira encontrando valores de altura média, área basal, densidade de arbustos e plântulas iguais a, respectivamente, 4,49m; 1,13m²/0,1ha; 17,5 ind/0,1ha e 15,0ind/0,1ha, sendo que a espécie dominante foi *A. schaueriana*. Boldrini et al. (1990) estudaram os reflexos de diversos contaminantes do Rio Cubatão sobre a biota aquática.

O Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo realizou duas missões em campo nos períodos de 6 a 8 de maio de 1996 e 18 e 19 de junho de 1997, totalizando 69 estações. Na primeira campanha foram coletadas amostras de sedimentos ao longo do Canal de Piaçaguera, dos estuários de Santos, São Vicente e também em alguns pontos específicos da Baía de Santos. A segunda missão teve objetivo de amostrar as áreas de manguezal do Canal de Piaçaguera, Canal de Bertiooga e Cabeceira do Canal dos Barreiros. Em cada estação coletou-se sedimento para estudos biológicos, análises granulométricas e geoquímicas (compostos orgânicos). Em um menor número de estações também se coletou amostras para análise de nutrientes, hidrocarbonetos e orgânicos persistentes (Bonetti, 1999).

Parte do material coletado ainda está sendo analisado sendo que alguns resultados já foram publicados. Braga et al. (1997) encontrou sinais de eutrofização das águas de fundo. Bonetti (op. cit.) estudou a composição de foraminíferos bentônicos de diferentes estações amostradas. Bertacini (1998) analisou os teores de PCBs (bifenilos policlorados) presentes em 17 estações sendo que os resultados mostraram ausência de contaminação por este composto na área estudada.

A figura 3 é uma foto aérea de 1989 em infravermelho, onde as áreas sem vegetação aparecem em verde e a região de estudo está delimitada por uma elipse.

ETAPA I

Estudo da viabilidade de recuperação dos manguezais em Cubatão, SP.

VI.1 - MATERIAL E MÉTODOS

VI.1.1 - Seleção do local de estudo

Selecionou-se um local contíguo à cidade de Cubatão, desprovido de vegetação arbórea, com base em vistorias realizadas na região da Baixada Santista e na interpretação de fotos aéreas. Foram delimitadas 3 parcelas com reduzida regeneração natural de espécies de mangue e sedimento exposto nas marés mais baixas (Fig. 4).

Como área-controle dos experimentos de replantio e acompanhamento de plântulas estabelecidas espontaneamente, escolheu-se um bosque de mangue a cerca de 100 m da parcela 3, com as mesmas amplitudes de maré e salinidades, onde ocorre regeneração natural, com grande quantidade de plântulas e indivíduos de *Rhizophora mangle*.

Para caracterização das áreas estudadas foram coletadas amostras de sedimento para análise granulométrica nas parcelas 1, 2 e 3 em 1993.

VI.1.2 - Seleção de espécies e mudas

Optou-se por realizar experimento piloto com propágulos e plântulas de *Rhizophora mangle*, com base em observações do processo de regeneração natural da vegetação de mangue nas proximidades da área de estudo. Esta espécie apresenta expressiva capacidade de regeneração na região, estabelecendo-se em áreas bastante alteradas.

As definições de plântulas, plantas jovens e árvores variam dependendo do autor. Rodrigues & Roquetti-Humaitá (1988) definem como plântulas os indivíduos com DAP (diâmetro a altura do peito) menor do que 2,5 cm e altura menor do que 1,5 m, como plantas jovens os indivíduos com DAP menor do que 2,5 cm e altura maior ou igual a 1,5 m e como árvores aqueles com DAP maior ou igual a 2,5 cm e altura maior do que 1,5 m. Soares *et al.* (1991) definem os propágulos como indivíduos sem folhas; as plântulas como indivíduos que emitiram folhas e os jovens como indivíduos menores de um metro e com ramificação. Porém, ao longo dos resultados, discussão e conclusões, o presente texto continua mencionando o grupo dos propágulos e das plântulas. Logicamente, após a formação das folhas, ramificações e raízes, os propágulos passam a ser plântulas, jovens e pequenas árvores, porém a denominação

propágulos foi mantida pois refere-se à época do plantio e um dos objetivos desse trabalho foi comparar o desenvolvimento dos indivíduos de *R. mangle* quando plantados como propágulos ou quando transplantados como plântulas.

Os propágulos foram coletados quando recém-caídos no substrato e em bom estado fitossanitário. As plântulas utilizadas apresentavam entre 0,3 a 0,5 m de altura, sem presença de ramificações ou rizóforos (“raízes-aéreas”), possuindo um par de folhas, no mínimo.

Os propágulos selecionados foram escolhidos segundo as recomendações de Goforth & Thomas (1979): presença de gema apical não danificada; ausência de evidências de desidratação; ausência de ataques e perfurações de insetos; possuir as características gerais de um propágulo recentemente liberado.

VI.1.3 - Delineamento experimental

Durante o experimento procurou-se:

- avaliar a capacidade do estabelecimento de *Rhizophora mangle* em sedimentos da região;
- testar a influência do estágio de desenvolvimento (propágulo ou plântula) sobre seu estabelecimento e crescimento;
- verificar a necessidade do emprego de fixadores artificiais para evitar uma eventual remoção das mudas pela maré.

Para tanto, foram estabelecidas três parcelas experimentais de plantio (Fig. 4). As parcelas 1 e 2 localizam-se em área fortemente degradada, apresentando sedimento exposto, sem vegetação remanescente. A primeira parcela foi implantada em local com substrato mais consolidado (granulometria com maior porção de areias). A parcela 3, localizada no interior de uma ampla clareira, em bosque com predomínio de *R. mangle*, apresenta substrato muito pouco consolidado. Nas proximidades, em um bosque de mangue a cerca de 100 m da parcela 3, foram demarcadas cerca de 50 plântulas-controle (não transplantadas) para avaliação do impacto produzido pelo transplante.

Para cada sítio experimental utilizou-se um total de 100 plântulas (50 com e 50 sem fixadores artificiais) e 50 propágulos, totalizando 3 tratamentos com universo amostral de 150 indivíduos (Tab. I).

As plântulas e os propágulos foram dispostos no terreno em fileiras paralelas contendo 25 mudas, com 0,5 m de espaçamento entre plantas e 0,5 e 1,0 m entre fileiras (Fig. 5). Cada plântula recebeu uma etiqueta plástica numerada para permitir acompanhamento individual, periodicamente.

Cada parcela possuía duas fileiras com propágulos, duas fileiras com plântulas sem estaca e duas com plântulas com estaca.

VI.1.4 - Procedimentos de plantio

O transporte dos propágulos e das plântulas até as parcelas experimentais foi realizado em baldes de 20 litros contendo sedimento e água do local de origem, logo após a coleta. As plântulas foram cobertas com um saco escuro durante o transporte, procurando-se preservar a integridade do sistema radicular, mantendo parte do sedimento da rizosfera. As mudas com raízes danificadas foram descartadas.

O plantio foi realizado diretamente no sedimento, sem acréscimo de quaisquer corretivos ao substrato. As plântulas foram colocadas em cavas abertas manualmente, dimensionadas de acordo com o tamanho do sistema radicular. Para que fossem replantadas na profundidade original, marcou-se o colo de cada uma com fita crepe, antes de retirá-las do substrato. Os propágulos foram enterrados a 10 cm de profundidade, independentemente do comprimento total.

Considerando-se que a maior produção e disponibilidade de propágulos de *R. mangle* ocorre entre os meses de março e maio (Adaime, 1985; Ponte *et al*, 1990 e Menezes, 1994), optou-se por esta época como a mais apropriada para o início do experimento.

VI.1.5 - Monitoramento

O experimento foi implantado no mês de maio de 1993 e monitorado até fevereiro de 1996. As visitas ao campo foram realizadas aos 28, 56, 98, 126, 188, 246, 307, 365, 427, 484, 541, 617, 659, 748, 793, 840 e 986 dias após o plantio. Os parâmetros analisados foram: altura em cm (do sedimento à base da gema apical), número de folhas, gemas e ramificações por planta, taxa de sobrevivência (%) e formação de “raízes aéreas” (rizóforos).

Por motivos técnicos que serão explicados posteriormente, plantaram-se novamente 100 plântulas (50 com e 50 sem estacas) ao lado da parcela 3, um ano após o início do experimento, obedecendo aos mesmos critérios de espaçamento.

VI.1.6 - Análise Estatística

Os dados de comprimento médio e número médio de folhas por plantas, com diferentes tratamentos (plântulas com estaca, plântulas sem estaca e propágulos) nas parcelas 1 e 2, foram interpretados utilizando-se a “análise de variância - ANOVA”. Quando a análise de variância mostrou diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% ($p < 0,05$), foi aplicado o teste Tuckey para análise individual de cada tratamento (Centeno, 1982). A seguir utilizou-se o mesmo procedimento para os seguintes grupos: a) plântulas (fileiras A, B, C e D) da parcela 1; plântulas (fileiras A, B, C e D) da parcela 2 e plântulas-controle; e, b) propágulos (fileiras E e F) da parcela 1; propágulos (fileiras E e F) da parcela 2 e plântulas-controle.

Os resultados encontrados do F observado e do teste de Tukey, ambos com 0,05 de significância, foram calculados utilizando-se o programa estatístico MINITAB, versão 8.2, enquanto que os valores de F crítico são provenientes da distribuição de F ($\alpha = 0,05$).

VI.1.7 Levantamentos complementares

Após a análise parcial dos resultados obtidos nas parcelas 1, 2 e 3 e das plântulas-controle, realizou-se alguns levantamentos em diferentes períodos referentes às características físico-químicas da água, estudo do movimento das massas d'água com utilização de cartões de deriva e rodamina, além da progressão da altura da maré em frente às parcelas 1, 2 e 3. Esses estudos visaram levantar dados básicos das águas próximas às áreas de estudo e tentar explicar alguns resultados obtidos nas parcelas experimentais.

VI.1.7.1 Período de 11 a 13/04/95

Os estudos foram realizados no Rio Capivari Grande próximo as áreas do plantio experimental de *R. mangle* (Fig.4), nos dias 11, 12 e 13 de abril de 1995 por

ocasião de marés de sizígia. As informações da Tábua de Marés referentes ao Porto de Santos para esse período são apresentadas na figura 6.

Para facilitar a exposição do trabalho, e a compreensão dos resultados, este foi dividido em duas partes: 1) características físico-químicas da água; 2) estudo do movimento das massas d'água com a utilização de cartões de deriva e rodamina. Esses estudos foram realizados simultaneamente com apoio de duas embarcações, uma delas móvel, de onde foram lançados e acompanhadas as trajetórias dos cartões e da rodamina; e, a outra que ficou ancorada para coleta dos dados físico-químicos. O posicionamento da embarcação “fixa” pode ser visualizado na figura 7.

No estudo das características físico-químicas da água, foram feitas medidas da velocidade dos ventos com anemômetro manual AIRFLOW LCA 6000 INSTRUMENTATION. As correntes foram medidas com correntômetro digital MOD. COM – 2. Condutividade, salinidade, temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido (OD) e pH com o aparelho U10 - MICRONAL S.A.. As medidas foram efetuadas nos seguintes dias e horários:

A) no dia 11.04.95, em frente ao ponto 3, das 13:30 h às 16:00 h, durante a vazante, em intervalos de aproximadamente 15 minutos, nas profundidades de 0,8 m; 2,4 m e 4,0 m.

B) no dia 12.04.95, em frente ao ponto 1, das 13:00 h às 16:45 h, durante a vazante, em intervalos de aproximadamente 15 minutos, nas profundidades de 1,0 m; 2,0 m e 2,7 m.

C) no dia 13.04.95, em frente ao ponto 3, das 9:30 h às 12:00 h, durante a enchente, em intervalos de aproximadamente 15 minutos, nas profundidades de 0,3 m; 1,0 m; 2,0 m; 3,0 m e 4,0 m.

O estudo do deslocamento das massas d'água com a utilização de cartões de deriva e rodamina foi realizado simultaneamente às medições de corrente, ventos e parâmetros físico-químicos. As observações foram realizadas durante as marés vazantes dos dias 11 e 12/04/95 e a maré enchente do dia 13/04/95, nos horários anteriormente mencionados.

Os cartões foram confeccionados artesanalmente com papel tipo “Opaline 150 g”, sendo que cada cartão possuía um código (VA, VB, VZ, EA, EB e EZ) e um número (1 a 50), de maneira que possuíamos seis grupos de 50 cartões:

VA(1 a 50): vazante, amarelo

VB(1 a 50): vazante, branco

VZ(1 a 50): vazante, azul

EA(1 a 50): enchente, amarelo

EB(1 a 50): enchente, branco

EZ(1 a 50): enchente, azul

Empregou-se cartões de cor branca para a margem esquerda, azul para o centro e amarelo para a margem direita. Em cada lançamento foram utilizados dez cartões de cada cor. O deslocamento dos cartões era acompanhado de barco e, muitas vezes, plotados em croquis da região.

No dia 12 de abril, também utilizou-se rodamina em caráter experimental para obtenção de informações visuais complementares. Segundo Magliocca (1987) a rodamina é um corante sintético, cujos cristais são verdes e muito solúveis em água, resultando em uma cor azul-avermelhada, empregada como traçador nos estudos de poluição, turbulência etc, em rios, estuários e no oceano.

A tabela II mostra dia, horário, instrumento e local dos lançamentos, sendo que os diferentes locais de lançamento foram discriminados através das letras α , β , ϕ e λ (Fig. 7).

VI.1.7.2 Períodos de 1 a 3 de abril e 3 de junho de 1996

Com auxílio do aparelho U10 foram efetuadas medidas de pH, condutividade, turbidez, temperatura e salinidade em diferentes profundidades em 12 pontos no dia 1, durante a maré enchente, e em 9 pontos no dia 3 de junho de 1996, durante a vazante.

No dia 3 de junho, colocou-se estacas de PVC, marcadas de 5 em 5 cm, em frente à cada parcela e anotou-se a altura da maré em intervalos de 5 minutos, entre o período das 12:00 h até as 16:10 h. As informações da Tábua de Marés para o Porto de Santos (Brasil, 1995) para os dias 1/04, 3/04 e 3/06 de 1996 estão na figura 8.

VII.1 - RESULTADOS

VII.1.1 - Controle

As plântulas da área controle apresentaram contínuo aumento na altura partindo de 39,6 cm no primeiro monitoramento e chegando a 92,4, após 988 dias (Fig. 9a).

O número médio de folhas passou de aproximadamente 4 para 95, o aumento foi quase constante com duas pequenas quedas no 11^o monitoramento (novembro de 1994) e 16^o (novembro de 1995). Ambas as quedas ocorreram após o final do inverno (Fig. 9b).

O número de gemas e ramificações, no último monitoramento, chegaram a valores próximos de 18 e 20, respectivamente (Figs. 9c e 9d). O número de rizóforos fixos e totais estiveram próximos a 1,0 e 2,5 unidades no último monitoramento (Fig. 9e).

Deve-se ressaltar que no primeiro monitoramento foram medidas e marcadas 69 plântulas; como muitas não foram encontradas, no segundo monitoramento mediu-se mais 11 plântulas. Assim, apesar do total de 80 plântulas marcadas, em cada monitoramento o número variou entre 41 e 69 plântulas. Apesar disso como sempre trabalhou-se com médias, tendências gerais e o número amostral foi grande, as diferenças nas quantidades das amostras não prejudicaram a análise dos resultados.

A figura 10 mostra com maior detalhe a evolução da altura (Fig. 10a) e número de folhas (Fig. 10b) para as plântulas das parcelas 1, 2 e do controle no primeiro ano após a instalação do experimento. Nas plântulas-controle não se observou o decréscimo no número inicial de folhas como os observados nas transplantadas (Figs. 10b).

Além disso, observou-se que os valores de altura, números de folhas, gemas, ramificações e rizóforos para as plântulas-controle ao final do monitoramento foram inferiores aos das plântulas e propágulos das parcelas 1 e 2 (tabela III). Isso se deve ao fato de que na área-controle, muitas das plântulas, aproximadamente 50% estavam sob o dossel de plantas maiores dificultando assim o seu desenvolvimento. Enquanto que as plântulas das parcelas 1 e 2 estavam em áreas completamente descampadas recebendo incidência solar direta e uniforme, além da ausência de competição com árvores maiores.

VII.1.2 - Área 1

Na parcela 1, através de uma análise de variância dos dados de altura e número de folhas dos três tratamentos (plântulas com estacas, plântulas sem estacas e propágulos), concluiu-se que elas não são iguais pois apresentaram “f observado” maior do que o “f crítico” na maioria das amostragens para ambos os parâmetros (Tab. IV e V).

O teste Tukey mostrou que as plântulas com e sem estacas foram consideradas iguais entre si e maiores que os propágulos na maioria das amostragens. Como pode ser observado pelo decréscimo no valor do “f observado” na quinta e sexta amostragem, a diferença na altura entre as plântulas e os propágulos diminuiu bastante a partir de 188 dias (Tab. IV). Com relação ao parâmetro número de folhas, não se observou diferenças entre os três grupos aos 126, 188 e 246 dias (Tab. V) e aos 246 dias com relação à altura (Tab. IV). Comparando-se a taxa de sobrevivência das plântulas com e sem estaca, os resultados de ambos os grupos na parcela 1 foram próximos, apesar das plântulas com estaca apresentarem valores ligeiramente mais altos durante o experimento (Fig. 11a). Assim sendo, considerando-se que os valores de sobrevivência foram próximos e que não houve diferenças estatísticas no crescimento e número de folhas das plântulas com e sem estaca, os resultados serão apresentados para o grupo das plântulas e dos propágulos.

Com relação a altura, as plântulas no início do experimento apresentaram ao redor de 40 cm e após 936 dias possuíam cerca de 100 cm de altura média, sendo que o indivíduo mais alto possuía 117 cm (Fig. 12a)

A taxa de sobrevivência foi bastante alta, cerca de 80% aos 936 dias, sendo que a mortalidade praticamente se estabilizou a partir de 300 dias do transplante e após 541 dias, nenhuma plântula morreu (Fig. 12b).

A produção de folhas foi bastante elevada, chegando a um número médio próximo de 160 folhas por plântulas (Fig. 12c), sendo que o número máximo de folhas foi igual a 299. Logo após o plantio observou-se um decréscimo no número médio de folhas das plântulas nos dois primeiros meses, com recuperação após esse período. As figuras 12d e 12e relativas à produção de gemas e ramificações são semelhantes e mostram que no último monitoramento, o número médio por plântulas de ambas estava ao redor de 35. Foi possível a quantificação do número médio de rizóforos total e fixos

ao substrato a partir de 600 dias, chegando a valores iguais a 3,3 e 2,0, respectivamente, no último monitoramento (Fig. 12f).

Os propágulos no início do experimento apresentaram altura média ao redor de 15 cm e atingiram 95 cm após 935 dias (Fig. 13a).

A taxa de sobrevivência foi constante para os propágulos após os 541 dias, chegando ao valor de 74% (Fig. 13b).

As primeiras folhas dos propágulos apareceram ao redor do 3^o mês, sendo que o número médio de folhas chegou próximo ao valor de 120 folhas por indivíduo ao final de 936 dias (Fig. 13c). Apesar de parecer elevado, este valor está abaixo do número médio de folhas das plântulas.

A produção de gemas e ramificações dos propágulos da parcela 1 estão apresentados nas figuras 13d e 13e, sendo que o número médio de ambas está próximo a 30, valor inferior ao encontrado nas plântulas. O número médio de rizóforos total e fixos foi de 3,3 e 2,7, respectivamente (Fig. 13f). As figuras 14 e 15 ilustram, através do tempo, as atividades realizadas tendo como exemplo a parcela 1. A figura 14a, tirada em maio de 1993, mostra a delimitação da parcela imediatamente anterior ao plantio; a figura 14b mostra a parcela cerca de três meses após o plantio, enquanto que a figura 14c mostra o estado da parcela aproximadamente um ano e meio após o plantio. Observa-se nas figuras 14b e 14c que os propágulos e plântulas possuem a base do caule recoberta por algas epífitas que foram identificadas como *Bostrychia radicans*, segundo Wynne (1986).

A figura 15a, tirada em fevereiro de 1996, mostra que as plântulas possuíam altura média de cerca de um metro e rizóforos bastante desenvolvidos sendo que a figura 15b é um detalhe desse sistema de raízes escoras. Em algumas fotos observa-se, em amarelo, uma régua de alfaiate com o comprimento de um metro. A figura 15c é uma foto de fevereiro de 1997, quando houve uma visita ao local; nessa época as árvores mais altas apresentavam cerca de dois metros.

VII.1.3 - Área 2

Para as plântulas da parcela 2 realizou-se também análises de variância com os dados da altura (Tab. VI) e número de folhas (Tab. VII). Similarmente ao que ocorreu na área 1, observou-se que, em geral, os três tratamentos (plântulas com estaca, plântulas sem estaca e propágulos) não podem ser considerados iguais pois

apresentaram “f observado” maior que o “f crítico” na maioria das amostragens e que as diferenças encontradas nas taxas de sobrevivência entre as plântulas com e sem estaca foram muito pequenas (Fig. 11b), ainda menores que na parcela 1.

Até os 188 dias (5^o monitoramento), o grupo das plântulas apresenta-se igual entre si e maior que o grupo dos propágulos para as medidas de altura (Tab. VI) e até os 126 dias (4^o monitoramento) para as medidas do número de folhas (Tab. VII). Os grupos mostraram-se homogêneos nos 6^o, 7^o, 14^o e 16^o monitoramentos com relação à altura e no 5^o monitoramento com relação ao número de folhas. As diferenças na altura encontradas após o 8^o monitoramento devem-se, provavelmente, à variabilidade natural existente dentro de um determinado grupo de indivíduos.

Assim sendo, similarmente à área 1, apresenta-se os resultados gráficos para o grupo das plântulas e para o grupo dos propágulos.

As plântulas inicialmente apresentavam altura média igual a 39,5 cm e final igual a 97,0 cm (Fig. 16a). Como na área 1, ocorreu um pequeno decréscimo de 2,3 cm de altura na primeira medida (27 dias), provavelmente devido a um assentamento das plântulas após o plantio (Fig. 10a).

A taxa de sobrevivência das plântulas foi alta (86%) e superior as da parcela 1 (79%) (Tab. III). Após o oitavo monitoramento (306 dias, Fig. 16b) foi praticamente constante, posteriormente ocorreu apenas mais uma morte no último monitoramento. A produção de folhas também foi alta chegando a superar o número médio de 180 folhas por indivíduo (Fig. 16c).

As figuras 16d e 16e mostram, respectivamente, a produção de gemas e ramificações que, no último monitoramento, esteve ao redor de 40. A figura 16f mostra que o número médio de rizóforos das plântulas total e fixos foram iguais a 2,5 e 5,0 no último monitoramento.

Na área 2, os propágulos possuíam na data do plantio cerca de 19,0 cm e após 985 dias alcançaram, aproximadamente, 94,4 cm (Fig. 17a).

A taxa de sobrevivência dos propágulos, quase 90%, foi a mais alta entre todos os grupos estudados (Fig. 17b). O número médio de folhas dos propágulos chegou a 150, apresentando um grande aumento entre os dois últimos monitoramentos (Fig. 17c).

A produção de gemas e ramificações (Figs. 17d e 17e) mostrou-se similar chegando a valores próximos a 30, após 985 dias do plantio. O número médio de rizóforos dos propágulos total e fixos ao substrato foi igual a 4,3 e 2,0, no último monitoramento. A tabela III compara os valores médios e desvio padrão da altura,

número de folhas, gemas, ramificações, rizóforos total e fixos, além da taxa de sobrevivência obtidos no último monitoramento para os grupos de propágulos e plântulas nas áreas 1 e 2. Observa-se que os resultados obtidos tanto para as plântulas como para os propágulos na área 2 apresentaram melhor desempenho, com a única exceção que as plântulas na área 1 encontravam-se, em média, um centímetro e meio mais altas.

