João Marcos Miragaia Schmiegelow

Manguezais do Sistema Estuarino de Santos (SP): Estrutura e Produção de Serapilheira

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

Orientadora:
Prof^a. Dr^a. Sônia Maria Flores Ganesella

São Paulo
2009

Universidade de São Paulo
Instituto Oceanográfico

Manguezais do Sistema Estuarino de Santos (SP): Estrutura e Produção de Serapilheira

João Marcos Miragaia Schmiegelow

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

Julgada em ____/____/____

Prof^a. Dr^a. Sônia Maria Flores Ganesella
(Orientadora)

Conceito

Prof(a). Dr(a).

Conceito

Prof(a). Dr(a).

Conceito

Prof(a). Dr(a).

Conceito

Prof(a). Dr(a).

Conceito

SUMÁRIO

<i>LISTA DE TABELAS</i>	<i>v</i>
<i>LISTA DE FIGURAS</i>	<i>viii</i>
<i>DEDICATÓRIA</i>	<i>xii</i>
<i>AGRADECIMENTOS</i>	<i>xiii</i>
<i>RESUMO</i>	<i>xv</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>xvi</i>
<i>INTRODUÇÃO</i>	<i>1</i>
<i>OBJETIVOS</i>	<i>6</i>
<i>HISTÓRICO DOS ESTUDOS FEITOS NA REGIÃO</i>	<i>7</i>
<i>DESCRIÇÃO DA ÁREA</i>	<i>11</i>
<i>GEOMORFOLOGIA</i>	<i>12</i>
<i>CLIMA</i>	<i>12</i>
<i>MARÉS</i>	<i>14</i>
<i>SISTEMA ESTUARINO</i>	<i>14</i>
<i>MANGUEZAIS</i>	<i>15</i>
<i>DEGRADAÇÃO/POLUIÇÃO</i>	<i>17</i>
<i>MATERIAL E MÉTODOS</i>	<i>21</i>
<i>FITOSSOCIOLOGIA</i>	<i>21</i>
<i>SERAPILHEIRA</i>	<i>24</i>
<i>FATORES AMBIENTAIS</i>	<i>25</i>
<i>CLIMA</i>	<i>25</i>
<i>SOLO</i>	<i>25</i>
<i>ANÁLISES ESTATÍSTICAS</i>	<i>26</i>

<i>RESULTADOS</i>	28
<i>FITOSSOCIOLOGIA</i>	28
<i>SERAPILHEIRA</i>	39
<i>FATORES AMBIENTAIS</i>	42
CLIMA	42
SOLO	44
<i>ANÁLISES MULTIVARIADAS</i>	44
<i>DISCUSSÃO</i>	47
<i>FITOSSOCIOLOGIA</i>	47
<i>SERAPILHEIRA</i>	67
<i>FATORES AMBIENTAIS</i>	76
CLIMA	76
SOLO	79
<i>ANÁLISES MULTIVARIADAS</i>	81
<i>CONCLUSÕES</i>	84
<i>BIBLIOGRAFIA</i>	87
<i>FIGURAS</i>	102
<i>TABELAS</i>	142

LISTA DE TABELAS

*Tabela 1: Cursos d'água doce da Baixada Santista que fluem para o sistema estuarino de Santos, onde Q_{lp} = vazão média de longo período; * flui parcialmente para o sistema estuarino.* _____ 143

Tabela 2: Local, nome usado neste trabalho, comprimentos e posicionamento geográfico das 20 transversais usadas para o estudo das áreas de manguezal. _____ 144

Tabela 2 (cont.): Local, nome usado neste trabalho, comprimentos e posicionamento geográfico das 20 transversais usadas para o estudo das áreas de manguezal. _____ 145

Tabela 3: Densidade de árvores mortas e vivas (valores multiplicados por 10 para padronização de área), altura média (desvio padrão entre parêntesis), área basal total e por categorias (em porcentagem), para cada uma das três espécies em cada faixa. O asterisco significa ausência de dado. DAP = diâmetro na altura do peito. _____ 146

Tabela 3 (cont.): Densidade de árvores mortas e vivas (valores multiplicados por 10 para padronização de área), altura média (desvio padrão entre parêntesis), área basal total e por categorias (em porcentagem), para cada uma das três espécies em cada faixa. O asterisco significa ausência de dado. DAP = diâmetro na altura do peito. _____ 147