O melhor desempenho da área 2 talvez possa ser explicado pelas diferenças na granulometria do sedimento dessas duas áreas (tabela VIII). Como o sedimento da área 2 apresenta menor porcentagem de areias e maior porcentagem de siltes e argilas, este ambiente deve ser mais propício para o desenvolvimento de *R. mangle*.

VII.1.4 – Área 3

Devido a pequena taxa de sobrevivência, tanto para plântulas com e sem estacas como para os propágulos, encontrada na área 3 (Figs. 11c, 18b e 19b), não foram realizadas análises de variância e adotou-se para esses dados os mesmos procedimentos realizados nas áreas 1 e 2, ou seja, divisão em dois grupos (plântulas e propágulos).

Assim como na área 1 e 2, a altura e o número médio de folhas para as plântulas decresceram após o transplante (Figs. 18a e 18c), com posterior recuperação. No entanto, essa recuperação foi mais lenta do que a encontrada nas outras áreas.

A taxa de sobrevivência para as plântulas foi igual a 2% (Fig. 18b) no último monitoramento, ou seja, persistiam apenas 2 indivíduos. Assim sendo os dados relativos a altura, número de folhas, gemas e ramificações foram pouco representativos devido ao baixo número amostral.

A produção média de folhas, gemas e ramificações aumentou até os 659 dias (13^o monitoramento), chegando a valores iguais a 36,0; 7,5 e 8,5 unidades, e decrescendo a seguir (Figs. 18c, 18d e 18e).

Com relação aos propágulos, a taxa de sobrevivência final foi igual a 2%, ou seja, apenas um indivíduo permaneceu vivo no último monitoramento. A redução desta taxa foi menos acentuada do que para as plântulas, ou seja, após um ano foi cerca de 60%, em dois anos 10% e no último monitoramento 2% (Fig. 19b). Após o período monitorado, o indivíduo sobrevivente do grupo dos propágulos possuía altura média igual a 105,0 cm e, portanto, superior ao das plântulas na área 3 (91,5 cm) (Fig. 19a).

O número médio de folhas, em geral aumentou com o tempo chegando ao valor de 45 no último monitoramento (Fig. 19c). No entanto, esse número apresentou duas quedas, uma leve ao redor dos 539 dias (12^o monitoramento) e outra mais acentuada ao redor dos 840 dias (16^o monitoramento), com posterior recuperação no último monitoramento.

O número médio de gemas e ramificações atingiu, aproximadamente, 5,3 e 9,3 unidades por indivíduo ao final do período monitorado (Figs. 19d e 19e).

Com esses dados ficam evidentes as diferenças entre as áreas 1, 2 e 3. A área 3 apresentou altíssima taxa de mortalidade e mesmo os poucos indivíduos que sobreviveram apresentaram pequeno desenvolvimento (baixo número de folhas, gemas e ramificações) quando comparadas às áreas 1 e 2. Além disso, o número médio de rizóforos das plântulas e propágulos na parcela 3 ficaram próximos a zero, no último monitoramento.

Após o primeiro ano do início do experimento, como a taxa de sobrevivência foi cerca de 5% para as plântulas e 60% para os propágulos, levantou-se a hipótese que o problema da parcela 3 estava na forma do transplante das plântulas, já que no dia do experimento a maré não estava tão baixa quanto nos dias dos transplantes das parcelas 1 e 2. Para testar essa hipótese, realizamos um novo transplante, em uma nova parcela, ao lado da parcela 3 que foi denominada 3B. A parcela 3B continha inicialmente 100 plântulas, entre 30 a 50 cm de altura, 50 com e 50 sem estacas. Os resultados dessa parcela serão mostrados no próximo item.

A segunda hipótese do insucesso da área 3 refere-se a presença do canal de esgoto, localizado entre a área 3 e as áreas 1 e 2 (Fig. 7) , pois devido a circulação local os efluentes poderiam estar se dirigindo preferencialmente à área 3 e, conseqüentemente, prejudicando o desenvolvimento e sobrevivência das plântulas. No período de 11 a 13/04/95 realizou-se alguns estudos sobre a movimentação das massas d'água e características físico-químicas da água.

A terceira hipótese refere-se à características sedimentológicas, a ocorrência de maior quantidade de siltes e argilas na área 3 (tabela VIII), poderia estar favorecendo a concentração de contaminantes e dificultando o desenvolvimento normal das plântulas. Infelizmente, essa hipótese não foi testada por problemas de sobrecarga dos laboratórios de análises químicas da CETESB durante o desenvolvimento deste projeto. Informações referentes à altura da maré e ao tempo de imersão nas parcelas 1, 2 e 3 foram obtidas no dia 3 de junho de 1996. Como a área 3 encontra-se muito próxima à

uma das estações da expedição realizada pelo Instituto Oceanográfico no período de 18 a 19 de junho de 1997, é possível que os resultados obtidos com a análise química do material coletado possa futuramente esclarecer a alta taxa de mortalidade encontrada nesse local.

VII.1.5 - Área 3B

As plântulas da área 3B foram transplantadas em 10 de maio de 1994, aproximadamente um ano após o início do experimento nas áreas 1, 2 e 3.

A taxa de sobrevivência na parcela 3B, assim como na parcela 3, foi muito pequena e decresceu rapidamente logo nos primeiros monitoramentos chegando a 14% aos 133 dias (Fig. 20b). Dos 100 indivíduos transplantados, apenas 8% sobreviveram até o último monitoramento (639 dias).

As plântulas na área 3B foram transplantadas com aproximadamente 40 cm, ocorrendo uma pequena redução na altura no primeiro monitoramento (16 dias), assim como aquelas verificadas nas parcelas 1, 2 e 3, e atingiram valores superiores a 80 cm no último monitoramento, correspondendo a 639 dias após o transplante (Fig. 20a). A altura dessas plântulas, diferentemente das outras parcelas, praticamente não se alterou nos três últimos monitoramentos.

O número de folhas também decresceu aproximando-se a zero nos primeiros monitoramentos, mas além do estresse sofrido pelo transplante, soma-se o fato que provavelmente considerou-se como vivas muitas plântulas que já estavam mortas (Fig. 20c). O número máximo de folhas chegou a 34,0 e apresentou, como na parcela 3, um leve decréscimo no penúltimo monitoramento, setembro de 1995 (Fig. 20c).

Os valores máximos obtidos para o número de gemas e ramificações na parcela 3B foram iguais, respectivamente, a 7,5 e 9,1 (Figs. 20d e 20e) e são referentes ao último monitoramento.

De forma geral, os resultados obtidos na parcela 3B foram muito semelhantes aos da parcela 3, observando-se em ambos uma altíssima taxa de mortalidade e baixo desenvolvimento.

VII.1.6 - Comparação entre as áreas 1, 2 e controle

As tabelas IX a XIII mostram a evolução dos dados obtidos e seus respectivos desvios padrões para a altura (Tab. IX), número médio de folhas (Tab. X), taxa de sobrevivência (Tab. XI), número médio de gemas (Tab. XII) e ramificações (Tab. XIII) para as plântulas e propágulos das parcelas 1, 2 e 3 e plântulas do controle.

Essas tabelas ilustram novamente o decréscimo na altura e número médio de folhas nos primeiros monitoramentos das plântulas transplantadas e que o mesmo não ocorreu com as do controle (Tabs. IX e X).

A tabela IX mostra que os propágulos da parcela 2 sempre apresentaram altura superiores as da parcela 1, mas que estes também eram maiores na época do plantio.

A análise da variância entre as plântulas transplantadas das parcelas 1, 2 e as do controle mostra que com relação à altura esses grupos são iguais após 659 dias (Tab. XIV) e ao número de folhas entre os 307 (7^o monitoramento) e 484 dias (10^o monitoramento) (Tab. XV). Isso mostra que o parâmetro número de folhas apresenta uma resposta mais rápida que o parâmetro altura no transplante de plântulas.

Com relação ao número de folhas, podemos dividir o monitoramento em três momentos diferentes: 1) até os 246 dias, as plântulas das parcelas 1 e 2 são menores que as plântulas-controle; 2) entre a 7^o (307 dias) e 11^o monitoramento (541 dias), todos os grupos podem ser considerados iguais; e, 3) após 617 dias (12^o monitoramento), as plântulas transplantadas superaram as plântulas-controle.

A comparação entre os propágulos plantados nas parcelas 1 e 2 e as plântulas-controle com relação à altura (Tab. XVI) mostram que esses grupos são iguais após 748 dias (14^o monitoramento) e ao número de folhas (Tab. XVII), iguais entre os 541 dias (11^o monitoramento) e 748 dias (14^o monitoramento).

A comparação entre os propágulos plantados e as plântulas-controle, tanto com relação à altura quanto ao número de folhas mostra que inicialmente os propágulos plantados são menores e menos desenvolvidos. Com relação à altura, esses grupos são considerados iguais após 748 dias (14^o monitoramento) e, com relação ao número de folhas, iguais entre os 541 dias (11^o monitoramento) e 748 dias (14^o monitoramento). O número médio de folhas das plântulas-controle foi inferior ao dos propágulos das parcelas 1 e 2, após 748 dias (14^o monitoramento).

Esses resultados também mostram que o parâmetro número de folhas apresenta resposta mais rápida que o parâmetro altura, tanto no transplante de plântulas como no plantio de propágulos.

VII.1.7 - Sazonalidade

As plântulas tiveram o seu crescimento médio diário (cm/dia) nas diferentes estações (Inverno/93, Primavera/93, Verão/94, Outubro/94, Inverno/94, Primavera/94, Verão/95, Outubro/95 e Inverno/95), variando de 0,02 a 0,11 cm na parcela 1 e de 0,01 a 0,11 cm na parcela 2 e de 0,00 a 0,12 cm no controle (Tab. XVIII). Enquanto que esses valores para os propágulos foram de 0,04 a 0,23 cm na parcela 1 e de 0,04 a 0,24 cm na parcela 2.

O verão de 1994 foi a estação onde as plântulas da parcela 1 apresentaram maior crescimento. Na parcela 2, os verões de 94 e 95 apresentaram o maior crescimento do período monitorado. Os propágulos, em ambas as parcelas, apresentaram o maior crescimento médio na primavera/93 (Tab. XVIII).

Com relação à média da produção de folhas diária das plântulas, os valores variaram de 0,01 a 0,36 na parcela 1, de 0,01 a 0,30 na parcela 2 e de 0,00 a 0,19 no controle. Os propágulos apresentaram valores variando de 0,03 a 0,25 e de 0,02 a 0,22 para as parcelas 1 e 2, respectivamente. O verão de 95 apresentou os maiores valores para a produção de folhas em todos os grupos estudados (Tab. XIX).

As plântulas e os propágulos não apresentaram crescimento no outono de 93, sendo que a altura média das plântulas provavelmente diminuiu devido ao assentamento do terreno. Nesse período, também houve um decréscimo no número de folhas para as plântulas além do que os propágulos, em sua maioria, ainda não tinham formado o primeiro par de folhas.

VII.1.8 - Curvas de crescimento

A função do segundo grau foi a que melhor se ajustou aos dados para quase todos os parâmetros monitorados (altura média, número médio de folhas, gemas e ramificações), tanto para as plântulas como para os propágulos, apresentando os valores mais altos do índice de correlação (R^2).

As diferenças obtidas no ajuste de curvas e no índice de correlação entre os indivíduos das parcelas 1, 2 e controle foram pequenas (Figs. 21 a 23).

Com relação ao número total de rizóforos, o comportamento da curva é diferente do comportamento observado, apresentando valores negativos entre os 200 e 400 dias.

O índice de correlação (R^2) da função do 2º grau foi maior do que 0,95 tanto para as plântulas como para os propágulos nas parcelas 1, 2 e controle para todos os parâmetros estudados (altura, número de folhas, gemas e ramificações), com exceção do número de raízes. Indicando que tanto a função de 2º grau como os parâmetros altura, número de folhas, gemas e ramificações são bastante representativos do crescimento de *R. mangle*.

VII.1.9 – Levantamentos complementares referentes ao período de 11 a 13 de abril de 1995

VII.1.9.1 - Características físico-químicas da água

Perfil 1

No dia 11.04.95 foram feitas as medidas referentes à direção e velocidade das correntes, condutividade, salinidade, turbidez, oxigênio dissolvido, pH e temperatura da coluna d'água (0,8 m; 2,4 m e 4,0 m) e medidas da velocidade do vento das 13:40 h às 16:10 h durante a vazante, em frente à parcela 3.

A condutividade aumentou com a profundidade e diminuiu durante a vazante, o valor máximo encontrado foi 43,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aos 4,0 m, 13:54 h (Fig. 24a).

A salinidade também aumentou com a profundidade e decresceu com o progresso da vazante. Os valores de salinidade encontrados variaram de 28,2 (4,0m - 13:40 h) a 20,1 (0,8m - 14:59 h) (Fig. 24b).

O oxigênio dissolvido decresceu com a profundidade e, durante o período amostrado, aumentou aos 2,4 m e 4,0 m entre as 14:00 e 16:00 horas. Na superfície (0,8 m), os valores encontrados apresentaram um comportamento mais variável, aumentando até as 14:30 h e decrescendo em seguida (Fig. 24c).

O pH variou de 8,0 a 8,5 durante o período amostrado, decrescendo durante a vazante (Fig. 24d).

A temperatura da água, em geral, decresceu com a profundidade e aumentou durante o período amostrado, variando de 26,4⁰C a 28,7⁰C (Fig. 24e). Enquanto que a temperatura do ar foi de 28,8⁰C às 12:00h e 30,7⁰C às 18:00h, segundo os dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia para a Estação de Santos.

Os valores da velocidade do vento variaram de 1,75 m/s a 9,5 m/s (Fig. 24g), enquadrando-se na classificação de 1 a 5 segundo Beaufort (WMO, 1970).

A velocidade das correntes permaneceu reduzida das 14:00 até as 14:40 horas, posteriormente aumentou em todos os intervalos de profundidade, atingindo valores superiores a 30 m/s, decrescendo levemente das 15:37 até as 16:00 horas (Fig. 24f). Em geral, a velocidade da superfície apresentou-se inferior a das outras profundidades.

A turbidez registrada foi sempre igual a 10 UNT, em qualquer profundidade, no período amostrado.

Perfil 2

No dia 12.04.1995, foram realizados na maré vazante, entre 13:00 h e 16:45 h, medidas em frente à parcela 1.

A condutividade diminuiu com a profundidade e variou de 36,4 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ a 27,6 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ no período amostrado (Fig. 25a). Em geral, a condutividade foi crescente até as 15:00 h, diminuindo em seguida.

A salinidade aumentou com a profundidade, variando de 17,0 a 23,1 (Fig. 25b).

O oxigênio dissolvido variou de 2,6 a 3,1 mg/l, não apresentando padrões de comportamento no período amostrado (Fig. 25c).

O pH apresentava-se bastante similar nas três profundidades amostradas (1,0 m; 2,0 m e 2,7 m) no início das medidas, sendo que após as 14:00 h houve uma crescente diferenciação entre as medidas de superfície e de fundo (Fig. 25d).

A temperatura variou muito pouco no período amostrado, apresentando uma graduação vertical sendo que em média esteve ao redor de 26,1⁰C a 1,0 m; 26,0⁰C a 2,0 m e 25,9⁰C aos 2,7 m (Fig. 25e).

A velocidade da corrente decresceu, chegando próxima a zero em todas as profundidades às 15:15h, após esse horário cresceu rapidamente, atingindo 21 m/s às 17:00h (Fig. 25f). A velocidade do vento no período amostrado variou de 1,93 a 8,26 m/s, enquadrando-se entre os valores de 1 a 4, segundo a classificação de Beaufort (WMO, 1970) (Fig. 25g).

A turbidez variou de 17 UNT a 32 UNT, apresentando-se bastante variável com relação ao horário e profundidade.

Perfil 3

Em 13 de abril foram realizadas medidas em frente ao ponto 3 durante a enchente das 9:30 h até 12:00 h, em 5 profundidades diferentes (0,3 m; 1,0 m; 2,0 m; 3,0 m e 4,0 m).

A condutividade aumentou da superfície para o fundo, sendo que os registros de condutividade aos 2,0 m; 3,0 m e 4,0 m estavam bastante próximas (Fig. 26a).

A salinidade também aumentou com a profundidade, mostrando a presença da cunha salina. Assim como para a condutividade, as 11:00 h a salinidade foi igual para todas as profundidades amostradas (Fig. 26b).

O oxigênio dissolvido diminuiu com a profundidade, sendo que os valores encontrados aos 2,0; 3,0 e 4,0 m foram muito próximos (Fig. 26c).

O pH diminuiu com a profundidade. A medida do pH aos 2,0; 3,0 e 4,0 m aumentou durante o período amostrado (Fig. 26d).

Os registros da temperatura e pH aos 2,0; 3,0 e 4,0 m estavam muito próximos durante o período amostrado. Em geral, a temperatura aumentou com a profundidade (Fig. 26e).

O comportamento da velocidade das correntes foi muito variável mas, em geral, aumentou com o decorrer da vazante. Os valores mais altos ocorreram ao redor das 11:30 h, variando de 16 m/s a 62 m/s, durante o período amostrado (Fig. 26f). A velocidade do vento esteve entre 3,28 m/s a 6,35 m/s, o que é caracterizado com os valores de 1 a 3, segundo Beaufort (WMO, 1970) (Fig. 26g).

As medidas de condutividade, salinidade, oxigênio dissolvido, pH e temperatura realizadas em torno das 11:00 h estiveram muito próximas entre si, podendo ser atribuídas a possibilidade de uma mistura da coluna vertical da coluna d'água naquele momento, ou a alguma falha na leitura do equipamento.

Comparação entre os perfis 1, 2 e 3

Comparando-se os resultados obtidos, ambos na vazante, em frente as parcelas 1 e 3, observa-se que os valores de condutividade, salinidade, oxigênio dissolvido, pH e velocidade de correntes foram mais altos em frente à parcela 3, que devido a sua localização possui maior influência da água marinha.

Comparando-se os dados obtidos no dia 13 de abril durante a maré enchente com aqueles do dia 11 na vazante, ambos em frente à parcela 3, observa-se que a condutividade e pH foram maiores no dia 11, enquanto que o oxigênio dissolvido, salinidade e velocidade da corrente foram maiores no dia 13.

VII.1.9.2 Estudo do movimento das massas d'água com a utilização de cartões de deriva e rodamina

11.04.95 - Primeiro lançamento de cartões

O primeiro lançamento ocorreu às 13:15h no canal de esgoto (Local α , Fig. 7), próximo à cidade, durante a vazante, do dia 11 de abril. Foram lançados 30 cartões com as marcações: VA1 $\rightarrow$ VA10; VB1 $\rightarrow$ VB10 e VZ1 $\rightarrow$ VZ10.

Os cartões seguiram preferencialmente pelo lado esquerdo, sendo que muitos ficaram enroscados em uma moita na margem esquerda. Os cartões começaram a ser recolhidos às 13:30h.

11.04.95 - Segundo lançamento de cartões

As 14:15h, foram lançados mais 30 cartões com as seguintes marcações: VA11 $\rightarrow$ 20, VB11 $\rightarrow$ 20 e VZ11 $\rightarrow$ 20. O vento estava muito fraco e os cartões, em geral, se moviam pela margem esquerda. As 14:30h, os cartões já estavam saindo do canal de esgoto e entrando no Rio Capivari Grande em direção ao ponto 3. No rio, os cartões assim como os detritos que flutuavam (folhas, gravetos etc) seguiram preferencialmente pela margem esquerda.

11.04.95 - Terceiro lançamento de cartões

Dos 60 cartões lançados, foram recolhidos 22, sendo que esses foram lançados novamente, aproximadamente, a 400m da saída do canal de esgoto (Local β , Fig. 7), as 15:15 h. A trajetória preferencial desses cartões foi a margem esquerda do Rio Capivari Grande, oposta a margem da parcela 3. As 15:40 h o primeiro cartão passou à altura da embarcação “fixa” que realizava medidas de correntes e das propriedades físico-químicas da água, em frente à parcela 3.

As 15:50 h foram recolhidos 15 cartões na curva do Rio Cascalho e as 16:30 h foram recolhidos apenas dois cartões na confluência entre os rios Cubatão e Cascalho.

Com as observações realizadas no dia 11 de abril foi possível concluir que o material ao sair do canal de esgoto não se dirige diretamente à área 3, chegando mais facilmente à margem que possui vegetação de mangue, oposta à parcela 3.

12.04.95 - Primeiro lançamento de rodamina

No dia 12 de abril, os lançamentos de rodamina e de cartões ocorreram próximo à parcela 1 (local ϕ , Fig. 7), sendo que a rodamina foi lançada às 14:10h e os cartões às 14:15h.

Com a rodamina observou-se visualmente que o sentido preferencial das correntes no início da vazante é atravessando as áreas de estudo.

12.04.95 - Primeiro lançamento de cartões

Às 14:15 h foram lançados os cartões (VB21→30), que acompanharam a rodamina e os detritos em suspensão, descrevendo o seguinte trajeto: todos os cartões seguiram em direção à área de estudo; nenhum acompanhou a trajetória do rio; a rodamina estava na altura da embarcação “fixa”, em frente à parcela 1 (às 14:23 h). Às 14:26 h, a rodamina passou pela área 1; enquanto que os cartões alcançavam a altura da parcela 2, às 14:35 h.

Constatou-se que no início da vazante, 100% dos cartões passaram pela área de plantio. Os cartões que foram lançados no meio do rio, ficaram com cerca de 100 m de atraso em relação aos que foram jogados na margem direita.

12.04.95 - Segundo lançamento de rodamina

Às 14:50 h lançou-se novamente rodamina no local ϕ , observando-se que: 1) a rodamina deslocou-se mais rapidamente na margem direita; 2) a rodamina já havia ultrapassado a parcela 1 às 15:00 h; e, 3) cerca de 80% da rodamina passou sobre as áreas de plantio

12.04.95 - Segundo lançamento de cartões

Às 15:25 h foi realizado um novo lançamento de cartões (VA31→VA40; VB31→VB40; VZ31→VZ40) no mesmo local dos anteriores, iniciando-se o lançamento da margem direita para a margem esquerda. Nesse horário, os cartões começam a defletir para a esquerda, em relação ao lançamento anterior.

Às 15:35 h, alguns cartões encontravam-se no meio do trajeto entre a área 1 e 2, e as 15:45 h estavam na altura da parcela 2.

Alguns cartões seguiram o caminho do rio, sendo que as 16:00 h encontrou-se 2 cartões na altura da parcela 2. As 16:06 h, um cartão já havia ultrapassado a parcela 2.

12.04.95 - Terceiro lançamento de cartões

As 17:00 h, realizou-se o último lançamento com os cartões numerados de V41 até V50 e observou-se que todos seguiram o caminho preferencial do rio

Resumindo as informações do dia 12, observou-se que no início da maré enchente as correntes são aproximadamente perpendiculares às áreas de estudo e, a medida que a maré vai subindo, esta vai defletindo para a esquerda sendo que com a maré cheia, a direção e o sentido das correntes segue a do canal principal.

13.04.95 - Primeiro lançamento de cartões

Às 9:30h, foram lançados os cartões numerados de E1→10, após a confluência do canal de esgoto com o Rio Capivari Grande (Local β , Fig. 21).

Observamos que os cartões brancos fizeram um giro e seguiram em direção às parcelas 1 e 2, os cartões azuis se dirigiram às parcelas 1 e 2, enquanto que parte dos cartões amarelos entraram no canal de esgoto. Em torno das 10:15h, eles já estavam na altura da parcela 2.

13.04.95 - Segundo lançamento de cartões

O segundo lançamento também ocorreu no local β , às 10:40 h. Observa-se que todos os cartões sobem o rio, alcançando as áreas de estudo às 10:47 h. As 11:00 h se encontravam na altura da parcela 1.

13.04.95 - Terceiro lançamento de cartões

Os cartões foram lançados às 11:39 h na curva do Rio Cascalho (Local λ). As 11:45h, eles estavam na altura da parcela 3.

O movimento dos cartões no dia 13 mostrou que durante a enchente, o material flutuante lançado pelo canal de esgoto se dirige quase que diretamente às parcelas 1 e 2.

Durante os três dias de estudo, em todos os lançamentos grande parte dos cartões lançados afundaram após algum tempo, não permitindo que fossem recuperados

e que seu destino final fosse comunicado à CETESB, regional Cubatão, segundo orientações presentes nos mesmos. Os cartões foram fabricados com material que permitiu apenas o acompanhamento inicial do seu deslocamento.

VII.1.9.3 – Levantamentos complementares referentes ao período de 1 a 3 de abril de 1996 e 3 de junho de 1996

No primeiro dia de abril de 1996, realizou-se uma série de medidas durante a preamar com o aparelho U-10, cujos resultados são apresentados na tabela XX. No dia 3 de abril de 1996 as medidas foram realizadas durante a baixa-mar, no percurso entre a regional da CETESB e o ponto 1. Pontos localizados no Rio Maria Ribeira, em frente à Ilha Das Barras e na bóia 10, no canal de navegação, foram amostrados apenas no primeiro dia.

Observamos que a salinidade aumenta da Regional da CETESB em direção ao ponto 3. E, em geral, os padrões observados para o pH e condutividade repetem aqueles mencionados para a salinidade durante a preamar, porém os valores obtidos durante a baixa-mar para esses parâmetros são menores que os observados na preamar devido, logicamente, à maior influência da água marinha.

As medidas realizadas em 3 de junho de 1996 com as estacas colocadas à frente das três parcelas, mostraram que a maré alcança primeiro a parcela 3 e, aproximadamente, após 50 minutos atinge os pontos 1 e 2 (Fig. 27). Observa-se também que existe uma diferença no nível do substrato de cerca de 25 cm, entre a parcela 3 e as duas outras, sendo que entre a 1 e a 2 as diferenças são inferiores a 5 cm.

VIII.1 - DISCUSSÃO

As plântulas transplantadas sofreram no primeiro mês uma pequena diminuição em altura que foi recuperada no segundo ou terceiro mês após o transplante, provavelmente devido a um assentamento das plântulas ao terreno. Isso também se observou nos propágulos, porém de maneira menos acentuada.

O incremento em altura foi ao redor de 23 cm para as plântulas, 44 cm para os propágulos das parcelas 1 e 2 e cerca de 30 cm para as plântulas-controle, após um ano do experimento. Tanto os propágulos como as plântulas da parcela 3 tiveram um incremento superior aos anteriores.

No segundo ano de monitoramento, os valores de altura aumentaram em média 20 cm para as plântulas e propágulos das parcelas 1 e 2, sendo que esses valores foram menores para a parcela 3 e plântulas-controle. Plantações com 5 a 18 anos de idade de *Rhizophora apiculata* na Tailândia apresentavam altura variando em ordem crescente de 3,56 a 14,09 m (Aksornkae, 1997).

As taxas de sobrevivência das plântulas com e sem estaca nas parcelas 1, 2 e 3 estiveram bastante próximas o que permite inferir que a presença ou não de estacas nessa área não influenciou na fixação e desenvolvimento das plântulas de *R. mangle*. Abraão (1996) comparando os resultados obtidos com o transplante de pequenas mudas de *A. schaueriana* com e sem proteção encontrou valores de, respectivamente, 10 e 0%, após 100 dias.

Riley (1999) desenvolveu um método que aumenta as taxas de sobrevivência dos propágulos de *R. mangle*, adequado para ser utilizados em regiões sujeitas a erosão, maior impacto das ondas, etc. Esse método praticamente consiste em plantar os propágulos de *R. mangle* dentro de tubos de PVC cortados e preenchidos por sedimento até uma altura adequada e que pode variar dependendo do nível médio das marés locais.

Os valores encontrados para as taxas de sobrevivência das plântulas e propágulos nas parcelas 1 e 2 foram superiores a 70% no decorrer do experimento, o que é considerado um valor alto pela literatura. A taxa de sobrevivência encontrada para os propágulos na Flórida variou entre 14 a 86% e foi inversamente proporcional ao grau de exposição às ondas (Goforth & Thomas, 1979), sendo que a sobrevivência encontrada para os propágulos em regiões abrigadas (71%) foi similar àquela encontrada nas parcelas 1 e 2. Lewis III (1979) encontrou taxas de sobrevivência para propágulos plantados nas ilhas Virgens variando de 0 a 100% dependendo do local, sendo que a média de sobrevivência foi igual a 75%. Plantações de *R. mangle* com diferentes espaçamentos em Cuba mostraram taxas de sobrevivência superiores a 85% (Pádrón, 1997).

No entanto, os valores obtidos na parcela 3 foram muito baixos, estando ao redor de 5 e 60% para as plântulas e propágulos após um ano de experimento; 2 e 20% após dois anos e 2% para ambos no final do monitoramento. O transplante das plântulas foi realizado novamente em uma parcela denominada 3B, que localizava-se ao lado da 3, no segundo ano do experimento, sendo que as taxas de sobrevivência encontradas foram igualmente muito baixas.

Posteriormente realizou-se o acompanhamento de cartões de deriva para estudar a direção preferencial dos efluentes lançados pelo canal de esgoto, que localiza-se entre as áreas 1 e 2 e a área 3. Observou-se que durante a vazante, o material proveniente do canal de esgoto não atinge diretamente a parcela 3, sendo que o caminho preferencial é a margem esquerda do Rio Capivari Grande, oposta à parcela 3 e com cobertura vegetal, além da tendência do material flutuante fazer um giro na saída do canal de esgoto. Enquanto que durante a enchente, esse material se dirige quase que diretamente para as áreas das parcelas 1 e 2. Assim sendo pode-se concluir que o material proveniente do canal de esgoto não seria o responsável pela mortalidade observada na parcela 3. As parcelas 1 e 2, apesar de receberem em maior quantidade os efluentes provenientes do canal de esgoto, apresentaram altas taxas de sobrevivência e grande desenvolvimento estrutural (altura, número de folhas, gemas, ramificações e raízes), indicando que os efluentes não estariam limitando o crescimento e o desenvolvimento dos indivíduos plantados na parcela 3.

Considerando-se que o nível do substrato da parcela 3 resultaria num maior tempo de submersão em comparação com as condições das parcelas 1 e 2 e que os indivíduos das parcelas 1 e 2 apresentaram elevadas taxas de sobrevivência, é possível que o tempo de submersão esteja influenciando na sobrevivência das plântulas.

Além disso, é possível que, devido ao fato de estar em um nível de terreno mais baixo, de menor granulometria e, portanto, com menor energia, o tempo necessário para a remoção e/ou degradação natural dos contaminantes do sedimento seja maior na área 3 do que nas outras duas áreas.

Talvez, esses sejam os motivos que prejudicaram a sobrevivência e desenvolvimento normal dos propágulos e plântulas das parcelas 3 e 3B. Infelizmente, devido a problemas laboratoriais, não foi possível realizar as análises químicas das amostras de sedimento provenientes das parcelas 1, 2 e 3, comprovando ou não a hipótese de que a alta taxa de mortalidade encontrada nas parcelas 3 e 3B foi causada pela maior exposição destas a contaminantes.

Os resultados obtidos mostraram poucas diferenças entre o crescimento e taxa de sobrevivência das plântulas e propágulos nas parcelas 1 e 2. Assim como nesse estudo, Goforth & Thomas (1979) encontraram valores próximos de sobrevivência entre as plântulas e os propágulos.

As plântulas transplantadas sofreram uma redução no número de folhas nos dois primeiros meses pós-transplante. As parcelas 1 e 2 só atingiram o número inicial de

folhas após o quarto mês do transplante e a parcela 3, entre o sexto e oitavo mês. Os propágulos começaram a liberar as primeiras folhas no segundo mês pós-plantio, sendo que no quarto mês os propágulos apresentavam um par de folhas ou mais, em média. Banus & Kolemmainen (1975) encontraram que os propágulos formavam o primeiro par de folhas entre 40 a 50 dias.

Como a redução do número de folhas só ocorreu nos indivíduos transplantados, as plântulas-controle tiveram desde o início do experimento um aumento contínuo no número de folhas, infere-se que a diminuição no número de folhas ocorrida nas parcelas 1, 2 e 3 deve-se ao estress sofrido pelo transplante. Hamilton & Snedaker (1984) observaram que até 36 dias após o transplante os indivíduos de *L. racemosa* e *R. mangle* perderam folhas.

As plântulas e propágulos da parcela 3 sempre tiveram um número médio de folhas bastante inferior ao dos outros grupos. Inicialmente o número de folhas das plântulas-controle era superior ao das parcelas 1 e 2, sendo que esta diferença foi diminuindo no decorrer do primeiro ano do monitoramento. Após o primeiro ano, o número médio de folhas dos indivíduos das parcelas 1 e 2 aumentaram muito em relação ao controle sendo que no final do monitoramento (986 dias), os indivíduos das parcelas 1 e 2 possuíam 1,7 e 2,0 vezes mais folhas que os do controle. Rabinowitz (1978) infere que a ausência de luz é um fator bastante crítico no crescimento e desenvolvimento das plântulas de *Rhizophora mangle*.

Qureshi (1990) observou que nove meses após o plantio de *Rhizophora mucronata* em viveiros, elas apresentavam número médio de folhas igual a $9,18 \pm 0,24$ e crescimento líquido em altura igual a $35,19 \pm 1,31$ cm. E entre aquelas plantadas diretamente no Delta do Rio Indus, aos 4 meses o número médio de folhas por planta foi $4,77 \pm 0,20$ e o incremento em altura foi $15,24 \pm 0,79$ cm e aos 10 meses foi , respectivamente, $10,27 \pm 1,29$ e $25,63 \pm 1,97$ cm para o local que apresentou os melhores resultados. Na ilha Port Mohmad Bin Quasin, no delta do Rio Indus, Paquistão, onde a salinidade é de 38, o número de folhas foi igual a $22,40 \pm 2,82$ e $31,38 \pm 4,81$ e o incremento líquido igual a $49,91 \pm 2,58$ cm e $60,08 \pm 3,61$ para plantas de dois anos e três meses e cinco anos, respectivamente.

Jiménez & Lugo (1985) dividiram o processo de desenvolvimento dos bosques em quatro fases: colonização, desenvolvimento, maturidade e senescência. A colonização depende do aporte, da taxa de enraizamento, da taxa de mortalidade dos propágulos e do grau de exposição dos bosques. Assim sendo, pode-se considerar que as

parcelas 1, 2 e 3 enquadram-se na fase de colonização onde a chegada dos propágulos foi acelerada pelo homem e, que o bosque onde encontravam-se as plântulas-controle está pelo menos na segunda fase de desenvolvimento, quando a competição por espaço e luz é grande entre os indivíduos.

O comportamento do número médio de gemas e ramificações apresentou-se semelhante aos outros parâmetros monitorados, sendo que o número médio do controle foi superior ao das transplantadas até 10 meses do início do experimento. No final do monitoramento, o número médio de gemas e ramificações tanto para as plântulas transplantadas como para os propágulos foi de 1,29 a 2,0 vezes superiores aos do controle. Avaliando-se conjuntamente os parâmetros observados, conclui-se que o número de folhas, gemas e ramificações laterais são melhores indicadores de crescimento que a altura sozinha, porém a coleta dessas informações torna-se bastante tediosa e demorada com o amadurecimento das plantas, fato que também foi referido por Goforth & Thomas (1979).

A fixação, sobrevivência e desenvolvimento dos indivíduos *R. mangle* nas parcelas 1 e 2 acabaram facilitando a fixação e desenvolvimento de outros propágulos, tanto de *R. mangle* como de outras espécies. Esse efeito também foi mencionado por Mac Nae, 1968 apud Lewis III (1982) e Lewis & Dunstan (1975) apud Lewis III (1982) para outras espécies de mangue.

Comparando-se as parcelas 1, 2 e controle com relação ao crescimento médio diário nas diferentes estações estudadas, os maiores resultados foram obtidos no verão de 94 para as plântulas e primavera de 93 para os propágulos e plântulas-controle, enquanto que o maior acréscimo no número de folhas ocorreu no verão de 1995 para todos os grupos. Gill & Tomlinson (1971) afirmaram que para *R. mangle*, a taxa de expansão foliar e queda de folhas é máxima no verão, quando os níveis de temperatura e radiação estão mais altos. Bohorquez & Prada (1986) encontraram que o incremento máximo de folhas e comprimento para plântulas de *R. mangle* transplantadas na Colombia foi quando iniciou o período das chuvas. Experimentos realizados por Qureshi (1990) mostraram que o crescimento líquido em altura, número de folhas por planta, área foliar por folha e por planta e diâmetro do tronco foi proporcional ao tamanho dos propágulo para *R. mucronata*.

Ao longo do experimento (32 meses), os parâmetros monitorados foram ligeiramente superiores na parcela 2 em comparação à parcela 1, sendo que no final do monitoramento a taxa de sobrevivência das plântulas transplantadas e dos propágulos

plantadas foi, respectivamente, 7 e 16% superior na parcela 2. As diferenças nos resultados indicam que o sedimento mais argiloso da parcela 2 pode ser mais adequado para o desenvolvimento e sobrevivência de *R. mangle* que o sedimento mais arenoso da parcela 1.

ETAPA II

Testes de plantio utilizando-se

Laguncularia racemosa

VI.2 - MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados no mês de março de 1995, propágulos de *L. racemosa* que se encontravam flutuando nas margens do Rio Capivari Grande próximo as parcelas 1 e 2. Estes propágulos foram plantados diretamente no sedimento do mangue em Cubatão e em vasos, alguns dias após a coleta .

Em campo plantou-se quatro fileiras de propágulos com 25 covas cada, duas fileiras próximas à parcela 1 e duas próximas à parcela 2, com espaçamento de 1 m entre fileiras e 0,5 m entre covas (Figs. 28a e 28b). Em cada cova foram plantados três propágulos totalizando 300 propágulos, sendo que cada propágulo foi enterrado a, aproximadamente, 2 cm de profundidade.

O plantio em vasos foi realizado nas instalações da CETESB em São Paulo, com um total de 105 vasos. Os vasos utilizados possuíam cerca de 7cm de altura, diâmetro inferior e superior igual a 7,5 cm e 10,5 cm, respectivamente, e capacidade volumétrica aproximadamente igual a 300 ml. Devido às dimensões dos vasos considerou-se conveniente plantar três propágulos em cada vaso (Fig. 29a). Os vasos continham sedimento de mangue proveniente das proximidades das parcelas 1 e 2, como também de uma área de manguezal em Itanhaém.

Em 27 de junho de 1995 os propágulos foram plantados em duas fileiras próximas à parcela 1 (Fig. 29b), quando possuíam em média 5,3 cm de altura e dois pares de folhas. O monitoramento, em campo, foi feito em fevereiro, março, abril e junho de 1996, fevereiro e agosto de 1997.

VII.2 - RESULTADOS

Apenas 22 propágulos de *L. racemosa* plantados em março nos vasos sobreviveram (7%), enquanto que a taxa de sobrevivência dos propágulos plantados diretamente no manguezal foi igual a zero.

Em junho os 22 indivíduos de *L. racemosa* foram transplantados para o campo, nessa época eles já não apresentavam mais crescimento nos vasos. O monitoramento destas plantas mostrou uma taxa de sobrevivência igual a 86,4% (Fig. 30b) e altura média igual a 119,5 cm após 25 meses (Fig. 30a). Ou seja, no período de estudo (25 meses), os indivíduos de *L. racemosa* aumentaram o seu comprimento em 23,4 vezes (Figs. 31a e 31b).

VIII.2 – DISCUSSÃO

Plantações de *L. racemosa* em Cuba com 15 anos apresentavam altura média igual a 8,7m (Pádrón, 1997). Entre os 1110 propágulos de *L. racemosa* plantados em vasos no Paquistão por Qureshi (1990) apenas 4% germinaram, enquanto que essas taxas foram superiores a 90% para as outras espécies utilizadas (*Rhizophora mucronata*, *Avicennia marina*, *A. corniculatum*, *Ceriops tagal*). Lewis & Haines (1980) relatam que apenas 1 a 2% dos 32 mil propágulos de *Avicennia germinans* plantados diretamente no sedimento de manguezais nas Ilhas Virgens sobreviveram.

Na Índia, Untawale (1997) comparou a taxa de sobrevivência para *Rhizophora mucronata* e *Avicennia officinalis* utilizando diferentes métodos de plantio. As maiores taxas para *A. officinalis* e *R. mucronata*, superiores a 80%, foram obtidas com o transplante de indivíduos de um ano de idade que haviam sido cultivadas em sacos de polietileno. E as menores taxas foram obtidas com o “siembra al voleo” (20 a 30%) para *A. officinalis* e com o transplante de indivíduos com um ano de idade para *R. mucronata* (20 a 25%). Os valores de altura para *R. mucronata* foram iguais a 0,7 m no primeiro ano; 1,5 m no segundo ano; 2,0 m no quarto ano e um pouco acima de 4,0 m no décimo ano. A altura média de *R. mucronata* sempre foi superior à de *A. officinalis* durante os dez anos monitorados.

Stevely & Rabinowitz (1982) aconselharam que os propágulos de mangue preto (*Avicennia germinans*) não devem ser completamente enterrados; podem ser

molhados com água doce e a adição de fertilizantes é necessária se as plantas forem mantidas em vasos por mais de seis meses. Siddiqi *et al.* (1993) estudaram diferentes técnicas para obter as melhores taxas de sobrevivência e qual o período de manutenção mais adequado para 17 espécies de mangue, entre essas *Avicennia officinalis*, *A. alba*, *A. marina* e *Rhizophora mucronata*.

A baixa taxa de sobrevivência na estufa pode ser devida à vários fatores: 1) condições inadequadas da estufa; 2) utilizou-se apenas sedimento de mangue; 3) foram plantados indistintamente propágulos com e sem radícula emergente; e, 4) posição dos propágulos (sobre ou sob o sedimento), no caso do plantio em vasos. Provavelmente esses foram os principais motivos da baixa taxa de sobrevivência dos propágulos. No entanto, esses experimentos foram preliminares e deveriam ser repetidos em anos subsequentes, procurando as melhores taxas de germinação e sobrevivência para posterior transplante em campo.

Quanto à mortalidade dos propágulos plantados diretamente no manguezal, além do problema do próprio tamanho em relação à hidrodinâmica local, não temos qualquer outra hipótese que explique o insucesso até o presente.

A etapa I, que envolveu experimentos com plantio de propágulos e transplante de plântulas de *R. mangle*, resultou em comprimentos médios de 78,7 cm e 85,4 cm, após 748 dias, significando incrementos de comprimento da ordem de 4,9 e 2,0 na área 1. Apesar de *R. mangle* ser mais comumente utilizada em projetos de revegetação de manguezais, *L. racemosa* apresentou, nas condições estudadas, maiores taxas de crescimento.

Ressalta-se que para *L. racemosa* o plantio direto dos propágulos no campo não se mostrou adequado, sendo que os melhores resultados foram obtidos com o plantio em vasos, com o posterior transplante das plântulas para o local desejado. Além disso, a utilização de *L. racemosa* em programas de revegetação seria bastante aconselhável pois o transplante de mudas apresentou altas taxas de sobrevivência e crescimento. Deve-se, no entanto, dar continuidade às pesquisas visando definir quais as condições ideais para o desenvolvimento dos propágulos, capazes de aumentar as taxas de sobrevivência.

ETAPA III

**Relato de um estudo de caso envolvendo a
comunidade de pescadores na recuperação
de um manguezal**

VI.3 - MATERIAL E MÉTODOS

VI.3.1 - Seleção do local e do estágio de desenvolvimento das mudas

De acordo com os resultados da etapa I foram selecionadas 4 áreas de manguezal degradado com pouca regeneração natural, localizadas próximas às parcelas 1 e 2, que indicavam maior probabilidade de sucesso para um novo plantio (Fig. 32). Embasados nos resultados obtidos com os experimentos realizados com *R. mangle*, optou-se por propágulos de *R. mangle* para esse novo plantio.

VI.3.2. Delimitação das áreas de plantio

Cada área (20 m x 50 m) foi delimitada por estacas, bambus e barbante. Após a delimitação todos os indivíduos presentes foram marcados, identificados e tiveram as respectivas alturas medidas, sendo que as áreas foram denominadas de A, B, C e D.

Na área A, antes do experimento, havia 31 indivíduos, sendo 51,6% de *L. racemosa* com altura média igual a 60,0 cm; 22,6% de *R. mangle* com altura média igual a 73,6 cm e 25,8% de *A. schaueriana* com altura média de 59,1 cm (Tab. XXI).

Quando a área B foi delimitada em maio de 1995, existiam 37 plantas sendo 48,6% de *L. racemosa*; 37,8% de *A. schaueriana* e 13,5% de *R. mangle*. Esses grupos possuíam alturas médias iguais a 61,5 cm; 36,9 cm e 92,2 cm, respectivamente (Tab. XXII).

Por ocasião da delimitação da área C, existiam 29 plântulas sendo 55,2% de *L. racemosa*; 37,9% de *A. schaueriana* e 6,9% de *R. mangle* com alturas médias de 74,9 cm; 38,3 cm e 50,0 cm, respectivamente (Tab. XXIII).

Na área D, existiam 37 indivíduos sendo que 86,5% eram de *L. racemosa*; 8,1% de *A. schaueriana* e 5,4% de *R. mangle*. Praticamente a metade dessas plantas encontrava-se inclinada, com algumas até deitadas, geralmente em direção à vazante, com as raízes expostas. Por esta razão não incluímos a biometria das plantas desta área (Tab. XXIV).

VI.3.3 - Coleta de propágulos de *R. mangle*

Após contatos com pescadores residentes na Vila dos Pescadores em Cubatão que utilizam essas áreas para subsistência, foi acertado que eles realizariam a coleta dos propágulos de *R. mangle*. Esta idéia teve melhor aceitação entre as crianças, filhos dos pescadores, que coletaram cerca de 5800 propágulos de *R. mangle* em aproximadamente duas semanas. Os propágulos foram armazenados em caixas de isopor e, periodicamente, imersos pelas crianças nas águas do Rio Casqueiro, de frente à Vila dos Pescadores. Nas caixas havia jornal para manutenção da umidade.

Como a coleta foi realizada de maneira aleatória pelas crianças, não foi levado em consideração se os propágulos estavam flutuando ou não e por quanto tempo, fator que influencia a viabilidade dos mesmos.

VI.3.4 - Plantio dos propágulos pelas crianças

No dia 19 de maio de 1995 houve a contagem e seleção dos propágulos, eliminando-se os que se apresentavam quebrados, comidos (herbivoria), ou danificados de alguma forma (Fig. 33a).

Paralelamente a essa atividade, as crianças foram levadas até as áreas selecionadas (A, B, C e D) e instruídas sobre como deveria ser realizado o plantio.

Nesse dia, durante a noite, passamos um vídeo para as crianças “O Mundo dos Manguezais”, sendo explicada a importância e o significado das ações que iriam realizar no dia seguinte.

O plantio nas quatro áreas foi efetivado no dia 20 de maio, com maré vazante, em aproximadamente 2 horas (Fig. 33b). Além dos barcos da equipe da CETESB e de convidados, foram utilizadas sete canoas dos próprios pescadores da Vila dos Pescadores. Os ocupantes das canoas, em geral um adulto e duas crianças, efetivamente, realizaram o plantio. O planejamento inicial é que se realizasse o plantio de cerca de 1000 propágulos em cada área de 1000m².

VI.3.5 - Monitoramento do plantio das crianças

No dia 30 de maio de 1995 (10 dias após o plantio) foram colocados marcadores de madeiras em cada uma das extremidades das áreas de estudo com

diferenciação de cores (rosa para área A, amarela para B, branca para C e vermelha para D) para que fosse possível a visualização e a delimitação das respectivas áreas em um sobrevôo de helicóptero realizado no dia seguinte. O sobrevôo tinha como finalidade fotografar as áreas de plantio.