Tabela 3 (cont.): Densidade de árvores mortas e vivas (valores multiplicados por 10 para padronização de área), altura média (desvio padrão entre parêntesis), área basal total e por categorias (em porcentagem), para cada uma das três espécies em cada faixa. O asterisco significa ausência de dado. DAP = diâmetro na altura do peito. _____ 148

Tabela 3 (cont.): Densidade de árvores mortas e vivas (valores multiplicados por 10 para padronização de área), altura média (desvio padrão entre parêntesis), área basal total e por categorias (em porcentagem), para cada uma das três espécies em cada faixa. O asterisco significa ausência de dado. DAP = diâmetro na altura do peito. _____ 149

Tabela 3 (cont.): Densidade de árvores mortas e vivas (valores multiplicados por 10 para padronização de área), altura média (desvio padrão entre parêntesis), área basal total e por categorias (em porcentagem), para cada uma das três espécies em cada faixa. O asterisco significa ausência de dado. DAP = diâmetro na altura do peito. _____ 150

*Tabela 4: Correlação de Pearson (r) significativo ao nível de 1% (em itálico e negrito) e ao nível de 5%, entre as médias dos descritores fitossociológicos e produção da serapilheira (dados logaritmizados), onde R_m = *R. mangle*, A_s = *A. schaueriana* e L_r = *L. racemosa*. Para a densidade dos descritores/produção de serapilheira com a densidade de árvores mortas, usaram-se apenas as transversais que tinham este valor ($n = 14$).* _____ 151

<i>Tabela 5: Densidade relativa, dominância relativa, frequência relativa e Valor de Importância para as três espécies arbóreas, nos locais estudados. _____</i>	<i>152</i>
<i>Tabela 5 (cont.): Densidade relativa, dominância relativa, frequência relativa e Valor de Importância para as três espécies arbóreas, nos locais estudados. _____</i>	<i>153</i>
<i>Tabela 6: Índice de Complexidade de Holdridge nas várias transversais estudadas, mostrando o número de espécies, número de árvores com diâmetro na altura do peito (DAP) maior que 10 cm, área basal (para DAP maior que 2,5 cm) e altura média das três maiores árvores por transversal. _____</i>	<i>154</i>
<i>Tabela 7: Datas de instalação dos cestos coletores de serapilheira, das coletas (“Data coleta”), dias de intervalo entre coletas (“Dias”) e mês considerado para fins de visualização nas figuras (“Mês”), nas 20 transversais estudadas (“Local”). Na coluna “Mês”, os meses estão abreviados pelas três primeiras letras. _____</i>	<i>155</i>
<i>Tabela 8: Produção média de serapilheira nos vários locais estudados _____</i>	<i>156</i>
<i>Tabela 9: Peso médio da serapilheira (sem madeira) por transversal e faixa (Fx.) por mês considerado. A unidade é g/m². O valor entre parêntesis na médias é o desvio padrão. Os meses estão abreviados pelas três primeiras letras. _____</i>	<i>157</i>
<i>Tabela 9 (cont.): Peso médio da serapilheira (sem madeira) por transversal e faixa (Fx.) por mês considerado. A unidade é g/m². O valor entre parêntesis na médias é o desvio padrão. Os meses estão abreviados pelas três primeiras letras. _____</i>	<i>158</i>
<i>Tabela 9 (cont.): Peso médio da serapilheira (sem madeira) por transversal e faixa (Fx.) por mês considerado. A unidade é g/m². O valor entre-parênteses na médias é o desvio padrão. Os meses estão abreviados pelas três primeiras letras. _____</i>	<i>159</i>
<i>Tabela 10: Média e desvio padrão dos valores mensais de serapilheira (g/m²/mês), excluindo o peso da madeira _____</i>	<i>160</i>
<i>Tabela 11: Média dos valores das frações da serapilheira para cada transversal, em porcentagem. _____</i>	<i>160</i>
<i>Tabela 12: Correlações de Pearson (r) significativo ao nível de 1% (em itálico e negrito) e ao nível de 5%, entre as variáveis ambientais e da produção da serapilheira, para as 20 transversais estudadas, onde Rm = R. mangle; As = A. schaueriana; Lr = L. racemosa. * não inclui o peso da madeira. _____</i>	<i>161</i>
<i>Tabela 13: Correlações de Pearson (r) significativo ao nível de 1% (em itálico e negrito) e ao nível de 5% entre as variáveis climáticas, durante o período de coleta da serapilheira. _____</i>	<i>161</i>
<i>Tabela 14: Parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957) e coeficiente de Trask dos sedimentos de dez transversais (médias das faixas 1, 2 e 4). _____</i>	<i>162</i>
<i>Tabela 15: Correlação de Pearson (r) significativo ao nível de 1% (em itálico e negrito) e ao nível de 5% entre descritores fitossociológicos e produção de serapilheira (médias das transversais em dados transformados para log₁₀+1). _____</i>	<i>162</i>