Após o plantio, cada área de 20 m x 50 m foi subdividida em 10 subáreas de 10 m x 10 m, com exceção da área D, que foi dividida em 8, com a finalidade de facilitar as futuras contagens. As contagens dos propágulos plantados foram realizadas nos meses de junho, julho e setembro para as áreas A e B, e nos meses de julho e setembro para as áreas C e D. Devido ao sedimento extremamente lodoso era praticamente impossível o deslocamento na área D, tornando os trabalhos de delimitação da área, subdivisão e monitoramento extremamente difíceis e até arriscados.

Em 1996 realizou-se novamente a identificação e registro de altura de todas as plantas presentes nas áreas A, B, C e D. Esse procedimento foi realizado no mês de março para as áreas A e B, abril para a área C e maio para a área D.

VII.3 - RESULTADOS

VII.3.1 - Área A

O primeiro monitoramento com a contagem de 1221 propágulos recém-plantados de *R. mangle* foi realizado em 27 de junho de 1995. O segundo e o terceiro monitoramentos foram realizados, respectivamente, em 26 de julho e 11 de setembro de 1995, constatando-se a presença de 1192 e 70 propágulos, respectivamente. Registrou-se uma drástica redução do número de indivíduos plantados em um período inferior a dois meses (Tab. XXV).

Aos 19 de março de 1996 foi realizado novo monitoramento da área A, medindo-se as alturas e identificando todas as plantas presentes. Observou-se que das 16 plantas de *L. racemosa* inicialmente presentes, restavam 14 com altura média igual a 99,1 cm, ou seja, registrou-se crescimento médio igual a 39,1 cm no período de 10 meses. Para *R. mangle* e *A. schaueriana* existentes em maio de 95, todas sobreviveram até março de 1996, apresentando crescimento médio de, respectivamente, 14,0 cm e 39,8 cm. Nesse período ocorreu a fixação “espontânea” de 16 plantas de *L. racemosa*, 6

de *R. mangle* e apenas 1 de *A. schaueriana* que, em março de 1996, apresentavam alturas médias, respectivamente, de 62,4 cm; 43,5 cm e 123,0 cm (Tab. XXI).

VII.3.2 - Área B

O primeiro monitoramento e contagem de propágulos de *R. mangle* após o plantio com os pescadores foi realizado aos 27 de junho quando constatou-se a presença de 880 propágulos. No segundo e terceiro monitoramentos, realizados em 27 de julho e 13 de setembro, foram contabilizados, respectivamente, 828 e 45 propágulos. A figura 34a mostra a situação da parcela B em julho de 1995 quando muitos propágulos já haviam produzido o primeiro par de folhas. As manchas verdes que se observou no sedimento eram algas bentônicas que foram identificadas como *Enteromorpha* sp e *Rhizoclonium riparium*, segundo nomenclatura de Wynne (1986).

Como na área A, observou-se uma drástica redução nos propágulos plantados entre o 2^o e 3^o monitoramento (Tab. XXV).

Aos 19 de março de 1996, realizou-se novo monitoramento com a identificação e medição da altura de todas as espécies presentes. Todas as plantas de *L. racemosa* e *R. mangle* inicialmente presente sobreviveram, registrando crescimentos médios iguais a 31,6 e 13,6 cm após onze meses, respectivamente. Das 14 plantas de *A. schaueriana* existentes previamente, 8 estavam presentes no dia 19 de março, apresentando crescimento médio de 29,4 cm (Tab. XXII).

Na parcela B, ocorreu fixação espontânea de 9 plantas de *L. racemosa*, 8 de *A. schaueriana* e 8 de *R. mangle*, sendo que as alturas médias em março de 1996 foram de 67,1 cm; 46,3 cm e 55,1 cm, respectivamente (Tab. XXII).

VII.3.3 - Área C

Após o plantio com os pescadores, a contagem de propágulos de *R. mangle* nessa parcela apresentou os valores de 1127 em 27 de julho e 21 aos 13 de setembro (Tab. XXV). Como nas parcelas A e B, ocorreu uma drástica redução na quantidade de propágulos entre os períodos supracitados.

Em 2 de abril de 1996, realizou-se novo monitoramento com a identificação e registro das alturas de todas as plântulas presentes. Observou-se que nessa data restavam apenas dez plantas de *L. racemosa* com altura média de 99,7 cm, uma de *A.*

schaueriana com 41,0 cm e nenhuma de *R. mangle*. Simultaneamente à perda de 62,1% das plantas existentes, ocorreu fixação espontânea de quatro plantas de *L. racemosa*, com altura média igual a 73,3 cm, três de *R. mangle* com altura média igual a 50,7 cm e uma de *A. schaueriana* com 39,0 cm (Tab. XXIII).

VII.3.4 - Área D

A contagem de propágulos de *R. mangle* após o plantio com os pescadores foi realizada em 27 de julho e aos 13 de setembro de 1995, quando observou-se apenas 610 propágulos no mês de julho (Tab. XXV).

Aos 4 de maio de 1996, foi realizado novo monitoramento, constatando-se a presença de apenas cinco plantas de *L. racemosa* sendo que todas estavam deitadas e uma única de *R. mangle* (Tab. XXIV). No período de estudo não ocorreu nenhuma fixação espontânea na área D.

VII.3.5 - Comparação entre as áreas A, B, C e D

Como observa-se na figura 32, a área A encontra-se bastante próxima à parcela 1; a área B, na curva do rio, está em uma posição intermediária entre as parcelas 1 e 2; enquanto que a área C está próxima a parcela 2; e, a área D encontra-se também à direita, porém bem mais distante da parcela 2. As imagens da figura 32 foram registradas durante o sobrevôo de helicóptero no dia 31 de maio.

As análises granulométricas mostraram que a parcela 1 contém maior quantidade de areia que a parcela 2 (Tab. VIII). As diferenças na granulometria dos sedimentos são facilmente perceptíveis nas diferentes áreas de plantio. A área A possui sedimento mais arenoso bastante próximo ao da parcela 1, a área B possui sedimento intermediário entre a parcela 1 e 2, a área C sedimento mais argiloso muito similar ao da parcela 2 e a área D apresenta o sedimento menos consolidado, com maior quantidade de siltes e argilas, quando comparado às demais áreas de estudo.

Apesar de inicialmente, na época da delimitação dessas áreas, existirem 31 indivíduos na área A, 37 na área B, 29 na área C e 37 na área D, observou-se que as taxas de sobrevivência desses indivíduos foram de 93,5% para a área A; 83,8 % para a área B; 34,5% para a área C e 18,9% para a área D. Assim como a taxa de

sobrevivência, ao se analisar a fixação espontânea notamos que essa também foi mais reduzida nas áreas C e D.

Com relação ao plantio com os pescadores, os resultados obtidos foram similares nas 4 áreas, com o desaparecimento quase total dos propágulos no período entre 27 de julho e 13 de setembro de 1995. Até 27 de julho os propágulos pareciam saudáveis e começavam a liberar os primeiros pares de folhas (Fig. 34a). Os propágulos remanescentes praticamente desapareceram após o mês de julho, podendo a taxa de sobrevivência ser considerada igual à zero nas quatro áreas de estudo. Muitos propágulos foram encontrados ainda em setembro e nos meses subsequentes, porém com a base podre e cortada na altura das raízes (Fig. 34b).

VIII.3 - Discussão

A literatura mostra que o plantio de *R. mangle* é realizado logo após a coleta dos propágulos, pois ao serem armazenados precisam de condições adequadas de estocagem (Hamilton & Snedaker, 1984). Qureshi (1990) armazenou os propágulos de *Rhizophora mucronata*, *Ceriops tagal* e *Avicennia marina* por, no máximo, três dias antes de usá-los em plantações experimentais no Paquistão, como as outras espécies utilizadas eram provenientes de Singapura, Malásia e Tailândia tiveram, consequentemente, maior tempo de armazenagem.

Sugere-se que alguns fatores tenham causado prejuízos vitais aos propágulos, particularmente na fase de armazenamento antes do plantio: 1) as crianças lavavam diariamente os propágulos no Rio Casqueiro à frente da Vila dos Pescadores e, posteriormente, guardavam-nos em caixas de isopor; 2) essas caixas ficavam em um quintal, as vezes sob a influência direta do sol, e foram mantidos dessa maneira por aproximadamente 15 dias; 3) as águas do Rio Casqueiro recebem a descarga direta do esgoto doméstico da Vila dos Pescadores e, que existe influência de esgoto doméstico e industrial dos rios a montante; 4) que os propágulos estavam em posição horizontal nas caixas; 5) a existência de certa quantidade de água do rio no fundo das caixas, além da ação direta do sol sobre os propágulos. No fim de julho observou-se que cerca de um terço dos propágulos já havia produzido o primeiro par de folhas. Os propágulos com cerca de dois meses pós-plantio ainda utilizavam-se de suas próprias reservas e começavam a formar as suas próprias folhas. Supõe-se que tenham morrido quando as

reservas se esgotaram por não poderem absorver nutrientes do sedimento, o que ocorreu a partir do terceiro mês pós-plantio.

McKee (1995) constatou que entre os propágulos de *Rhizophora* que morreram em bosques de Belize, 40% foi devido a dificuldades na fixação, 17% à predação, 17% à dessecação e 26% por causas desconhecidas.

Após essa primeira experiência de plantio com a comunidade local, com resultados insatisfatórios, a comunidade por si só, realizou nos últimos três anos mais de dez plantios (Figs. 35a, 35b e 35c). A recuperação desses dados foi obtida através de comunicação verbal com o líder da comunidade bem como de registros fotográficos. Segundo o Sr. José Tobias Barros foram plantados aproximadamente 50.000 indivíduos, entre propágulos de *R. mangle* e pequenas mudas de *L. racemosa* e *A. schaueriana*, sendo que sobreviveram cerca de 3000 indivíduos. As figuras 36a, 36b e 36c mostram a parcela 1 e arredores em novembro de 1998, cinco anos e seis meses após o início do experimento, observa-se grande quantidade de plantas adultas ao redor da parcela. Algumas dessas foram plantadas, outras fixaram-se espontaneamente de maneira que pode-se considerar que à época da foto, as áreas entre as parcelas 1, 2, A, B e C (Figs. 36a, 36b e 36c) encontravam-se revegetadas.

Assim, concluímos que apesar da taxa de sobrevivência de propágulos plantados em 20 de maio de 1995 ter sido muito baixa, essa atividade foi suficiente para motivar a comunidade a realizar outros plantios. Os experimentos deram resultados positivos não apenas no experimento em si, mas na mudança de comportamento da comunidade local que parece ter entendido a importância de se recuperar os manguezais para aumentar a produção de peixes, crustáceos e moluscos e que os principais beneficiados com essa recuperação é a própria comunidade.

IX - Discussão Final e Diretrizes para Recuperação de Manguezais Degradados

Inicia-se esse último capítulo com a exposição em forma de organograma (Fig. 37) de um plano de ação para recuperação de manguezais degradados. Esse organograma, fruto da experiência proveniente do trabalho realizado em Cubatão, pretende padronizar algumas etapas a serem seguidas em outras regiões.

A primeira fase é a escolha da área a ser recuperada (área-alvo), conjuntamente com o levantamento histórico da região e as possíveis causas que levaram à degradação. Os trabalhos anteriores realizados no local de estudo ou próximo, podem fornecer subsídios valiosos na definição das metas a serem atingidas e a metodologia a ser adotada.

A identificação de áreas de manguezal não degradadas próximas à área de estudo é de grande importância pois essas poderão atuar como fontes de propágulos ou de mudas na realização do plantio .

Características da área-berçário como altura da maré, granulometria e espécie dominante são fundamentais pois é recomendável que haja semelhanças entre esta e a área-alvo. Com relação à espécie a ser plantada, se não houve alterações físicas (granulometria, circulação, etc) é recomendável que o plantio seja da espécie que dominava o local antes da degradação. Caso essa informação não seja disponível deve-se procurar saber qual(is) são as espécies dominantes nos locais próximos.

A fonte dos propágulos ou mudas (área-berçário) deve ser de áreas preservadas, a mais próxima possível da área-alvo.

É importante que o plantio seja realizado nas condições mais controladas possíveis, permitindo que o monitoramento forneça informações sobre as taxas de sobrevivência e de desenvolvimento estrutural dos jovens (por exemplo, medidas de altura, número de folhas, raízes, gemas, ramificações). Sugere-se que o período de monitoramento não seja inferior a um ano, com frequência de amostragem mensal nos três primeiros meses e, posteriormente, trimestral. Em nosso trabalho, o período de monitoramento foi superior a três anos mas, os resultados das parcelas experimentais já estavam praticamente definidos após o primeiro ano. A continuidade do monitoramento objetivou, principalmente, levantar dados sobre crescimento e desenvolvimento de *R. mangle* para a região, que ainda não existiam na literatura para o litoral brasileiro.

Lewis III (1990b) recomenda que o tempo de monitoramento para sistemas pantanosos deve ser de dois anos e, para sistemas florestais, cinco anos. O período de monitoramento de três ou quatro anos após a criação de áreas úmidas seria adequado segundo Erwin (1990).

Dependendo da espécie devem ser utilizados diferentes estágios de desenvolvimento no plantio experimental. Para *R. mangle*, se a época da instalação da parcela experimental for no período de maior produção de propágulos (março, abril e maio para a Baixada Santista) é recomendável que seja realizado plantio de propágulos, pois de acordo com os resultados do presente estudo não há diferença significativa entre o crescimento e desenvolvimento de propágulos ou plântulas transplantadas. Isto é importante devido à maior facilidade de coleta, transporte e plantio dos propágulos.

No transplante de mudas é recomendável que retire-se a planta junto com o torrão que envolve as raízes, sendo que o diâmetro do torrão deve ser cerca da metade da altura da árvore (Pulver, 1976). O processo de retirada das mudas além de ser mais lento, provoca maior interferência no sedimento do manguezal e precisa de maior quantidade de mão-de-obra, o que vai acabar interferindo nos custos finais do projeto. Se o plantio precisar ser realizado em uma época de pouca disponibilidade de propágulos pode-se, então optar pelo transplante de jovens de pequeno porte. Alguns experimentos estão sendo conduzidos por outros autores para determinar o tempo máximo e as condições ideais de armazenamento de propágulos (Eysink *et al.* 1998a, b).

Para *Laguncularia racemosa*, conforme os resultados obtidos, o melhor procedimento é o plantio dos propágulos em vasos e posterior transplante das mudas para o campo. Infere-se que devido às dimensões dos propágulos de *Avicennia schaueriana*, o procedimento a ser adotado com essa espécie deve ser semelhante ao de *L. racemosa*. Um outro procedimento, seria a retirada de indivíduos de *L. racemosa* e *A. schaueriana* e o respectivo transplante para a área-alvo, no menor intervalo de tempo possível. Esse procedimento também teria os mesmos problemas daqueles já mencionados por *R. mangle*.

Com relação ao possível impacto da retirada de jovens de uma comunidade considerando-se que esses já ultrapassaram os processos de fixação no sedimento e desenvolvimento inicial, Pulver (1976) salienta que para os indivíduos com 1,0 m atingirem 1,8 m provavelmente 50% deles morrem por causa da competição. Então a remoção de 50% dos indivíduos jovens de uma determinada área não a prejudicaria se fossem tomadas medidas para proteger os que ficam.

O sucesso ou não do plantio experimental deve ser avaliado com base nos resultados do monitoramento e pode ser definido conforme as sugestões de Lewis (1990b): a taxa de sobrevivência não deve ser o único critério de sucesso, outras informações como porcentagem de cobertura, área foliar e densidade dos troncos fornecem boas indicações se o sistema está saudável ou não e se as plantas apresentam um bom desenvolvimento estrutural (altura e cobertura). Com relação à fauna, não há evidências nem experimentos controlados para saber se a introdução de fauna pode acelerar os processos de colonização (Lewis III, 1990a).

Nas áreas-alvo, onde os resultados se mostram satisfatórios para uma ou mais espécies, deve-se passar para a fase seguinte que consta de um novo plantio, agora em áreas maiores e, se possível, deve-se procurar o envolvimento da população seja no plantio, em ações de fiscalização ou em atividades que envolvam a educação ambiental. O instrumento da educação ambiental fará com que a população se torne um agente fundamental nas atividades de recuperação, fiscalização e preservação dos manguezais. O “exemplo Cubatão” realizado com os pescadores e crianças mostra a viabilidade da recuperação de manguezais e o interesse da população em participar desse tipo de atividade.

Nos últimos três anos, o CEACON “Centro de Estudos e Atividades de Conservação da Natureza” tem realizado um trabalho que visa a sensibilização ambiental de um grupo de crianças e adolescentes da Vila dos Pescadores (Poffo *et al.* 1998). Entre as diversas atividades realizadas destacam-se os dois mutirões de caça ao lixo, que foram sugeridos pelas próprias crianças, ocorrido em dias próximos ao do meio ambiente nos anos de 1998 e 1999. A quantidade de lixo retirada, mais que duas toneladas em ambos os anos, de certa forma é simbólica perto da existente na região e da presença do lixão do Alemoa, situado à frente da vila. Porém o envolvimento e a espontaneidade que as crianças e adultos envolvidos mostram ao realizar este trabalho, a conscientização progressiva de que o lixo não é um elemento natural da paisagem e a preocupação com o destino do lixo coletado indicam que essas atividades estão sendo válidas.

O problema do destino do lixo dos municípios que compõem a Região Metropolitana da Baixada Santista, assim como as condições precárias em que vivem os quase 20 mil moradores da Vila dos Pescadores, bairro onde só 20% da população possui serviços de saneamento básico (água e esgoto), estão sendo manchetes de jornais (Jornal A Tribuna, dias 20/04/99 e 03/05/99). Esperamos que esses problemas sejam

resolvidos visando a melhoria da qualidade de vida e do meio ambiente da região e em harmonia com o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro regularizado pela Lei nº 10.019 de 03/07/98. Essa lei tem por objetivo geral disciplinar e racionalizar a utilização de recursos naturais da Zona Costeira e como objetivos específicos: 1) compatibilização dos usos e atividades humanas com a garantia da qualidade ambiental; 2) controle do uso e ocupação do solo e da exploração dos recursos naturais em toda a zona costeira; 3) defesa e restauração de áreas significativas e representativas dos ecossistemas costeiros, bem como a recuperação e/ou reabilitação das que se encontram alteradas e/ou degradadas; 4) garantia de manutenção dos ecossistemas; 5) garantia de fixação e de desenvolvimento das populações locais, observando-se as limitações ambientais da região; e, 6) planejamento e gestão, de forma integrada, descentralizada e participativa, das atividades antrópicas na Zona Costeira (Bobbio, 1998). Os problemas referentes à Vila dos Pescadores e à péssima qualidade de água da região (efluentes industriais e residenciais) estão contemplados por essa lei, sendo que a regulamentação dos zoneamentos dos Setores Costeiros da Baixada Santista será decretada em novembro de 1999.

Soemodihardjo *et al.* (1997) salientam a importância do envolvimento dos habitantes locais nas atividades de restauração de manguezais, enquanto que Hong (1997), relata que a restauração de manguezais em Can Gio, Ho Chi Minh, foi feita principalmente por escolares. No Brasil destaca-se a experiência de Maragogipe, Bahia, onde foram plantados mais de 50.000 m² de manguezal pela comunidade durante atividades de educação ambiental (César, 1995).

A educação ambiental, entre outros objetivos, procura integrar e capacitar representantes da comunidade local a trabalhar junto e refletir sobre questões ambientais e culturais. A pesquisa ambiental participativa pressupõe o trabalho conjunto do(s) técnico(s) com a comunidade. Esse trabalho conjunto não precisa se limitar ao uso de técnicas convencionais ou daquelas sugeridas, mas deve investigar novas técnicas e cada agente (comunidade e técnico) deve suprir as falhas e deficiências do parceiro (Viezzer & Ovalles, 1995). A presença constante da comunidade no local e o seu conhecimento empírico do ambiente conjuntamente com a organização e análise crítica do pesquisador devem ser somados para implementar o trabalho.

Se os resultados do monitoramento do plantio experimental não forem favoráveis (baixa taxa de sobrevivência, pequeno desenvolvimento estrutural), deve-se então passar por uma fase de reflexão sobre os procedimentos envolvidos (forma de

coleta, armazenamento e plantio) e/ou efetuar ações práticas como a coleta de amostras de sedimento, água superficial e intersticial para análises físico-químicas auxiliando na compreensão do(s) motivo(s) provável(is) do insucesso. Levantadas as hipóteses, deve-se procurar eliminar ou minimizar as causas do fracasso, com a adequação de procedimentos que devem anteceder a um novo plantio experimental que, conseqüentemente, passará pelas etapas de monitoramento e avaliação.

As etapas de identificação das possíveis causas de insucesso, mitigação destes e novo plantio, são relevantes pois permitem um diagnóstico dos possíveis problemas e de suas respectivas soluções, quando viáveis, no plantio e na recuperação de manguezais. Assim, pode-se, concomitantemente elaborar um banco de dados sobre os principais problemas e soluções na recuperação de áreas degradadas de manguezais e, provavelmente, relacionar diferentes soluções para diferentes tipos de impactos, tais como desmatamento, contaminação por efluentes industriais, derramamentos de óleo, dragagens, alterações nos canais de navegação, etc.

O evento ocorrido em 1983, que levou ao rompimento de oleoduto da Petrobrás e ao vazamento de 2500 toneladas de óleo bruto atingindo extensas áreas de manguezal em Bertiooga, foi alvo de monitoramento que objetivava medir e avaliar os efeitos do óleo sobre o ecossistema. O monitoramento mostrou que a área passou por diferentes etapas pós-impacto, com as seguintes durações médias: 1) efeito inicial, um ano; 2) dano estrutural, dois anos e meio; 3) estabilização, cinco anos e meio; e, 4) recuperação, essa fase iniciou-se 9 anos após o derramamento (Lamparelli *et al.* 1994). De posse dessas informações, pode-se supor que prováveis esforços de recuperação realizados até três anos e meio após o derramamento nessa área seriam infrutíferos se não ocorressem paralelamente à mitigação do impacto, no caso presença de óleo no sedimento. Como a retirada do óleo do sedimento é praticamente inviável, deve-se esperar que ocorra a degradação natural do óleo até que a concentração no sedimento permita o desenvolvimento de novos indivíduos. O trabalho supra-citado indica que os esforços efetivos na recuperação dessas áreas com o plantio de propágulos, ou transplante de jovens, poderia ter algum sucesso após três anos e meio.

O período de tempo dessa primeira etapa varia dependendo da quantidade e tipo de óleo que atingiu o manguezal, tipo e ampliação das marés, tipo fisiográfico de bosque (franja, ribeirão ou bacia), granulometria do sedimento, condições climatológicas (temperatura, precipitação pluvial, irradiação diária). Esforços provavelmente com o plantio de propágulos, ou transplante de mudas, são efetivos em

bosques impactados por óleo, ou seja, são capazes de acelerar o processo de recuperação natural quando efetuados nas fases 3 ou 4 - estabilização ou recuperação.

Diversos autores (Burt & Yelle-Simmons, 1994; Garrity *et al.* 1994; Burns *et al.* 1994 e Levings & Nishimura, 1997) avaliaram os efeitos, de curto e longo prazos, da persistência, toxicidade e tipo de óleo no sedimento, estrutura e biota de manguezais causado por um grande derramamento de petróleo ($1,5 \times 10^7$ l) na costa caribenha do Panamá. Jacobi & Schaeffer-Novelli (1990) apresentaram um modelo conceitual para avaliar o tempo de residência em manguezais. Este modelo assume que a remoção do óleo está principalmente associada a exportação de partículas e, portanto, depende do fluxo de marés. Dessa maneira a área afetada pode ser dividida por seções paralelas com taxas de remoção aumentando em direção à linha da costa, considerando-se que o ambiente possua pequeno aporte de águas ribeirinhas e topografia regular (Jacobi & Schaeffer-Novelli, op. cit.).

Outros tipos de impacto, como a contaminação por metais, também podem influenciar negativamente os esforços de recuperação. Os teores elevados de matéria orgânica, baixa oxigenação e posição em relação ao nível das marés fazem com que os manguezais acumulem mais metais no sedimento que outros ecossistemas costeiros. O conteúdo de matéria orgânica parece ser o principal fator que controla o acúmulo de metais nesse sedimento; primeiro, por sua grande capacidade de adsorção quando comparada com a matéria inorgânica e, segundo, por manter o sedimento em estágio reduzido (Lacerda & Abrão, 1984). As áreas úmidas têm sido propostas como armazenadoras “sinks” naturais para metais pesados, os quais, uma vez imobilizados no sedimento, somente podem ser liberados por forte oxigenação e/ou absorvidos por vegetais e posteriormente liberados como detritos, apesar de que os sedimentos, predominantemente anaeróbicos e argilosos, atuam principalmente imobilizando e tornando indisponíveis os metais para o meio biótico (Harbison, 1986 e Peters *et al.*, 1997). Walsh *et al.* (1979) realizando testes com propágulos de *R. mangle* submetidos a diferentes concentrações de chumbo, cádmio e mercúrio observaram que apenas cádmio e mercúrio foram translocados para os propágulos. A sobrevivência dos propágulos foi afetada somente em concentrações de 500 ugHg/gsolo. Os sintomas de envenenamento por mercúrio foram perda de turgor, epinastia, abscisão foliar, clorose e escurecimento das folhas e hastes (Walsh *et al.*, op. cit.).

Apesar dos vários trabalhos desenvolvidos, ainda existe grande desconhecimento sobre as relações causa-efeito da contaminação por metais em árvores

de mangue. Algumas das adaptações fisiológicas dessas espécies para restringir a absorção do excesso de íons presentes nas condições salinas e redutoras dos solos de manguezais poderiam atuar como mecanismos de tolerância, reduzindo a absorção de metais pesados (Lacerda, 1993). Os manguezais toleram altos teores de metais devido às características físico-químicas do sedimento, protegendo as comunidades marinhas adjacentes. No entanto, os manguezais são extremamente sensíveis aos derramamentos de óleo e herbicidas (Peters *et al.* 1997).

É de grande importância que também se realize o monitoramento do segundo plantio, que foi realizado em áreas maiores e com envolvimento da comunidade local. Esse monitoramento, devido às dimensões do plantio, deve ser efetuado de uma forma simplificada: contagem de indivíduos, comparação temporal de fotos tiradas dos mesmos pontos e ângulos, porcentagem de cobertura vegetal a partir de fotos aéreas.

Pode-se considerar o trabalho como satisfatório e, conseqüentemente, a área como recuperada se o monitoramento do segundo plantio mostrar as seguintes características: 1) a ação antrópica visando a recuperação da área já foi efetuada; 2) a diferença entre o estado atual e o almejado deve-se apenas a fenômenos temporais (crescimento, complexidade estrutural, fixação natural de novas mudas, diversificação de espécies vegetais e animais); e/ou, 4) o envolvimento da população atingiu o estágio e organização em que eles, por iniciativa própria, possam dar continuidade ao projeto,

Nessa situação, a partir do interesse demonstrado pela agência ambiental financiadora e/ou órgãos de incentivo à pesquisa e/ou administração pública municipal/estadual/federal e/ou dentro da concepção do princípio poluidor-pagador e a recuperação do dano ambiental pelos próprios degradadores (Benjamin, 1993; Bellia, 1996), deve ser escolhida uma nova área de manguezais degradados e reiniciar todo o processo partindo da primeira fase.

X - CONCLUSÕES

As conclusões encontram-se agrupadas segundo as diferentes etapas de estudo.

A etapa I "Estudo da viabilidade de recuperação dos manguezais em Cubatão, SP" mostrou que:

- a) há possibilidade de recuperação dos manguezais degradados em Cubatão;
- b) a utilização ou não das estacas no caso das plântulas transplantadas não alterou os resultados nas áreas estudadas;
- c) as diferenças estatísticas no comprimento (cm) e número de folhas entre as plântulas transplantadas e os propágulos plantados tornam-se pequenas após 6 meses de estudo, em média;
- d) após 22 meses, não existiam diferenças estatisticamente significativas, com relação ao comprimento, entre as plântulas transplantadas da parcela 1, daquelas da 2 ou das plântulas-controle;
- e) com relação ao número de folhas as plântulas das parcelas 1 e 2 e do controle tornaram-se iguais após 10 meses de estudo sendo que os indivíduos transplantados superaram os do controle após 18 meses;
- f) com relação ao comprimento, os propágulos plantados nas parcelas 1 e 2 e as plântulas-controle podem ser considerados estatisticamente iguais após 25 meses.
- g) os propágulos das parcelas 1 e 2 e as plântulas-controle, com relação ao número de folhas, mostraram-se iguais entre 18 e 25 meses, sendo que os propágulos superaram as plântulas-controle após esse período;
- h) as diferenças observadas no comprimento médio e no número de folhas dos indivíduos presentes em sedimentos mais ou menos consolidados (parcelas 1 e 2) não foram, na maioria das amostragens, estatisticamente significativas;
- i) as taxas de sobrevivência encontradas na parcela 2 (mais argilosa) foram um pouco maiores do que as da parcela 1 (mais arenosa), podendo indicar que o sedimento argiloso é mais adequado para a fixação e desenvolvimento de *R. mangle*;
- j) a elevada taxa de mortalidade na parcela 3 não foi devido à forma de plantio;
- l) os efluentes provenientes do Canal de Esgoto não são os responsáveis pela alta mortalidade na parcela 3.

A etapa 2 " Teste de plantio utilizando-se *L. racemosa*" mostrou que o plantio direto dos propágulos não é adequado para *L. racemosa*. O melhor procedimento é um plantio intermediário em vasos ou sacos plásticos, com o posterior transplante das plântulas para o local desejado.

[AF1] Comentário:

Os indivíduos de *L. racemosa* transplantados para o campo apresentaram maiores taxas de sobrevivência e maior incremento em altura do que os de *R. mangle*.

A etapa 3 "Relato de um caso envolvendo a comunidade de pescadores em recuperação de manguezal" mostrou que o envolvimento da comunidade em projetos de preservação e recuperação ambiental, é viável e pode contribuir para o sucesso destes.

Essa etapa também indicou que quando os propágulos forem armazenados, situação relativamente comum quando se pretende realizar o plantio em áreas maiores, deve-se tomar cuidados especiais na sua manutenção.

XI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAÃO, G. R. 1998. Técnicas para a implantação de espécies nativas de manguezal em aterro hidráulico visando a recomposição de ecossistemas costeiros (Via expresso Sul – Ilha de Santa Catarina – Brasil). Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, 52p.
- ADAIME, R. R. 1985. Produção do bosque de mangue da Gamboa Nóbrega (Cananéia, 25^o - Brasil). 305p. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 305p.
- AKSORNKAE, S. 1997. Reforestacion de bosques de manglar en Tailandia: estudio de caso de la provincia de Pattani. In: Field, C., ed. La restauration de ecosistemas del manglar, OIMT & ISME. p.55-67.
- AKSORKOAE, S. ; N. PAPHAVASIT & G. WAHAYAKORN. 1993. Mangroves of Thailand: Present status of conservation, use and management. In: Clough, ed. The economic and environmental values of mangrove forests and their present state of conservation in the south-east Asia/Pacific Region. ISME. (Mangrove ecosystems technical reports, v.1) p.83-133.
- ALVES, M. M. ; E. IZIPETTO ; F. ZANNI ; PARDI, L. 1995. Guia de Praias. São Paulo, Ed. Abril. 209p.
- AUGUSTA, A. 1999. Solução para o lixo requer R\$450 milhões. Serra pede interdição dos lixões. Jornal a Tribuna, Santos. 20 abr. 1999. Caderno Local, p.B2.
- BALENSIEFER, M. & L. M. de A. MASCHIO. 1995. Recuperação de áreas degradadas no Brasil, enfoque sobre a pesquisa. In: WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS DEGRADADOS PELA MINERAÇÃO, Poços de Caldas, MG, 1993. Anais. p.19-24.
- BANUS, M. D.& S. E. KOLEHMAINEN. 1975. Floating, rooting and growth of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) seedlings effects on expansion of mangroves in southwestern Puerto Rico. In: Walsh, G. E. ; S. C. Snedaker & H. J. Teas, eds. Proceedings of the International Symposium on Biology and Management of Mangroves. Honolulu, Hawaii, October, 1974. v.1, p.370-384.
- BELLIA, V. 1996. Introdução a economia do meio ambiente. Brasília, IBAMA. 262p.
- BENJAMIN, A. H. V. 1993. O princípio poluidor - pagador e a recuperação do dano ambiental. In: Benjamin, A. H. V. ; A. P. Grinover ; A. Pasqualatto, coord. Dano ambiental: prevenção, reparação e repressão. São Paulo, Ed. Revista dos Tribunais. p.226-236.

- BERTANCINI, P. V. 1998. Biodegradação bacteriana de bifenilos policlorados (PCBs) na região do Estuário Santista – São Paulo. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto de Ciências Biomédicas, 87p.
- BOBBIO, P. V. 1998. Coletânea de Legislação e Jurisprudência. São Paulo, LEX. p. 1065-1073.
- BOHORQUEZ, C. A. & M. C. PRADA. 1986. Transplant of *Rhizophora mangle* en el Parque Nacional Corales del Rosario, Columbia. *Revta. Biol. Trop.*, 36:555-557.
- BOLDRINI, C. V. ; G. G. J. EYSINK ; M. C. MARTINS & M. C. LAMPARELLI. 1990. Contaminantes na bacia do rio Cubatão e seus reflexos na biota aquática : relatório técnico. São Paulo, CETESB. 81p.
- BONETTI, C. V. D. H. C. 1999. Aplicação de foraminíferos bentônicos na avaliação do grau de impactação de áreas costeiras confinadas. Baixada Santista: estudo de caso. Exame de Qualificação. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 71p.
- BRADSHAW, A. D. 1983. The reconstruction of ecosystems. *J. appl. Ecol.*, 20:1-17.
- BRADSHAW, A. D. 1987. The reclamation of derelict land and the ecology of ecosystems. In: Jordan III, W. R.; M. E. Gilpin & J. D. Aber, eds. *Restoration ecology: a synthetic approach to ecological research*. Cambridge, Cambridge University Press. p.53-74.
- BRAGA, E. DE S. ; J. BONETTI-FILHO & C. BONETTI. 1997. Eutrofication signals due to industrial wastes at Baixada Santista estuarine system. CONGRESSO LATINO AMERICANO SOBRE CIÊNCIAS DO MAR (COLACMAR), 7, Santos, 1997. *Anais*. p.106-107.
- BRANCO, S. M. 1984. O fenômeno Cubatão na visão do ecólogo. São Paulo, CETESB/ASCETESB. 112p.
- BRASIL. 1994. Tábuas das marés para 1995. Diretoria de Hidrografia e Navegação. - Rio de Janeiro : A Diretoria, 32^o ed. 196p.
- BRASIL. 1995. Tábuas das marés para 1996. Diretoria de Hidrografia e Navegação. - Rio de Janeiro : A Diretoria, 33^oed. 196p.
- BURNS, K. A. ; S. D. GARRITY ; D. JORISSEN ; J. MacPHERSON ; M. STOELTING ; J. TIERNEY & L. YELLE-SIMMONS 1994. The galeta oil spill. II. Unexpected persistence of oil trapped in mangrove sediments. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 38: 349-363.
- BURT, K. A. & L. YELLE-SIMMONS 1994. The galeta oil spill. IV. Relationship between sediment and organism hydrocarbon loads. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 38: 397-412.
- CAIRNS JR., J. 1988a. Restoration ecology: the new frontier. In: Cairns Jr., J., eds. *Rehabilitating Damaged Ecosystems*. Florida, CRC Press. p.1-12.

- CAIRNS JR., J. 1988b. Disturbed ecosystems as opportunities for research in restoration ecology. In: Jordan III ; M.E. Gilpin & J. D. Aber, eds. Restoration ecology: a synthetic approach to ecological research. Cambridge University Press. p.307-320.
- CAIRNS JR., J. 1995. Restoration ecology. In: Nierenberg, W. A., ed. Encyclopedia of environmental biology: vol.3 o-z, Index. San Diego, Academic Press. p.223-235.
- CAIRNS JR., J.; G. R. BEST ; P. L. BREZONIK ; S. R. CARPENTER ; G. D. COOKE ; D. L. HEY ; J. A. KUSLER ; C. L. SCHELSKE ; L. SHABMAN ; R. R. SHARITZ ; S. SOROOSHIAN ; R. E. SPARKS ; J. T. B. TRIPP ; D. E. WILLARD & J. B. ZEDLER. 1992. Restoration of aquatic ecosystem. Washington, National Academic Press. 552p.
- CARPANEZZI, A. A. ; L. G S. COSTA ; P. Y. KAGEYAMA & C. F. A. CASTRO. 1990. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: observação de laboratórios naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6. Anais. Campos do Jordão, SP, Sociedade Brasileira de Silvicultura. p.216-21.
- CENTENO, A. J. 1982. Curso de Estatística aplicada à Biologia. Goiânia, Editora UFG (coleção didática n^o3). 188p.
- CÉSAR, E. A. 1995. Lições tiradas da lama. Revista Nova Escola, ano 10, n^o87:44-46.
- CETESB. 1991a. Carta morfodinâmica da Serra do Mar na região de Cubatão-SP. São Paulo, CETESB. 31p.
- CETESB. 1991b. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo – 1990. Cetesb, São Paulo. 155p.
- CETESB. 1992. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo – 1991. Cetesb, São Paulo. 163p.
- CETESB. 1993. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo – 1992. Cetesb, São Paulo. 251p.
- CETESB. 1994. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo – 1993. Cetesb, São Paulo. 231p.
- CETESB. 1995. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo – 1994. Cetesb, São Paulo. 273p.
- CETESB. 1996. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo – 1995. Cetesb, São Paulo. 286p.
- CETESB. 1998. CETESB. 1996. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo – 1996. Cetesb, São Paulo. 286p.

- CHAN, H. T. 1997. Reforestacion de manglares en Malaysia Peninsular: estudio de caso en Matang. In: Field, C., ed. La restauracion de ecosistemas del manglar. OIMT & ISME. p. 68-80.
- CHAN, H. T. ; J. E. ONG ; W. K. GONG & A. SASEKUMAR. 1993. The socio-economic, ecological and environmental values of mangrove ecosystems in Malaysia and their present state of conservation. In: Clough, ed. The economic and environmental values of mangrove forests and their present state of conservation in the south-east Asia/Pacific Region. ISME. (Mangrove ecosystems technical reports, v. 1). p.41-81.
- CINTRÓN, G. & Y. SCHAEFFER-NOVELLI. 1981. Proposta para estudos dos recursos de marismas e manguezais. Rel. Int. Inst. Oceanogr., São Paulo, Universidade de São Paulo, (10):1-13.
- CINTRÓN, G. & Y. SCHAEFFER-NOVELLI. 1984. Methods for studying mangrove structure. In: Snedaker, S.C. & J. G. Snedaker, eds. The mangrove ecosystem: research methods. Paris, UNESCO, 1984. 251p. (UNESCO Monographs on Oceanographic Methodology).
- CINTRÓN-MOLERO, G. & Y. SCHAEFFER-NOVELLI. 1992. Ecology and management of new world mangroves. In: Seeliger, U., ed Coastal Plant Communities of Latin America. New York, Academic Press. p.233-258.
- CLARK, J. R. 1996. Coastal zone management handbook. Florida, CRC Press. 649p.
- COMELLI, F. A. M. ; A. C. E. PONTE & S. M. C. A. CLARO. 1994. Aspectos estruturais de um manguezal de Cubatão, SP, Brasil. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA : SUBSÍDIOS A UM GERENCIAMENTO AMBIENTAL, 3, 1993, Serra Negra, Anais. São Paulo : ACIESP, 1994. (1):97-103.
- D'AVANZO, C. 1990. Long term evaluation of wetland creation projects. In: Kusler, J. A. & M. E. Kentula, eds Wetland creation and restoration: the status of the science. Washington, Island Press. p.13-22.
- DUKE, N. 1997. Reforestacion de manglares en Panama: una evaluación de la plantación en áreas desforestadas por un gran derrame de petróleo. In: Field, C., ed. La restauracion de ecosistemas del manglar, OIMT & ISME. p.231-258.
- ERWIN, K. L. 1990. Wetland evaluation for restoration and creation. In: Kusler, J.A. & M. E. Kentula, eds Wetland creation and restoration: the status of the science. Washington, Island Press. p.429-458.
- EYSINK, G. G. J. ; S. BACILIERI ; M. C. SIQUEIRA ; M. P. S. L. BERNARDO ; L. S. SILVA ; D. SUMMA ; S. M. ACHKAR & N. D. VIGAR. 1998. Avaliação da manutenção da viabilidade de propágulos de *Rhizophora mangle* acondicionados em estufa, visando o seu uso na recuperação de manguezais degradados. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 4, Águas de Lindóia, 1998. Anais. V.1: p.38-47.

- EYSINK, G. G. J. ; M. P. S. L. BERNARDO ; L. S. SILVA; S. BACILIERI ; M. C. SIQUEIRA ; D. SUMMA ; N. D. VIGAR & S. M. ACHKAR. 1998. Replanteio de plântulas de *Laguncularia racemosa* visando o seu uso em programas de recuperação de manguezais degradados. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 4, Águas de Lindóia, 1998. Anais. v.1:p.48-55
- FIELD, C. 1997. Pautas generales para la restauracion de ecosistemas del manglar. In: Field, C., ed. La restauracion de ecosistemas del manglar, OIMT & ISME. p.258-278.
- GARBISCH, E. W. 1990. Information needs in the planning process for wetland creation and restoration. In: Kusler, J.A. & M. E. Kentula, eds. Wetland creation and restoration: the status of the science. Washington, Island Press. p. 423-428.
- GARRITY, S. D.; S. C. LEVINGS & K. A. BURNS. 1994. The galea oil spill. I. Long-term effects on the physical structure of the mangrove fringe. Estuar. coast. Shelf Sci., 38:327-338.
- GILL, A. M. & P. B. TOMLINSON. 1971. Studies on growth of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) 3. Phenology of the shoot. Biotropica, 3(2):109-124.
- GOFORTH JR., H. W. & J. R. THOMAS. 1979. Plantings of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) for stabilization of marl shorelines in the Florida Key. In: Cole, D. P., ed. Proceedings of conference on wetlands restoration and creation, 6, Flórida. Hillsborough Community College, 1979. p.207-230.
- HAMILTON, L. C. & C. S. SNEDAKER. 1984. Handbook for mangrove area management. Environmental and Policy Institute East-West Center; International Union for the Conservation of Nature Resources; UNESCO. 123p.
- HARBISON, P. 1986. Mangrove muds - a sink and a source for trace metals. Mar. Pollut. Bull., 17:246-250.
- HONG, P. N. 1997. Restauracion de ecosistemas de manglar en Vietnam. Estudio de caso del distrito de Can Gio, Ciudad Ho Chi Minh. In: Field, C., ed. La restauracion de ecosistemas del manglar, OIMT & ISME. p.81-104.
- JACOBI, C. M. & Y. SCHAEFFER-NOVELLI. 1990. Oil spills in mangroves: a conceptual model based on long-term field observations. Ecol. Model., 52:53-59.
- JIMÉNEZ, J. A. & A. E. LUGO. 1985. Tree mortality in mangrove forests. Biotropica, 17(3): 177-185.
- JORDAN III, W. R.; M. E. GILPIN & J. D. ABER. 1987. Restoration ecology: ecological restoration as a technique for basic research. In: Jordan III, W.R.; M. E. Gilpin & J. D. Aber, eds. Restoration ecology: a synthetic approach to ecological research, Cambridge, Cambridge University Press. p.3-22.

- JORDAN III, W. R. & S. PACKARD. 1989. Just a few oddball species: restoration practice and ecological theory. In: Buckley, G. P., ed. Biological habitat reconstruction. London, Belhaven Press. p.18-26.
- KALY, U. L. & G. P. JONES. 1998. Mangrove restoration: a potencial tool for coastal management in tropical developing countries. *Ambio*, 27(8):656-661.
- KOGO, M. & K. TSURUDA. 1997. Selecion de especies para la plantacion de manglares: estudio de caso de Ras al Khafji, Arábia Saudita. In: Field, C., ed. La restauration de ecosistemas del manglar, OIMT & ISME. p.218-230.
- KRUCYNSKI, W. L. 1990. Options to be considered in preparation and evaluation of mitigation plans. In: Kusler, J.A. & M. E. Kentula, eds. Wetland creation and restoration: the status of the science. Washington, Island Press. p.555-570.
- KUSLER, J. A. & M. E. KENTULA. 1990. Wetland creation and restoration: the status of the science. Washington, Island Press. 591p.
- LACERDA, L. D. 1993. Biogeoquímica de metais pesados em ecossistema de manguezal. Tese de professor titular. Universidade Federal Fluminense, 68p.
- LACERDA, L. D. & J. J. ABRÃO. 1984. Heavy metal acumulation by mangrove and salt marsh intertidal sediments. *Revta. Bras. Bot.*, 7:49-52.
- LAMPARELLI, C. C. ; D. O. MOURA de & F. de O. RODRIGUES. 1994. Biomonitoramento de ecossistemas aquáticos e de transição - manguezais: relatório anual 1993. São Paulo (BR), CETESB. 36p.
- LEVINGS, C. D & D. J. H. NISHIMURA. 1997. Created and restored in the lower river, British Columbia: summary of their functioning as fish habitat. *Water Qual. Res. J. Canada*, 32:599-618.
- LEWIS III, R. R., 1979. Large scale mangrove restoration on St. Croix, U.S. Virgin Islands. In: Cole, D. P., ed. Proceedings of conference on wetlands restoration and creation, 6, Flórida. Hillsborough Community College, 1979. p.231-242.
- LEWIS III, R. R. 1982. Mangrove forests. In: Lewis, R. R., ed. Creation and restoration of coastal plant communities. Flórida : CRC, 1982. p.153-171.
- LEWIS III, R. R. 1990a. Wetland restoration/creation/enhancement terminology: suggestions for standardization. In: Kusler, J. A. & M. E. Kentula, eds. Wetland creation and restoration: the status of the science. Washington, Island Press. p.417-422.
- LEWIS III, R. R. 1990b. Creation and restoration of coastal plain wetlands in Florida. In: Kusler, J. A. & M. E. Kentula, eds. Wetland creation and restoration: the status of the science. Washington, Island Press. p.73-101.

- LEWIS III, R. R. 1990c. Creation and restoration of coastal wetlands in Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. In: Kusler, J.A. & M. E. Kentula, eds. Wetland creation and restoration: the status of the science. Washington, Island Press. p.103-1123.
- LEWIS III, R. R. & H. C. HAINES. 1980. Large scale mangrove on St. Croix, U.S. Virgin Islands - II. Second year. In : COLE, D. P., ed. Proceedings of Conference on the Restoration and Creation of Wetlands, 7, Flórida. Hillsborough Community College, 1980. p.137-148.
- LUEDERWALDT, H. 1919. Os manguesais de Santos. Rev. Museu Paul. 11:309-408.
- MAGLIOCA, A. 1987. Glossário de Oceanografia. EDUSP, São Paulo. 355p.
- McKEE, K. L. 1995. Seedlings recruitments patterns in a Belizean mangrove forest effects of establishmment ability and physico-chemical factors. Oecologia, 101:448-460.
- MENEZES, G. V. 1994. Produção e decomposição em bosques de mangue da Ilha do Cardoso, Cananéia, SP. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 116p.
- MENEZES, G. V. 1995. Mangroves in Iriomote and Okinawa Islands with Emphasis in Planting (Slide Program). Relatório desenvolvido no curso "Sustainable Management of Mangroves Ecosystems", Japão, 11p.
- MENEZES, G. V. ; I. R. F. POFFO ; G. G. J. EYSINK ; E. HATAMURA ; R. P. MORAES & S. L. POMPEIA. 1994. Manguezais: Projeto de revegetação na Baixada Santista, SP, Brasil. In: PRIMEIRO SIMPÓSIO SUL AMERICANO E SEGUNDO SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, Foz do Iguaçu, 1994. Anais. Foz do Iguaçu. p.487-498.
- MENEZES, G. V. ; I. R. F. POFFO ; G. G. J. EYSINK ; E. HATAMURA ; R. P. MORAES & S. L. POMPEIA. 1996. Estudo da viabilidade de recuperação dos manguezais em Cubatão (SP) : Relatório Parcial. São Paulo. CETESB. 21p.
- MENEZES, G. V.; I. R. F. POFFO & G. G. J. EYSINK. 1998. Estudo sobre a viabilidade e diferentes técnicas de recuperação de manguezais degradados em Cubatão, SP : Relatório Final. São Paulo. CETESB. 31p +2anexos.
- MOREIRA, I. V. D. 1990. Conceitos básicos de meio ambiente. FEEMA. Rio de Janeiro. 243p.
- MOSCATELLI, M. & J. R. ALMEIDA. 1994. Avaliação de crescimento e sobrevivência de *Rhizophora mangle* em restauração de manguezais no município de Angra dos Reis - RJ. In : PRIMEIRO SIMPÓSIO SUL-AMERICANO E SEGUNDO SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1994, Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu, 1994. p.487-499.
- MOSCATELLI, M. ; C. DE'CARLI & J. R. ALMEIDA. 1994. Avaliação preliminar do reflorestamento de manguezais, Lagoa Rodrigo de Freitas. In: SIMPÓSIO DE

ECOSSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA : SUBSÍDIOS A UM GERENCIAMENTO AMBIENTAL, 3, 1993, Serra Negra, Anais. São Paulo : ACIESP, 1994. (1):131-34.

MOSCATELLI, M.; M. L. F. TEIXEIRA & J. R. de ALMEIDA. 1997. O estado da arte na restauração de manguezais no estado do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3. Minas Gerais, 1997. Anais. p.525-534.

OLIVEIRA, L. P. H. de, 1975. Recuperação biológica em manguezal na parte oeste da baía de Guanabara. II. Crescimento do manguezal na Ilha do Pinheiro. Mems Inst. Oswaldo Cruz, 51:503-521

OLIVEIRA, L. P. H. de & L. KRAU. 1976. Estudos aplicados à recuperação biológica da Baía de Guanabara. Mems Inst. Oswaldo Cruz, 53:435-449.

ORGE, M. D. R. 1997. Crescimento de *Rhizophora mangle* L. Em manguezais sob influência de atividades petroleiras na Baía de Todos os Santos. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia. 96p.

PADRÓN, C. M. 1997. Restauracion de ecosistemas de manglar em Cuba: estudio de caso de Provincia Habana. In: Field, C., ed. La restauration de ecosistemas del manglar, OIMT & ISME. p.176-186.

PADRÓN, C. M. ; O. L. SANTIAGO & L. MENENDEZ. 1993. Mangroves of Cuba. In : Lacerda, L. D., ed. Conservation and sustainable utilization of mangrove forests in Latin America and Africa Regions. ISME. Mangrove ecosystems technical reports, v.2:147-154.

PETERS, E. C. ; N. J. GASSMAN ; J. C. FIRMAN ; R. H. RICHMOND & E. A. POWER. 1997. Ecotoxicology of tropical marine ecosystems. Environmental Toxicology and Chemistry, 16(1):12-40.

POFFO, I. R. F ; G. V. MENEZES ; G. G. J. EYSINK ; S. HEITZMANN ; R. FACHINI. 1998. Envolvimento da população ribeirinha em projetos de recuperação de manguezais em Cubatão – Baixada Santista – SP. IV SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS BRASILEIROS, Águas de Lindóia, 1998. Anais. p.264-271.

POMPÉIA, S. L. ; I. X. da SILVA ; R. P. de MORAES ; R. P. SANTOS DOS; S. E. MARTINS ; L. S. J. AGUIAR & G. G. J. EYSINK. 1994. A degradação dos ecossistemas costeiros: estudo de caso da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 1994. Cetesb, Relatório Técnico. 26p.

PONTE, A. C. E. da ; I. A. Z. FONSECA & S. M. C. A. CLARO. 1990. Produção de serapilheira em mangue impactado por petróleo. In : SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA, 2, Águas de Lindóia, 1990. Anais. São Paulo, ACIESP, 1990. V.2, p.138-147.

- PULVER, T. R. 1976. Transplant techniques for sampling mangroves trees, *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* and *Avicennia germinans*, in Florida. Fla mar. Res. Pubs., 22. 14p.
- PUTMAN, R. J. & S. D. WRATEN. 1984. Principles of ecology. Berkeley, Univ. California Press. 388p.
- QURESHI, M. T. 1990. Experimental plantation for rehabilitation of mangrove forests in Pakistan. UNESCO. (Mangrove ecosystems occasional papers, n.4). 37p
- RABINOWITZ, D. 1978. Mortality and initial propagule size in mangrove seedlings in Panama. J. Ecol., 66:45-51.
- RATTON, C. 1999. Audiência decidirá futuro da Vila dos Pescadores. Em clima de expectativa, moradores apontam prioridades do bairro. Vereador envia propostas de melhorias públicas. Jornal a Tribuna, Santos, 03 mai. 1999. Caderno Cidades, p.A.10.
- RILEY, R. W. 1999. Mangrove replenishment initiative. <http://mangrove.org/>
- RODRIGUES, F. de O. & H. E. ROQUETTI-HUMAYTÁ. 1988. Estudo dos manguezais da Baixada Santista: Relatório final. São Paulo, CETESB. 70p.
- SAENGER, P. 1997. Restauracion de manglares en Australia: Estudio de caso del Aeropuerto Internacional de Brisbane. In: Field, C., ed. La restauration de ecosistemas del manglar, OIMT & ISME. p.37-54.
- SÃO PAULO (ESTADO). 1998. Secretaria do Meio Ambiente. Planos de manejo das Unidades de Conservação: Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cubatão - Plano de Gestão Ambiental - fase 1/Secretaria do Meio Ambiente/Coordenadoria de Informações Técnicas, Documentação e Pesquisa Ambiental, Instituto Florestal, Fundação Florestal. Versão Preliminar. Organizado por Sueli F. Lorejan, Sidney Raimundo...[et al]. - São Paulo: SMA, 1998. 177p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1986. Manguezais Brasileiros: uma bibliografia (1614-1986). São Paulo, Instituto Oceanográfico - Universidade de São Paulo/Superintendência do Desenvolvimento do Litoral Paulista. 59p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1995. Introdução. In: Manguezal: Ecossistemas entre a terra e o mar. Schaeffer-Novelli, Y., ed. São Paulo, Caribbean Ecological Research, 1995. p.17-21.
- SIDDIQI, N. A. 1990. Observations on initial spacing a keora (*Sonneratia apetala* Buch.-Ham.) plantation along the coastal belt of Bangladesh. In: Siddiqi, N.A. ; M. A. S. Khann & N. A. Siddiqi, eds Two papers on mangrove plantations in Bangladesh. UNESCO. (Mangrove ecosystems occasional papers, n.8). 19p
- SIDDIQI, N. A. & ; M. A. S. KHAN. 1990. Growth performance of mangrove trees along the coastal belt of Bangladesh. In: Siddiqi, N. A. ; M. A. S. Khann & N. A.

- Siddiqi, eds. Two papers on mangrove plantations in Bangladesh. UNESCO. (Mangrove ecosystems occasional papers, n.8). 19p.
- SIDDIQI, N. A. ; M. R. ISLAM; M. A. S. KHAN & M. SHAHIDULLAH. 1993. Mangrove nurseries in Bangladesh. UNESCO. (Mangrove ecosystems occasional papers, n.1). 14p.
- SILVA, I. X. ; R. P. de MORAES ; R. P. dos SANTOS ; S. L. POMPEIA & S. E. MARTINS. 1991. Avaliação do estado de degradação dos ecossistemas da Baixada Santista - SP:relatório técnico. São Paulo, CETESB. 45p.
- SILVA, I. X. ; R. P. de MORAES ; R. P. dos SANTOS ; S. L. POMPEIA & S. E. MARTINS. 1994. Avaliação do estado de degradação dos ecossistemas da Baixada Santista - SP. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA: SUBSÍDIOS A UM GERENCIAMENTO AMBIENTAL, 3, 1993, Serra Negra. Anais. São Paulo, ACIESP, v.1, p.30-38. (Publicação ACIESP, 87-I)
- SNEDAKER, S. C. & P. D. BIBER. 1997. Restauracion de manglares en los Estados Unidos de America: estudio de caso de la Florida. In: Field, C., ed. La restauration de ecosistemas del manglar, OIMT & ISME. p.187-208.
- SOARES, M. L. G. ; L. C. S. PERIA & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1991. Estudo da dinâmica de plântulas e jovens de *Rhizophora mangle*, em manguezal da Ilha do Cardoso (Cananéia, SP). In: SIMPÓSIO SOBRE OCEANOGRAFIA - IOUSP, 2, 1991, São Paulo, 1991. Resumos, São Paulo, IOUSP. p.104.
- SOEMODIHARDJO, S. ; P. WIROATMODJO ; A. ABDULLAH ; I. G. M. TANTRA & A. SOEGIARTO. 1993. Condition, socio-economic values and environmental significance of mangrove areas in Indonesia. In: Clough, ed. The economic and environmental values of mangrove forests and their present state of conservation in the south-east Asia/Pacific Region. ISME. Mangrove ecosystems technical reports, v.1, p.17-40.
- SOEMODIHARDJO, S. ; P. WIROATMODJO ; F. MULIA & M. K. HARAHAH. 1997. In: Field, C., ed. La restauration de ecosistemas del manglar, OIMT & ISME. p.105-120.
- STEVELY, J. & L. RABINOWITZ. 1982. Mangroves : a guide for planting and maintenance. Flórida : Sea Grant Marine Advisory Program. 8p. (Sea grant MAP -25)
- SUGIYAMA, M. 1995. A flora do manguezal. In: Manguezal: Ecossistemas entre a terra e o mar. Schaeffer-Novelli, Y., ed. São Paulo, Caribbean Ecological Research, 1995. p.17-21.
- TOMLINSON , P. B. 1986. The botany of mangroves. Cambridge, Cambridge University Press. 413p.

- UNTAWALE, A. G. 1997. Restauration de manglares a lo largo de la costa oeste central de la India. In: Field, C., ed. La restauration de ecosistemas del manglar, OIMT & ISME. p.120-137.
- VIEZZER, M. L. & O. OVALLES. 1995. Manual Latino-Americano de educação ambiental. São Paulo, Editora Gaia. 192p.
- WALSH, G. E. ; K. A. AINSWORTH & R. RIGBY. 1979. Resistance of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) seedlings to Lead, Cadmium and Mercury. Biotropica, 11(1):22-27.
- WAKUSHIMA, S. ; S. KURAISHI & N. SAKURAI. 1994. Soil salinity and pH in Japanese mangrove forests and growth of cultivated mangrove plants in different soil conditions. In: PACIFIC SCIENCE INTER-CONGRESS MANGROVE SESSION, 7, 1993, Okinawa, Proceedings. Japão, ISME. p.21-27.
- WERNER, P. 1987. Reflections on goals and the relationship between theory and practice. In: Jordan III, W.R.; Gilpin, M.E. & Aber, eds Restoration ecology: a synthetic approach to ecological research, Cambridge, Cambridge University Press. p.329-336.
- WESTMAN. W. E. 1978. Measuring the inertia and resilience of ecosystems. Bioscience, 28(2):705-710.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). 1970. The Beaufort Scale of Wind Force (Technical and operational aspects). Rep. mar Sci. affairs, n^o3, 21p.
- WYNNE, M. J. 1986. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic. Can. J. Bot. 64: 2239-2281.

Fig 1a: Desenvolvimento dos propágulos de *R. mangle* (Sugiyama, 1995).

Fig 1b: Desenvolvimento dos propágulos de *L. racemosa* (Sugiyama, 1995).

Fig 1c: Desenvolvimento dos propágulos de *A. schaueriana* (Sugiyama, 1995).

Figura 2: Dados climatológicos da estação de Santos (83782), 23:56S e 45:20O, provenientes do Instituto Nacional de Meteorologia.

Figura 3: Foto aérea de 1989, em infra-vermelho, cuja escala original de 1:35.000 foi reduzida aproximadamente para 60%. A área de estudo está delimitada por uma elipse. As áreas em verde não apresentam vegetação.

Figura 4: Mapa com a localização das parcelas experimentais em Cubatão, assinaladas por duas elipses em verdes.

Figura 5: Esquema mostrando a posição e o distanciamento dos propágulos e das plântulas em cada uma das parcelas experimentais.

Figura 6: Altura da maré para o Porto de Santos nos dias 11 (a), 12 (b) e 13 (c) de abril de 1995 (Brasil, 1994).

Figura 7: Imagem de satélite ampliada em infravermelho mostrando a localização das parcelas 1, 2, 3, o canal de esgoto, os pontos α , β , λ e ϕ e o posicionamento da embarcação “fixa” em branco, circundada por uma elipse branca. As áreas sem vegetação aparecem em verde e as com vegetação em vermelho.

Figura 8: Altura da maré para o Porto de Santos nos ' dias 1 (a), 3 (b) de abril e 3 de junho de 1996 (Brasil, 1995).

Figura 9: Valores obtidos no monitoramento das plântulas-controle.

Figura 10: Valores obtidos no monitoramento das plântulas nas parcelas 1, 2 e controle no primeiro ano do experimento.

Figura 11: Valores obtidos para a taxa de sobrevivência (%) das plântulas com e sem estacas nas parcelas 1, 2 e 3.

Figura 12: Valores obtidos no monitoramento das plântulas na parcela 1.

Figura 13: Valores obtidos no monitoramento dos propágulos na parcela 1.

Figura 14a: Delimitação da parcela experimental em maio de 1993.

Figura 14b: Parcela 1 cerca de três meses após o plantio. Observa-se que a base do caule está recoberta pela alga epífita *Bostrychia radicans*.

Figura 14c: Parcela 1 cerca de um ano e meio após o plantio.

Figura 15a: Parcela 1 em fevereiro de 1996 (33 meses após o plantio) .

Figura 15b: Detalhe do sistema de “raízes escoras” da parcela 1, em fevereiro de 1996.

Figura 15c: Situação da parcela 1, em fevereiro de 1997 (45 meses após o plantio).

Figura 16: Valores obtidos no monitoramento das plântulas na parcela 2.

Figura 17: Valores obtidos no monitoramento dos propágulos na parcela 2.

Figura 18: Valores obtidos no monitoramento das plântulas na parcela 3.

Figura 19: Valores obtidos no monitoramento dos propágulos na parcela 3.

Figura 20: Valores obtidos no monitoramento das plântulas na parcela 3B.

Figura 21: Curvas de regressão e coeficientes de correlação dos parâmetros estudados para as plântulas e propágulos da parcela 1.

Figura 22: Curvas de regressão e coeficientes de correlação dos parâmetros estudados par as plântulas e propágulos da parcela 2.

Figura 23: Curvas de regressão e coeficientes de correlação dos parâmetros estudados par as plântulas do controle.

Figura 24: Características físico-químicas da água (a, b, c, d, e), velocidade da corrente (f), velocidade do vento (g) e altura da maré para o Porto de Santos (h), durante a vazante em frente à parcela 3, em 11 de abril de 1995.

Figura 25: Características físico-químicas da água (a, b, c, d, e), velocidade da corrente(f), velocidade do vento (g) e altura da maré para o Porto de Santos (h), durante a vazante em frente à parcela 1, em 12 de abril de 1995.

Figura 26: Características físico-químicas da água (a, b, c, d, e), velocidade da corrente (f), velocidade do vento (g) e altura da maré para o Porto de Santos (h), durante a enchente, em frente à parcela 3, em 13 de abril de 1995.

Figura 27: Altura da maré nas estacas posicionadas à frente das parcelas 1, 2 e 3, no dia três de junho de 1996.

Figura 28a: Detalhe do plantio dos propágulos de *Laguncularia racemosa* diretamente no sedimento do mangue, em 1995.

Figura 28b: Plantio dos propágulos de *Laguncularia racemosa* em junho de 1995. Espaçamento de 1,0 m entre fileiras e 0,5 m na fileira. Área de plantio próxima à parcela 1 (plantada com *R. mangle*).

Figura 29a:
Desenvolvimento
dos propágulos de *L.*
racemosa plantados
em vasos.

Figura 29b: Plantas
de *L. racemosa* um
mês após o
transplante para o
campo.

Figura 30a:
Comprimento (cm)
das *L. racemosa*
transplantadas para o
manguezal.

Figura 30b: Taxa de
sobrevivência (%)
das mudas de *L.*
racemosa
transplantadas, para
o manguezal.

Figura 31a: Detalhe de duas plantas de *L. racemosa* em junho de 1996, 342 dias após o transplante para o campo. Nessa época, a altura média das *L. racemosa* transplantadas era igual a 72,2 cm.

Figura 31b: Detalhe de uma *L. racemosa* em junho de 1996, 607 dias após o transplante para o campo. Nessa época, a altura média das *L. racemosa* transplantadas era igual a 110,0 cm. Muitas com, aproximadamente, dois anos apresentaram a primeira floração.

Figura 32: Foto mostrando a localização das áreas A, B, C e D e das parcelas experimentais 1 e 2.

Figura 33a: Contagem e triagem dos propágulos, em 19 de maio de 1995.

Figura 33b: Plantio dos propágulos realizado pelos pescadores e crianças, com auxílio de canoas, durante a baixa-mar em 20 de maio de 1995.

Figura 34a: Foto da área B em julho de 1995, dois meses após o plantio. Observa-se sobre o sedimento as algas bentônicas *Enteromorpha* sp e *Rhizoclonium riparium*.

Figura 34b: Detalhe mostrando dois propágulos apodrecidos encontrados sobre o sedimento nas áreas A e B em setembro de 1995.

Figura 35a: Plantio de propágulos de *R. mangle* realizado pela comunidade, situado entre os rios Cascalho e Casqueiro.

Figura 35b: Plantio de propágulos de *R. mangle* realizado pela comunidade, próximo a Cosipa.

Fig 35c: Transplante de mudas de *L. racemosa* e *A. schaueriana* realizado pela comunidade, no Rio Casqueiro.

Figura 36a: Parcela 1 em novembro de 1998, cinco anos e seis meses após o início do experimento.

Figura 36b: Parcela 1 em novembro de 1998, cinco anos e seis meses após o início do experimento.

Fig 36c: Arredores da parcela 1 em novembro de 1998, cinco anos e seis meses após o início do experimento.

Figura 37: Proposta metodológica de trabalho para projetos de recuperação de manguezais.

Tabela I: Delineamento experimental para o plantio de *Rhizophora mangle* em áreas degradadas em Cubatão.

Área de estudo	Parcela 1 sed. consolidado em área aberta		Parcela 2 sed. pouco cons. em área aberta		Parcela 3 sed. pouco cons. em ampla clareira		Total
tratamento	Propágulo	Plântula	Propágulo	Plântula	Propágulo	Plântula	
com fixação	-	50	-	50	-	50	150
sem fixação	50	50	50	50	50	50	300
total	50	100	50	100	50	100	450

sed. = sedimento
cons. = consolidado

Tabela II: Dia, horário e local dos lançamentos dos cartões e da rodamina.

DIA	HORÁRIO	INSTRUMENTO	LOCAL
11.04	13:15	cartões	canal de esgoto, próximo a cidade (Local α)
11.04	14:15	cartões	canal de esgoto, próximo a cidade (Local α)
11.04	15:15	cartões	na saída do canal de esgoto (Local β)
12.04	14:10	rodamina	próximo a parcela 1 (Local ϕ)
12.04	14:15	cartões	próximo a parcela 1 (Local ϕ)
12.04	14:50	rodamina	próximo a parcela 1 (Local ϕ)
12.04	15:25	cartões	próximo a parcela 1 (Local ϕ)
12.04	17:00	cartões	próximo a parcela 1 (Local ϕ)
13.04	09:30	cartões	após a saída do esgoto (Local β)
13.04	10:40	cartões	após a saída do esgoto (Local β)
13.04	11:40	cartões	na curva do Rio Casqueiro (Local λ)

Tabela III: Valores encontrados na última amostragem para as plântulas e os propágulos das parcelas 1 e 2 e para as plântulas-controle.

		ÁREA 1		ÁREA 2		CONTROLE
		Plântulas	Propágulos	Plântulas	Propágulos	Plântulas
Altura (cm)	x	98,5	90,9	97,0	94,4	92,4
	s	9,2	8,3	10,7	9,0	18,8
Nº de folhas	x	155,4	117,0	185,0	153,5	93,2
	s	55,9	44,1	80,0	54,9	71,1
Nº de gemas	x	35,8	27,6	39,0	29,8	17,9
	s	12,0	11,0	17,2	10,9	13,4
Nº de ramif.	x	34,5	25,8	40,7	30,3	20,0
	s	11,1	9,9	18,1	9,9	13,7
Raízes fixas	x	2,0	1,2	2,5	2,0	2,3
Raízes totais	x	3,3	2,7	5,0	4,3	1,0
T.S. (%)	x	79	72	86	88	-
	s					

x = média

s = desvio padrão

Tabela IV: Resultados da análise de variância ($\alpha=0,05$) e teste Tukey ($\alpha=0,05$) com as medidas de altura (cm) para os seguintes grupos da parcela 1: plântulas com estaca, plântulas sem estaca e propágulos.

DIAS	Análise de Variância Fobs.	Teste Tukey		
		CE = SE	CE > P	SE > P
0	160,29	CE = SE	CE > P	SE > P
28	250,01	CE = SE	CE > P	SE > P
56	230,20	CE = SE	CE > P	SE > P
98	164,40	CE = SE	CE > P	SE > P
126	84,46	CE = SE	CE > P	SE > P
188	4,66	CE = SE	CE > P	SE > P
246	2,98	--	--	--
307	8,43	CE = SE	CE > P	SE > P
365	5,44	CE = SE	CE > P	SE > P
427	4,52	CE = SE	CE > P	SE > P
484	4,36	CE = SE	CE > P	SE > P
541	6,07	CE = SE	CE > P	SE > P
617	14,42	CE = SE	CE > P	SE > P
659	4,04	CE = SE	CE > P	SE > P
748	6,08	CE = SE	CE > P	SE > P
793	4,35	CE = SE	CE > P	SE > P
840	5,18	CE = SE	CE > P	SE > P
986	8,97	CE = SE	CE > P	SE > P
Fcrít.	2,99			

CE = plântulas com estaca

SE = plântulas sem estaca

P = propágulos

F crít. = valor de tabela para a distribuição F, com 5% de nível de significância

F obs. = valor calculado para F

-- = o teste Tukey não foi realizado pois fobs. < fcrít.

Tabela V: Resultados da análise de variância ($\alpha=0,05$) e teste Tukey ($\alpha=0,05$) com o número de folhas por indivíduo para os seguintes grupos da parcela 1: plântulas com estaca, plântulas sem estaca e propágulos.

DIAS	Análise de Variância Fobs.	Teste Tukey		
0	128,16	CE = SE	CE > P	SE > P
28	105,37	CE > SE	CE > P	SE > P
56	63,44	CE = SE	CE > P	SE > P
98	12,31	CE = SE	CE > P	SE > P
126	2,56	--	--	--
188	0,38	--	--	--
246	1,27	--	--	--
307	5,47	CE = SE	CE > P	SE > P
365	8,00	CE = SE	CE > P	SE > P
427	7,61	CE = SE	CE > P	SE > P
484	9,55	CE = SE	CE > P	SE > P
541	13,25	CE > SE	CE > P	SE > P
617	9,99	CE = SE	CE > P	SE > P
659	8,42	CE = SE	CE > P	SE > P
748	10,19	CE = SE	CE > P	SE > P
793	10,43	CE = SE	CE > P	SE > P
840	5,70	CE = SE	CE > P	SE = P
986	9,55	CE > SE	CE > P	SE = P
Fcrít.	2,99			

CE = plântulas com estaca

SE = plântulas sem estaca

P = propágulos

F crít. = valor de tabela para a distribuição F, com 5% de nível de significância

F obs. = valor calculado para F

-- = o teste Tukey não foi realizado pois fobs. < fcrít.

Tabela VI: Resultados da análise de variância ($\alpha=0,05$) e teste Tukey ($\alpha=0,05$) com as medidas de altura (cm) para os seguintes grupos da parcela 2: plântulas com estaca, plântulas sem estaca e propágulos.

DIAS	Análise de Variância Fobs.	Teste Tukey		
		CE = SE	CE > P	SE > P
0	73.56	CE = SE	CE > P	SE > P
28	196.31	CE = SE	CE > P	SE > P
56	186.82	CE = SE	CE > P	SE > P
98	138.34	CE = SE	CE > P	SE > P
126	81.48	CE = SE	CE > P	SE > P
188	3.99	CE = SE	CE > P	SE > P
246	2.91	--	--	--
307	2.97	--	--	--
365	6.55	CE < SE	CE < P	SE = P
427	5.12	CE < SE	CE < P	SE = P
484	5.82	CE < SE	CE < P	SE = P
541	5.58	CE < SE	CE = P	SE = P
617	5.43	CE < SE	CE = P	SE = P
659	11.56	CE < SE	CE = P	SE > P
748	2.09	--	--	--
793	21.92	CE < SE	CE = P	SE > P
840	2.46	--	--	--
986	5.87	CE < SE	CE = P	SE > P
Fcrít.	2.99			

CE =... plântulas com estaca

SE = plântulas sem estaca

P = propágulos

F crít. = valor de tabela para a distribuição F, com 5% de nível de significância

F obs. = valor calculado para F

-- = o teste Tukey não foi realizado pois fobs. < fcrít.

Tabela VII: Resultados da análise de variância ($\alpha=0,05$) e teste Tukey ($\alpha=0,05$) com o número de folhas para os seguintes grupos da parcela 2: plântulas com estaca, plântulas sem estaca e propágulos.

DIAS	Análise de Variância Fobs.	Teste Tukey		
		CE = SE	CE > P	SE > P
0	220,30	CE = SE	CE > P	SE > P
28	132,46	CE = SE	CE > P	SE > P
56	69,77	CE = SE	CE > P	SE > P
98	26,64	CE = SE	CE > P	SE > P
126	18,94	CE = SE	CE > P	SE > P
188	2,01	--	--	--
246	9,11	CE < SE	CE = P	SE > P
307	10,14	CE < SE	CE = P	SE > P
365	7,12	CE < SE	CE = P	SE > P
427	8,75	CE < SE	CE = P	SE > P
484	11,66	CE < SE	CE = P	SE > P
541	9,58	CE < SE	CE = P	SE > P
617	9,94	CE = SE	CE = P	SE > P
659	9,57	CE < SE	CE = P	SE > P
748	9,65	CE < SE	CE = P	SE > P
793	9,76	CE < SE	CE = P	SE > P
840	6,25	CE < SE	CE = P	SE > P
986	3,80	CE = SE	CE = P	SE > P
Fcrít.	2.99			

CE = plântulas com estaca

SE = plântulas sem estaca

P = propágulos

F crít. = valor de tabela para a distribuição F, com 5% de nível de significância

F obs. = valor calculado para F

-- = o teste Tukey não foi realizado pois fobs. < fcrít.

Tabela VIII: Análise granulométrica de amostras de sedimento superficial das parcelas 1, 2 e 3.

	PARCELA 1 (%)	PARCELA 2 (%)	PARCELA 3 (%)
AREIAS	82,1	59,2	14,,2
SILTES	15,8	25,7	45,7
ARGILAS	2,1	15,1	40,2

Tabela IX: Altura (cm) das plântulas e propágulos das três parcelas experimentais e controle.

			0	28	56	98	126	188	246	307	365	427	484	541	617	659	748	793	840	986
P L A T U L A S	P.1	x	42,8	39,4	40,2	40,3	42,2	49,2	52,2	60,7	65,4	67,7	69,6	72,0	81,7	81,6	85,4	86,6	87,4	98,5
		s	5,5	6,4	6,3	6,5	6,8	7,3	9,0	9,2	8,5	8,6	8,5	8,2	8,5	8,4	8,5	7,7	8,3	9,2
	P.2	x	39,5	37,2	38,3	38,8	41,5	47,7	52,3	60,2	63,5	66,5	68,7	71,7	76,8	83,2	83,7	87,2	86,5	97,0
		s	5,1	5,9	6,1	6,5	7,3	8,8	8,9	10,9	10,2	9,8	9,4	9,7	9,3	9,7	8,2	8,8	7,9	10,7
	P.3	x	41,5	35,7	37,1	38,6	40,0	50,3	56,8	65,6	71,8	76,4	80,0	80,3	85,0	87,5	89,0	*	91,5	92,0
		s	6,2	7,2	7,6	8,4	9,1	13,3	10,9	9,4	2,4	4,4	2,4	2,1	1,4	0,7	1,4	*	2,1	-
C.	x	s	39,6	43,4	47,3	48,5	50,2	55,5	60,9	68,2	70,4	70,5	72,2	75,1	82,3	82,6	81,5	84,2	84,6	92,4
		s	8,4	6,9	7,3	6,7	7,2	7,6	8,2	9,0	8,1	7,9	7,8	7,1	11,0	10,8	10,3	10,0	10,5	18,8
P R O P Á G.	P.1	x	16,2	16,2	17,3	20,0	25,3	44,6	48,4	53,0	59,1	62,0	64,1	65,8	71,9	76,8	78,7	80,5	82,2	90,9
		s	4,8	4,9	5,2	5,8	8,0	9,7	7,7	10,5	11,4	10,7	11,1	10,1	11,0	10,1	11,7	10,5	7,4	8,3
	P.2	x	19,0	18,4	19,6	21,1	25,7	43,5	51,0	61,0	64,8	68,3	70,2	71,5	76,0	79,3	83,1	83,3	85,5	94,4
		s	4,6	4,1	4,0	4,6	6,3	9,8	7,7	7,6	7,4	7,0	6,9	6,7	6,8	7,1	8,4	6,8	7,2	9,0
	P.3	x	17,1	17,3	19,0	22,0	26,1	46,9	57,5	67,5	74,4	76,9	79,7	82,9	86,4	87,7	93,3	91,7	90,8	105,0
		s	4,9	4,6	4,1	5,4	6,9	10,7	8,8	7,7	8,4	8,1	10,2	7,8	6,2	5,6	3,9	3,7	7,0	-

P.1 = parcela 1

P.2 = parcela 2

P.3 = parcela 3

* = sem medidas

- = sem dados

PROPÁG. = propágulos

x = média

s = desvio padrão

Tabela X: Número médio de folhas das plântulas e propágulos das três parcelas experimentais e controle.

			0	28	56	98	126	188	246	307	365	427	484	541	617	659	748	793	840	986
P L A T U L A S	P.1	x	4,2	3,2	2,8	3,3	4,0	7,4	10,5	21,0	25,6	27,9	33,5	34,6	58,7	75,2	91,0	105,9	105,8	155,4
		s	1,7	1,6	1,6	1,9	1,9	2,6	4,8	8,1	9,0	10,4	14,3	12,9	23,4	29,6	34,4	39,7	41,0	55,9
	P.2	x	4,4	3,4	3,0	3,3	4,2	7,0	11,1	19,4	23,5	27,0	33,1	34,8	62,6	73,2	86,7	90,0	88,4	185,0
		s	1,5	1,4	1,6	1,8	2,2	2,8	5,1	8,0	9,1	11,1	14,7	14,9	27,2	33,4	38,9	36,5	35,4	80,0
	P.3	x	4,9	3,2	1,7	2,1	2,0	3,9	6,9	9,4	9,8	10,8	16,0	15,3	22,0	36,0	31,0	*	28,0	15,5
		s	2,1	1,7	1,8	2,0	2,1	2,8	2,7	6,3	2,5	5,4	4,4	11,6	4,2	1,4	-	*	8,5	19,1
C.	x	x	4,2	5,5	6,3	6,7	7,4	9,9	15,2	21,1	24,9	26,1	30,4	28,3	44,1	51,0	51,0	52,2	50,6	93,2
		s	2,0	1,9	1,8	2,2	2,6	5,1	8,8	9,4	12,7	11,5	14,1	17,5	27,8	33,5	36,8	39,5	34,9	71,1
P R O P Á G.	P.1	x	0,0	0,0	0,1	1,9	3,3	7,0	9,0	15,6	18,6	20,3	22,9	24,1	39,8	51,9	63,2	71,9	79,6	117,0
		s	0,0	0,0	0,5	1,0	1,2	2,3	5,4	6,9	8,0	7,5	8,7	9,9	16,7	26,1	23,3	31,2	37,3	44,1
	P.2	x	0,0	0,0	0,1	1,3	2,1	6,3	9,1	15,9	19,6	22,4	24,8	26,4	45,4	53,9	64,1	70,7	74,2	153,5
		s	0,0	0,3	0,5	1,0	1,2	1,8	3,7	5,7	5,0	7,5	8,2	9,8	17,8	21,8	25,5	24,9	29,6	54,9
	P.3	x	0,0	0,0	0,1	1,1	2,0	4,7	7,9	9,2	9,7	10,8	10,4	9,9	16,4	24,7	27,0	21,2	14,0	45,0
		s	0,0	0,0	0,4	1,1	1,5	1,8	2,5	3,9	5,3	5,7	7,6	4,3	7,3	11,2	10,6	10,0	7,7	-

P.1 = parcela 1

P.2 = parcela 2

P.3 = parcela 3

* = sem medidas

- = sem dados

PROPÁG. = propágulos

x = média

s = desvio padrão

Tabela XI: Taxa de sobrevivência (%) das plântulas e propágulos das três parcelas experimentais e controle.

			0	28	56	98	126	188	246	307	365	427	484	541	617	659	748	793	840	986
P L A T U L A S	P.1	x	100	97	94	92	89	87	86	81	80	80	80	79	79	79	79	79	79	79
	P.2	x	100	99	98	95	93	91	89	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	86
	P.3	x	100	99	94	58	53	25	17	10	5	5	4	3	2	2	2	*	2	2
	C.	x	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
P R O P Á G.	P.1	x	100	98	96	96	96	86	80	76	74	72	72	72	72	72	72	72	72	72
	P.2	x	100	96	96	94	94	92	92	90	90	90	90	90	90	90	88	88	88	88
	P.3	x	100	100	96	96	92	82	80	74	60	46	40	30	22	20	12	12	8	2

P.1 = parcela 1

P.2 = parcela 2

P.3 = parcela 3

* = sem medidas

- = sem dados

PROPÁG. = propágulos

x = média

s = desvio padrão

Tabela XII: Número médio de gemas das plântulas e propágulos das três parcelas experimentais e controle.

			0	28	56	98	126	188	246	307	365	427	484	541	617	659	748	793	840	986
P L A T U L A S	P.1	x	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	1,5	2,7	4,4	5,6	6,2	6,5	7,0	12,2	17,2	19,6	22,2	22,7	35,8
		s	0,0	0,2	0,2	0,3	0,1	0,9	1,6	1,9	2,1	2,6	2,7	2,9	5,2	6,6	7,1	8,6	8,9	12,0
	P.2	x	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	1,6	2,6	4,0	5,0	6,3	6,8	8,1	12,9	15,9	18,1	20,3	21,5	39,0
		s	0,0	0,2	0,2	0,3	0,3	1,0	1,3	1,9	2,2	2,9	3,1	3,8	5,2	7,0	7,9	9,2	9,2	17,2
	P.3	x	1,0	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	1,2	1,7	1,8	2,2	2,0	2,3	6,5	7,5	6,0	*	6,5	4,5
		s	0,0	0,2	0,2	0,0	0,2	0,3	0,7	1,5	1,1	1,1	1,2	0,6	2,1	0,7	1,4	*	0,7	2,1
C.		x	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	2,1	3,1	4,4	4,8	5,3	5,7	6,3	9,2	11,6	11,2	12,1	11,5	17,9
		s	0,0	0,0	0,4	0,6	0,7	1,5	2,1	2,0	2,3	2,3	2,9	3,7	5,5	7,5	7,9	8,2	8,7	13,4
P R O P Á G.	P.1	x	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,9	3,1	3,9	4,5	4,4	4,4	8,6	11,9	13,4	16,0	15,9	27,6
		s	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,7	1,1	1,6	1,8	1,8	2,0	2,1	4,1	6,0	5,7	7,1	7,1	11,0
	P.2	x	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	2,1	2,9	4,2	5,1	5,2	5,8	9,3	11,9	14,4	16,4	16,8	29,8
		s	0,0	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	1,0	1,3	1,3	2,2	2,2	2,5	3,7	4,4	5,1	6,1	6,5	10,9
	P.3	x	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	1,2	1,8	1,9	2,1	2,3	1,3	3,8	5,3	5,0	4,3	4,6	10,0
		s	0,0	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3	0,5	1,0	1,2	1,1	1,3	1,3	2,2	4,1	2,1	2,3	2,4	-

P.1 = parcela 1

P.2 = parcela 2

P.3 = parcela 3

* = sem medidas

- = sem dados

PROPÁG. = propágulos

x = média

s = desvio padrão

Tabela XIII: Número médio de ramificações das plântulas e propágulos das três parcelas experimentais e controle.

			0	28	56	98	126	188	246	307	365	427	484	541	617	659	748	793	840	986
P L A T U L A S	P.1	x	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,4	2,2	4,1	5,9	6,9	7,2	8,2	13,0	18,5	20,8	22,8	22,8	34,5
		s	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,3	2,0	2,1	2,8	2,8	3,2	5,4	7,2	7,3	8,6	8,7	11,1
	P.2	x	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	2,4	3,9	5,5	6,9	7,4	8,9	13,9	16,7	18,8	19,7	21,3	40,7
		s	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,6	2,2	2,4	3,0	3,2	3,7	5,7	7,0	7,9	7,5	9,2	18,1
	P.3	x	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,9	2,0	2,4	2,3	2,7	5,5	8,5	7,0	*	8,0	8,0
		s	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	1,7	1,0	1,3	1,0	0,6	3,5	0,7	1,4	*	1,4	0,0
	C.	x	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,6	2,7	4,1	5,3	6,1	6,4	7,5	8,5	12,9	13,0	14,3	12,0	20,0
		s	0,0	0,0	0,3	0,6	0,8	1,3	2,0	2,1	2,5	2,7	3,2	4,0	5,3	7,5	8,5	9,0	7,9	13,7
P R O P Á G.	P.1	x	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	3,5	4,6	5,4	5,4	5,9	9,4	12,1	13,2	15,5	17,5	25,8
		s	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,3	4,4	5,7	5,7	6,0	7,6	9,9
	P.2	x	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	3,3	4,6	5,5	5,8	6,4	10,6	13,6	14,4	16,5	18,4	30,3
		s	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,9	1,5	1,3	2,0	2,0	2,4	3,8	4,6	4,7	5,9	6,9	9,9
	P.3	x	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,9	2,3	2,3	2,7	2,9	4,9	7,2	4,5	5,8	8,0	18,0
		s	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,7	1,3	1,4	1,3	1,5	1,6	2,5	4,8	2,2	2,9	4,1	-

P.1 = parcela 1

P.2 = parcela 2

P.3 = parcela 3

* = sem medidas

- = sem dados

PROPÁG. = propágulos

x = média

s = desvio padrão

Tabela XIV: Resultados da análise de variância simples ($\alpha=0,05$) e teste Tukey ($\alpha=0,05$) com as medidas de altura (cm) para os seguintes grupos: plântulas (fileiras A, B, C e D) da parcela 1, plântulas (fileiras A, B, C e D) da parcela 2 e plântulas-controle.

DIAS	Análise de Variância F obs.	Teste Tukey		
		P1 > P2	P1 > C	P2 = C
0	8,06	P1 > P2	P1 > C	P2 = C
28	17,50	P1 > P2	P1 < C	P2 < C
56	34,61	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
98	29,90	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
126	31,61	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
188	14,88	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
246	22,96	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
307	14,16	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
365	10,54	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
427	3,37	P1 = P2	P1 = C	P2 < C
484	2,70	P1 = P2	P1 = C	P2 = C
541	3,17	P1 = P2	P1 = C	P2 < C
617	8,29	P1 > P2	P1 = C	P2 < C
659	0,64	--	--	--
748	1,77	--	--	--
793	1,25	--	--	--
840	1,24	--	--	--
986	2,01	--	--	--
F crít.	3,07			

P1 = plântulas da parcela 1

P2 = plântulas da parcela 2

C = plântulas-controle

F crít. = valor de tabela para a distribuição F, com 5% de nível de significância

F obs. = valor calculado para F

-- = o teste Tukey não foi realizado pois f obs. < f crít.

Tabela XV: Resultados da análise de variância simples ($\alpha=0,05$) e teste Tukey ($\alpha=0,05$) com o número de folhas para os seguintes grupos: plântulas (fileiras A, B, C e D) da parcela 1, plântulas (fileiras A, B, C e D) da parcela 2 e plântulas-controle.

DIAS	Análise de Variância F obs.	Teste Tukey		
		P1 < P2	P1 < C	P2 = C
0	3,83	P1 < P2	P1 < C	P2 = C
28	43,50	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
56	95,08	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
98	70,22	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
126	56,62	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
188	16,25	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
246	15,59	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
307	1,27	--	--	--
365	0,97	--	--	--
427	0,18	--	--	--
484	0,49	--	--	--
541	3,22	P1 = P2	P1 = C	P2 = C
617	7,60	P1 = P2	P1 > C	P2 > C
659	9,31	P1 = P2	P1 > C	P2 > C
748	17,31	P1 = P2	P1 > C	P2 > C
793	28,13	P1 > P2	P1 > C	P2 > C
840	32,55	P1 > P2	P1 > C	P2 > C
986	24,42	P1 < P2	P1 > C	P2 > C
F crít.	3,07			

P1 = plântulas da parcela 1

P2 = plântulas da parcela 2

C = plântulas-controle

F crít. = valor de tabela para a distribuição F, com 5% de nível de significância

F obs. = valor calculado para F

-- = o teste Tukey não foi realizado pois f obs. < f crít.

Tabela XVI: Resultados da análise de variância simples ($\alpha=0,05$) e teste Tukey ($\alpha=0,05$) com as medidas de altura (cm) para os seguintes grupos: propágulos (fileiras E e F) da parcela 1, propágulos (fileiras E e F) da parcela 2 e plântulas-controle.

DIAS	Análise de Variância F obs.	Teste Tukey		
		P1 = P2	P1 < C	P2 < C
0	71,70	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
28	429,63	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
56	452,06	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
98	423,00	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
126	217,00	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
188	25,07	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
246	37,82	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
307	33,87	P1 < P2	P1 < C	P2 < C
365	18,90	P1 < P2	P1 < C	P2 < C
427	11,12	P1 < P2	P1 < C	P2 = C
484	10,48	P1 < P2	P1 < C	P2 = C
541	15,41	P1 < P2	P1 < C	P2 = C
617	13,60	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
659	4,78	P1 = P2	P1 < C	P2 = C
748	2,13	--	--	--
793	2,17	--	--	--
840	1,54	--	--	--
986	0,91	--	--	--
F crít.	3,07			

P1 = propágulos da parcela 1

P2 = propágulos da parcela 2

C = plântulas-controle

F crít. = valor de tabela para a distribuição F, com 5% de nível de significância

F obs. = valor calculado para F

-- = o teste Tukey não foi realizado pois f obs. < f crít.

Tabela XVII: Resultados da análise de variância simples ($\alpha=0,05$) e teste Tukey ($\alpha=0,05$) com o número de folhas para os seguintes grupos: propágulos (fileiras E e F) da parcela 1, propágulos (fileiras E e F) da parcela 2 e plântulas-controle.

DIAS	Análise de Variância F obs.	Teste Tukey		
0	226,82	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
28	415,43	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
56	491,59	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
98	198,30	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
126	127,44	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
188	18,40	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
246	18,45	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
307	9,50	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
365	7,09	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
427	5,88	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
484	7,53	P1 = P2	P1 < C	P2 < C
541	1,25	--	--	--
617	0,77	--	--	--
659	0,10	--	--	--
748	2,13	--	--	--
793	4,39	P1 = P2	P1 > C	P2 > C
840	8,67	P1 = P2	P1 > C	P2 > C
986	11,50	P1 = P2	P1 > C	P2 > C
F crít.	3,07			

P1 = propágulos da parcela 1

P2 = propágulos da parcela 2

C = plântulas-controle

F crít. = valor de tabela para a distribuição F, com 5% de nível de significância

F obs. = valor calculado para F

-- = o teste Tukey não foi realizado pois f obs. < f crít.

Tabela XVIII: Crescimento médio diário (cm/dia) em diferentes estações do ano para as plântulas e propágulos das parcelas 1 e 2.

	Parcela 1		Parcela 2		CONTROLE
	Plântulas	Propágulos	Plântulas	Propágulos	
Inverno/93	0,03	0,09	0,02	0,07	0,07
Primavera/93	0,09	0,23	0,09	0,24	0,12
Verão/94	0,11	0,14	0,11	0,15	0,11
Outubro/94	0,07	0,09	0,05	0,06	0,03
Inverno/94	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02
Primavera 94	0,08	0,05	0,06	0,04	0,01
Verão/95	0,06	0,10	0,11	0,07	0,05
Outubro/95	0,04	0,04	0,01	0,04	0,00
Inverno/95	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03

Tabela XIX: Acréscimo médio de folhas por dia em diferentes estações para as plântulas e propágulos nas parcelas 1 e 2.

	Parcela 1		Parcela 2		CONTROLE
	Plântulas	Propágulos	Plântulas	Propágulos	
Inverno/93	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02
Primavera/93	0,06	0,05	0,05	0,07	0,11
Verão/94	0,01	0,08	0,16	0,09	0,10
Outubro/94	0,07	0,04	0,07	0,06	0,05
Inverno/94	0,08	0,04	0,09	0,04	0,06
Primavera 94	0,14	0,10	0,16	0,12	0,06
Verão/95	0,36	0,25	0,30	0,22	0,19
Outubro/95	0,18	0,13	0,15	0,12	0,00
Inverno/95	0,16	0,18	0,02	0,11	0,00

Tabela XX: Valores obtidos para o pH, condutividade, turbidez, temperatura e salinidade para os dias 1 e 3 de abril de 1996, correspondendo a períodos de cheia e vazante, respectivamente.

LOCAL	DIA	PROF. m	HORA	pH	COND S/cm	TURB UNT	TEMP C	SAL %	DIA	PROF. m	HORA	pH	COND S/cm	TURB UNT	TEMP C	SAL %	
Ponto 1, em frente à parcela 1	01/04	0,0	13:05	7,4	6,6	40	28	0,4	03/04	0,0	10:26	6,74	6,67	40	28,2	0,35	
		1,0		7,6	6,7	40	28	0,4		1,0		10:30	6,72	6,67	34	28,1	0,35
		2,0		7,5	7,0	30	27	0,4									
		3,0		7,7	9,0	70	27	0,5									
		4,0	13:15	7,6	9,5	40	27	0,5									
Ponto 2, em frente à parcela 2	01/04	0,0	13:20	7,8	7,7	30	27	0,4	03/04	0,0	10:16	6,73	6,65	48	28,3	0,35	
		1,0		7,7	10	30	27	0,6		1,0		6,75	6,60	42	28,4	0,35	
		2,0		7,7	13	40	27	0,8		2,0		6,73	6,68	36	28,2	0,35	
		3,0		7,8	14	50	27	0,9		3,0	10:22	6,69	6,73	35	27,8	0,36	
		4,0		7,8	16	60	27	0,9									
		5,0		7,8	16	80	27	0,9									
		6,0		7,8	16	80	27	0,9									
		7,0	13:10	7,8	16	90	27	0,9									
Ponto 3, em frente à parcela 3	01/04	0,0	13:40	8,5	11	40	28	0,6	03/04	0,0	9:59	6,90	9,2	40	27,7	0,51	
		1,0		8,4	16	20	28	1,0		1,0		6,83	9,4	34	27,7	0,51	
		2,0		8,2	22	20	27	1,3		2,0		6,75	10,5	29	27,4	0,59	
		3,0		8,1	24	30	27	1,4		3,0		6,76	10,9	28	27,3	0,61	
		4,0		8,1	24	30	27	1,4		4,0		6,74	11,5	45	27,3	0,65	
		5,0		8,1	24	30	27	1,5		5,0		6,75	11,6	150	27,3	0,65	
		6,0		8,1	24	30	27	1,5		6,0		6,75	11,6	51	27,3	0,66	
		7,0	8,1	24	50	27	1,5										
Ponto 4, Rio Maria Ribeira	01/04	0,0	14:09	8,3	10	40	28	0,6									
		1,0		8,0	16	30	27	1,0									
		2,0		8,0	20	20	27	1,2									
		3,0		8,0	21	50	27	1,2									
		4,0	14:15	8,0	21	40	27	1,3									

LOCAL	DIA	PROF. m	HORA	pH	COND S/cm	TURB UNT	TEMP C	SAL %	DIA	PROF. m	HORA	pH	COND S/cm	TURB UNT	TEMP C	SAL %
Ponto 5, Rio Casqueiro, entre lixão e aquaduto da Sabesp	01/04	0,0	14:24	8,5	12	30	29	0,7	03/04	0,0	9:47	7,00	7,82	51	27,7	0,42
		1,0		8,3	20	20	28	1,2		1,0		6,93	8,52	47	27,7	0,47
		2,0		8,2	24	20	27	1,4		2,0		6,79	9,24	27	27,4	0,52
		3,0		8,3	25	20	27	1,6		3,0		6,74	11,7	33	27,3	0,65
		4,0		8,1	25	30	27	1,6		4,0		6,76	11,7	34	27,3	0,67
		4,5	14:30	8,1	25	30	27	1,6		5,0	9:52	6,76	12,0	59	27,2	0,68
Ponto 6, Rio Cubatão I	01/04	0,0	14:37	8,2	7,1	20	27	0,4	03/04	0,0	9:30	6,93	5,43	50	26,8	0,42
		1,0		8,1	23	20	27	1,4		1,0		6,84	9,56	40	26,8	0,53
		2,0		8,3	26	20	27	1,6		2,0		6,83	12,2	35	27,0	0,70
		3,0		8,3	28	20	27	1,7		3,0		6,83	13,0	35	27,0	0,75
		4,0		8,3	29	20	27	1,8		4,0		6,83	13,2	30	27,1	0,75
		5,0		8,3	30	20	27	1,9		5,0		6,82	13,3	40	27,2	0,77
		6,0		8,3	30	20	27	1,9		6,0		6,82	13,4	100	27,2	0,77
		7,0		7,8	30	70	27	1,9		7,0		6,84	13,3	37	27,1	0,76
		8,0	14:50	7,8	30	70	27	1,9		8,0	9:40	6,85	13,3	40	27,1	0,76
Ponto 7, Rio Cubatão II	01/04	0,0	14:53	8,1	1,9	20	27	0,1	03/04	0,0	9:15	6,64	1,81	67	26,3	0,09
		1,0		7,8	3,6	20	27	0,1		1,0		6,67	7,55	40	26,8	0,43
		2,0		7,7	8,0	30	27	0,4		2,0		6,74	9,37	36	26,9	0,52
		3,0		7,7	23	10	27	0,5								
		4,0	14:59	8,1	25	20	27	1,5								
Ponto 8, Rio Cubatão III	01/04	0,0	15:09	8,1	0,14	140	26	0,0	03/04	0,0	9:01	6,53	0,656	70	26,2	0,02
		1,0		7,7	0,14	140	26	0,0		1,0		6,48	0,793	65	26,2	0,02
		2,0		7,7	0,13	140	26	0,0		2,0		6,50	0,829	65	26,2	0,03
		3,0		7,7	0,13	130	26	0,0		3,0		6,53	0,853	65	26,2	0,03
		4,0		7,7	0,13	130	26	0,0		4,0		6,51	0,856	70	26,2	0,03
		5,0	15:18	7,7	0,13	140	26	0,0								

LOCAL	DIA	PROF. m	HORA	pH	COND S/cm	TURB UNT	TEMP C	SAL %	DIA	PROF. m	HORA	pH	COND S/cm	TURB UNT	TEMP C	SAL %
Ponto 9, Rio Cubatão IV	01/04	0,0	15:24	7,7	0,13	110	26	0,0	03/04	0,0	8:45	6,56	0,166	100	26,6	
		1,0		7,7	0,13	100	26	0,0		1,0		6,43	0,168	98	26,6	0,0
		2,0		7,4	0,13	100	26	0,0		2,0		6,33	0,169	100	26,6	0,0
		3,0		7,4	0,13	100	26	0,0		3,0		6,37	0,170	95	26,5	0,0
		4,0		7,3	0,13	100	26	0,0		4,0		6,34	0,176	95	26,5	0,0
		5,0		7,3	0,13	100	26	0,0		5,0		6,27	0,177	110	26,5	0,0
		6,0		7,3	0,13	100	26	0,0		6,0		6,35	0,178	95	26,5	0,0
Ponto 10, Rio Cubatão, em frente à Cetesb	01/04	0,0	15:40	7,3	0,15	10	26	0,0	03/04	0,0	8:32	6,63	0,75	86	27,1	0,0
		1,0		7,2	0,15	10	26	0,0		1,0		6,67	0,75	74	27,1	0,0
		2,0		7,2	0,15	10	26	0,0		2,0		6,77	0,176	85	27,1	0,0
		3,0		7,2	0,15	10	26	0,0		3,0		6,86	0,176	84	27,1	0,0
		4,0		7,2	0,15	10	26	0,0		4,0	8:38	6,91	0,176	76	27,1	0,0
		5,0		7,2	0,15	30	26	0,0								
Ponto 11, em frente a Ilha Duas Barras	02/04	0,0	13:07	7,81	27,5	10	28,8	1,60								
		1,0		7,88	30,3	10	28,1	1,91								
		2,0		7,91	32,8	10	27,6	2,10								
		3,0		7,93	33,6	10	27,6	2,08								
		4,0		7,92	33,2	10	27,6	2,11								
Ponto 12, boia 10 no Porto do Alemao	02/04	0,0	13:37	7,93	31,0	10	27,6	1,79								
		1,0		8,01	36,2	10	27,3	2,40								
		2,0		8,02	38,0	10	27,3	2,41								
		3,0		8,03	38,5	10	27,2	2,46								
		4,0		8,05	39,3	10	27,1	2,51								
		5,0		8,07	40,1	10	27,2	2,58								
		6,0		8,08	41,0	10	27,1	2,64								
		7,0		7,97	41,0	10	27,1	2,65								
		8,0		7,67	41,1	10	27,1	2,65								

Tabela XXI: Altura e espécie das plantas existentes na área A, antes do plantio com os pescadores e 11 meses depois.

PLANTAS PRÉ EXISTENTES				FIXAÇÃO ESPONTÂNEA NO PERÍODO DE ESTUDO		
Núm.	Espécie	Altura		Núm.	Espécie	Altura
		4/5/1995	19/3/1996			19/3/1996
1	<i>L. racemosa</i>	40,0	76,0	1	<i>L. racemosa</i>	46
2	<i>L. racemosa</i>	50,0	86,0	2	<i>L. racemosa</i>	33
3	<i>L. racemosa</i>	54,0	90,0	3	<i>L. racemosa</i>	26
4	<i>L. racemosa</i>	69,0	-	4	<i>L. racemosa</i>	44
5	<i>L. racemosa</i>	49,0	102,0	5	<i>L. racemosa</i>	61
6	<i>L. racemosa</i>	71,0	105,0	6	<i>L. racemosa</i>	103
7	<i>L. racemosa</i>	51,0	84,0	7	<i>L. racemosa</i>	95
8	<i>L. racemosa</i>	69,0	100,0	8	<i>L. racemosa</i>	46
9	<i>L. racemosa</i>	55,0	82,0	9	<i>L. racemosa</i>	63
10	<i>L. racemosa</i>	72,0	130,0	10	<i>L. racemosa</i>	48
11	<i>L. racemosa</i>	58,0	90,0	11	<i>L. racemosa</i>	75
12	<i>L. racemosa</i>	64,5	-	12	<i>L. racemosa</i>	76
13	<i>L. racemosa</i>	61,0	120,0	13	<i>L. racemosa</i>	72
14	<i>L. racemosa</i>	59,0	109,0	14	<i>L. racemosa</i>	82
15	<i>L. racemosa</i>	67,0	118,0	15	<i>L. racemosa</i>	69
16	<i>L. racemosa</i>	71,0	96,0	16	<i>L. racemosa</i>	59
x		60,0	99,1	x		62,4
s		9,6	15,9	s		21,4
1	<i>R. mangle</i>	63,0	81,0	1	<i>R. mangle</i>	61
2	<i>R. mangle</i>	75,0	88,0	2	<i>R. mangle</i>	25
3	<i>R. mangle</i>	89,0	98,0	3	<i>R. mangle</i>	45
4	<i>R. mangle</i>	90,0	110,0	4	<i>R. mangle</i>	50
5	<i>R. mangle</i>	85,0	90,0	5	<i>R. mangle</i>	47
6	<i>R. mangle</i>	55,0	72,0	6	<i>R. mangle</i>	33
7	<i>R. mangle</i>	58,0	74,0	x		43,5
x		73,6	87,6	s		12,8
s		14,9	13,5			
1	<i>A. schaueriana</i>	62	91	1	<i>A. schaueriana</i>	123
2	<i>A. schaueriana</i>	44	77			
3	<i>A. schaueriana</i>	71	100			
4	<i>A. schaueriana</i>	47	90			
5	<i>A. schaueriana</i>	68	120			
6	<i>A. schaueriana</i>	47	74			
7	<i>A. schaueriana</i>	59	104			
8	<i>A. schaueriana</i>	75	135			
x		59,1	98,29			
s		12,0	20,8			

x = média
s = desvio padrão

Tabela XXII: Altura e espécie das plantas existentes na área B, antes do plantio com os pescadores e 11 meses depois.

PLANTAS PRÉ EXISTENTES				FIXAÇÃO ESPONTÂNEA NO PERÍODO DE ESTUDO		
Núm	Espécie	Altura		Núm	Espécie	Altura
		4/5/1995	19/3/1996			19/3/1996
1	<i>R. mangle</i>	97,0	107,0	1	<i>R. mangle</i>	51,0
2	<i>R. mangle</i>	111,0	123,0	2	<i>R. mangle</i>	52,0
3	<i>R. mangle</i>	74,0	90,0	3	<i>R. mangle</i>	58,0
4	<i>R. mangle</i>	110,0	129,0	4	<i>R. mangle</i>	47,0
5	<i>R. mangle</i>	69,0	80,0	5	<i>R. mangle</i>	60,0
	x	92,2	105,8	6	<i>R. mangle</i>	55,0
	s	19,8	20,9	7	<i>R. mangle</i>	62,0
				8	<i>R. mangle</i>	56,0
					x	55,1
					s	5,0
1	<i>L. racemosa</i>	72,0	92,0	1	<i>L. racemosa</i>	93,0
2	<i>L. racemosa</i>	68,0	97,0	2	<i>L. racemosa</i>	80,0
3	<i>L. racemosa</i>	61,0	100,0	3	<i>L. racemosa</i>	56,0
4	<i>L. racemosa</i>	63,0	99,0	4	<i>L. racemosa</i>	70,0
5	<i>L. racemosa</i>	61,0	90,0	5	<i>L. racemosa</i>	66,0
6	<i>L. racemosa</i>	81,0	132,0	6	<i>L. racemosa</i>	71,0
7	<i>L. racemosa</i>	60,0	90,0	7	<i>L. racemosa</i>	57,0
8	<i>L. racemosa</i>	60,0	75,0	8	<i>L. racemosa</i>	78,0
9	<i>L. racemosa</i>	63,0	82,0	9	<i>L. racemosa</i>	33,0
10	<i>L. racemosa</i>	80,0	101,0		x	67,1
11	<i>L. racemosa</i>	52,0	99,0		s	17,2
12	<i>L. racemosa</i>	46,0	93,0			
13	<i>L. racemosa</i>	29,0	85,0	1	<i>A. schaueriana</i>	47,0
14	<i>L. racemosa</i>	58,0	84,0	2	<i>A. schaueriana</i>	43,0
15	<i>L. racemosa</i>	60,0	90,0	3	<i>A. schaueriana</i>	53,0
16	<i>L. racemosa</i>	68,0	93,0	4	<i>A. schaueriana</i>	54,0
17	<i>L. racemosa</i>	56,0	91,0	5	<i>A. schaueriana</i>	55,0
18	<i>L. racemosa</i>	69,0	83,0	6	<i>A. schaueriana</i>	33,0
	x	61,5	93,1	7	<i>A. schaueriana</i>	49,0
	s	11,9	12,0	8	<i>A. schaueriana</i>	36,0
					x	46,3
					s	8,3
1	<i>A. schaueriana</i>	37,0	58,0			
2	<i>A. schaueriana</i>	43,0	76,0			
3	<i>A. schaueriana</i>	69,0	90,0			
4	<i>A. schaueriana</i>	32,0	56,0			
5	<i>A. schaueriana</i>	22,0	30,0			
6	<i>A. schaueriana</i>	30,0				
7	<i>A. schaueriana</i>	34,0				
8	<i>A. schaueriana</i>	26,0				
9	<i>A. schaueriana</i>	40,0				
10	<i>A. schaueriana</i>	40,0				
11	<i>A. schaueriana</i>	63,0	87,0			
12	<i>A. schaueriana</i>	26,0	42,0			
13	<i>A. schaueriana</i>	25,0	91,0			
14	<i>A. schaueriana</i>	29,0				
	x	36,9	66,3			
	s	13,9	23,2			

x = média
s = desvio padrão

Tabela XXIII: Altura e espécie das plantas existentes na área C, antes do plantio com os pescadores e um ano depois.

PLANTAS PRÉ-EXISTENTES				FIXAÇÃO ESPONTÂNEA NO PERÍODO DE ESTUDO		
Núm	Espécie	Altura		Núm	Espécie	Altura
		4/5/1995	2/4/1996			2/4/1996
1	<i>R. mangle</i>	54,0		1	<i>R. mangle</i>	71,0
2	<i>R. mangle</i>	46,0		2	<i>R. mangle</i>	50,0
x		50,5		3	<i>R. mangle</i>	31,0
s		6,4		x		50,7
				s		20,0
1	<i>L. racemosa</i>	94,0	111,0	1	<i>L. racemosa</i>	114,0
2	<i>L. racemosa</i>	85,0	morta	2	<i>L. racemosa</i>	71,0
3	<i>L. racemosa</i>	50,0	89,0	3	<i>L. racemosa</i>	43,0
4	<i>L. racemosa</i>	92,0	110,0	4	<i>L. racemosa</i>	65,0
5	<i>L. racemosa</i>	45,0	78,0	x		73,3
6	<i>L. racemosa</i>	79,0	-	s		29,7
7	<i>L. racemosa</i>	45,0	86,0			
8	<i>L. racemosa</i>	72,0	-			
9	<i>L. racemosa</i>	70,0	108,0			
10	<i>L. racemosa</i>	105,0	97,0			
11	<i>L. racemosa</i>	114,0	110,0			
12	<i>L. racemosa</i>	100,0	124,0			
13	<i>L. racemosa</i>	91,0	84,0			
14	<i>L. racemosa</i>	18,0	-			
15	<i>L. racemosa</i>	89,0	-			
16	<i>L. racemosa</i>	50,0	-			
x		74,9	99,7			
s		26,6	15,0			
1	<i>A. schaueriana</i>	39,0	41,0	1	<i>A. schaueriana</i>	39,0
2	<i>A. schaueriana</i>	59,0	-			
3	<i>A. schaueriana</i>	38,0	-			
4	<i>A. schaueriana</i>	20,0	-			
5	<i>A. schaueriana</i>	19,0	-			
6	<i>A. schaueriana</i>	31,0	-			
7	<i>A. schaueriana</i>	52,0	-			
8	<i>A. schaueriana</i>	41,0	-			
9	<i>A. schaueriana</i>	53,0	-			
10	<i>A. schaueriana</i>	42,0	-			
11	<i>A. schaueriana</i>	27,0	-			
x		38,3				
s		13,2				

x = média

s = desvio padrão

Tabela XXIV: Altura e espécie das plantas existentes na área D, antes do plantio com os pescadores e um ano depois na área D.

PLANTAS PRÉ EXISTENTES			
Núm	Espécie	Comprimento	
		5/5/1995	4/5/1995
1	<i>R. mangle</i>	71, deitada, s.v.	-
2	<i>R. mangle</i>	120	130
1	<i>L. racemosa</i>	61	86, deitada
2	<i>L. racemosa</i>	100, deitada, s.v.	88, deitada
3	<i>L. racemosa</i>	79	108, deitada
4	<i>L. racemosa</i>	84	120, deitada
5	<i>L. racemosa</i>	75	121, deitada
6	<i>L. racemosa</i>	77	89, deitada
7	<i>L. racemosa</i>	deitada, s.v. / 80	morta
8	<i>L. racemosa</i>	61	-
9	<i>L. racemosa</i>	60	-
10	<i>L. racemosa</i>	61	-
11	<i>L. racemosa</i>	81, s.v.	-
12	<i>L. racemosa</i>	65	-
13	<i>L. racemosa</i>	89	-
14	<i>L. racemosa</i>	74	-
15	<i>L. racemosa</i>	83, s.v.	-
16	<i>L. racemosa</i>	64, inclinada, s.v.	-
17	<i>L. racemosa</i>	77	-
18	<i>L. racemosa</i>	69, inclinada	-
19	<i>L. racemosa</i>	79	-
20	<i>L. racemosa</i>	91, deitada	-
21	<i>L. racemosa</i>	66	-
22	<i>L. racemosa</i>	68	-
23	<i>L. racemosa</i>	52	-
24	<i>L. racemosa</i>	91, deitada	-
25	<i>L. racemosa</i>	63, inclinada	-
26	<i>L. racemosa</i>	87	-
27	<i>L. racemosa</i>	73	-
28	<i>L. racemosa</i>	83	-
29	<i>L. racemosa</i>	83, s.v.	-
30	<i>L. racemosa</i>	105, s.v.	-
31	<i>L. racemosa</i>	deitada, s.v. / 85	-
32	<i>L. racemosa</i>	deitada, s.v. / 95	-
1	<i>A. schaueriana</i>	25, inclinada	-
2	<i>A. schaueriana</i>	94, s.v.	-
3	<i>A. schaueriana</i>	69	-

x = média

s = desvio padrão

s.v. = sentido da vazante

Tabela XXV: Avaliação do plantio com os pescadores realizado em 1995. Contagem dos propágulos de *R. mangle* nas áreas A, B, C subdivididas em 10 partes e na área D, subdividida em 8.

	ÁREA A			ÁREA B			ÁREA C		ÁREA D	
	27/06	26/07	11/09	27/06	27/07	13/09	27/07	13/09	27/07	13/09
1	123	124	9	77	71	2	0	0	30	0
2	100	91	0	23	25	7	117	0	27	0
3	130	155	12	67	64	5	5	0	25	0
4	129	119	8	52	61	2	73	0	148	0
5	139	153	13	104	103	10	190	6	74	0
6	103	90	5	43	43	3	152	0	129	0
7	134	129	17	249	224	7	136	2	19	0
8	105	82	2	157	131	8	87	8	158	0
9	130	123	4	58	54	1	216	2		
10	128	126	0	50	52	0	151	3		
T	1221	1192	70	880	828	45	1127	21	610	0

T = número total de propágulos encontrados em cada área

Anexo 1

Qualidade das águas entre o período de 1990 a 1996 no Rio Cubatão, a 1,5 Km a jusante da foz do Rio Perequê, perto da estrada de Ferro Santos-Jundiaí (Cetesb 1991, 1991b, 1992, 1993, 1994, 1995 e 1998).

Legenda:

Máximo permissível segundo o Decreto Conama para rios classe 3
Máximo permissível segundo o Decreto Conama para rios classe 2
A concentração do respectivo parâmetro é igual ou inferior ao plotado no gráfico
A concentração do respectivo parâmetro é igual a plotada no gráfico

Anexo II

Dados estruturais de manguezais da área do estuário
de Santos (Rodrigues & Roquetti-Humaitá, 1988)

Dados estruturais encontrados em alguns manguezais da área do estuário de Santos (Rodrigues & Roquetti-Humaitá, 1988)

Estação	Parcela	Altura da copa (m)	DENSIDADE		<i>R. mangle</i>	FREQUÊNCIA		DAP (cm)
			Nº ind/ 0,1ha	Nº tronco/ 0,1ha		<i>L. racemosa</i>	<i>A. schaueriana</i>	
Rio Cubatão	1	9,77	80	110	45,4	0,0	54,6	9,58
	2	7,63	190	270	92,6	3,7	3,7	5,47
Rio Cascalho	1	7,25	200	580	0,0	27,6	72,4	5,47
	2	6,93	120	290	3,4	6,9	89,7	5,99
Rio Casqueiro	1	6,00	150	190	52,6	5,3	42,1	6,60
	2	6,07	210	250	8,0	0,0	92,0	4,85
Rio Capivari Grande	1	7,16	350	460	43,5	0,0	56,5	5,54
	2	8,27	130	250	44,0	0,0	56,0	7,28
Rio Maria Ribeira	1	8,17	60	90	0,0	0,0	100,0	8,24
	2	9,27	150	180	61,1	0,0	38,9	8,34

Observações: 1) Tanto a parcela 1 quanto a 2 possuem 100m² sendo que a 1 localiza-se na franja externa do bosque e a Segunda, aproximadamente, a 20m da primeira em direção ao interior. Com exceção das estações do Rio Capivari Grande e Rio Maria Ribeira, onde as parcelas 1 e 2 são paralelas devido a dificuldade de locomoção na área.

2) A metodologia desse estudo seguiu a descrita em Cintrón & Schaeffer-Novelli (1981 e 1984).

DAP = diâmetro médio à altura do peito

AB = área basal

Anexo III

Teores de metais pesados e óleos e graxas no sedimento
nas estações de amostragem da área do Estuário de
Santos (Rodrigues & Roquetti-Humaitá, 1988)

Teores de metais pesados e óleos e graxas no sedimento nas estações de amostragem da área do Estuário de Santos (Rodrigues & Roquetti-Humaitá, 1988)

Metal \ Estação	CÁDMIO (µg/g)	CHUMBO (µg/g)	COBRE (µg/g)	CROMO T. (µg/g)	MERCÚRIO (µg/g)	ZINCO (µg/g)	ÓLEOS E Graxas (%)
Rio Cubatão	<0,12	14,0	9,96	11,5	0,98	40,1	0,72
Rio Cascalho	<0,12	14,9	10,8	5,20	1,60	42,1	*
Rio Casqueiro	<0,12	9,94	6,64	4,92	0,80	27,1	*
Rio Capivari Grande	<0,12	23,4	4,60	11,2	1,22	44,8	0,33
Rio Maria Ribeira	<0,12	9,70	3,11	1,49	0,25	13,7	0,29

* determinação não efetuada devido a problemas de amostragem