Tabela 16: Resumo dos vários descritores em três classes, e grupos formados pela análise de cluster, apresentados nas figuras que mostram o mapa do sistema estuarino com estas classificações. A cor amarela contém as transversais com os menores valores, a cor laranja contém valores intermediários e a vermelha os maiores valores. Os grupos formados pela análise de cluster são identificados pelas seguintes cores: Grupo 1 – rosa; Grupo 2 – creme; Grupo 3 – azul; Grupo 4 – verde. Os espaços em branco nas densidades de árvores mortas correspondem à ausência de informações.

Dens. = densidade. _____ 163

Tabela 17: Características dos trabalhos publicados sobre manguezais do sistema estuarino de Santos e canal de Bertioga. As letras em maiúsculo são: A. fitossociologia; B. área foliar; C. altura dos pneumatóforos de A.

schaueriana; D. taxa de renovação foliar; E. produção de serapilheira; F. taxa de decomposição; G. estoque de serapilheira; H. produção e queda de serapilheira. Os autores são: 1. "Grupo da Bertioga" apud Schaeffer-Novelli (1984); 2. Ponte et al. (1984); 3. Ponte et al. (1987); 4. CETESB (1988); 5. Ponte et al. (1990); 6. Peria et al. (1990); 7. Rodrigues et al. (1990); 8. Comelli et al., 1990 apud Comelli et al. (1994); 9. Comelli et al. (1994); 10. Lamparelli (1995); 11. Pozzi-Neto (2000); 12. Menghini (2004); 13. Fruehauf (2005); 14. Masuda et al. (2005); 15. Menghini (2008). Os números entre parêntesis são: (1) = inclui os dados de Ponte et al. (1984); (2) = Listadas no trabalho original; (3) = não publicado; (4) = fornecido por Masuda, L.S.M. (email) e NF = Não fornecido e DCPD = Diciclopentadieno. _____ 164

Tabela 18: Alguns dos principais resultados de fitossociologia publicados para o sistema estuarino de Santos e canal de Bertioga. Autores: 1. Ponte et al. (1987); 2. CETESB (1988); 3. Peria et al. (1990); 4. Rodrigues et al. (1990); 5. Comelli et al. (1990 apud Comelli et al., 1994); 6. Comelli et al. (1994); 7. Lamparelli (1995); 8. Menghini (2004). _____ 165

Tabela 18 (cont.): Alguns dos principais resultados de fitossociologia publicados para o sistema estuarino de Santos e canal de Bertioga. Autores: 9. Fruehauf (2005); 10. Menghini (2008). _____ 167

Tabela 19: Dados de produção média de serapilheira (g/m²/ano) publicados para a região do sistema estuarino de Santos e canal de Bertioga, segundo diversas fontes. Na tabela 16 constam mais informações sobre estes dados. (1) = médias do primeiro e segundo ano; (2) = menor e maior média (cinco anos de dados); (3) = não incluído o peso da madeira; NF = não fornecido. _____ 161

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Sub-bacias da Baixada Santista que contribuem com água doce para o sistema estuarino de Santos (exceção é a sub-bacia do rio Cabuçu, que lança suas águas no canal de Bertioga) (CETEC, 2000). _____ 103*
- Figura 2: Pluviosidade (barras) e temperaturas médias mensais (linha) para o município de Santos (dados de 1941 a 1970), segundo EMBRAPA (2009). 104*
- Figura 3: Exemplo da escolha aleatória para posicionamento das transversais, a partir de fotografia do Google Earth. O grid foi feito pelo próprio programa e a partir dele numerou-se os quadrados que margeiam o curso d'água considerado (neste caso o Rio Diana). A margem direita com números ímpares e a esquerda com pares (sentido jusante – montante). _____ 105*
- Figura 4: Local das 20 transversais usadas para o estudo do manguezal; o comprimento das transversais é proporcional ao tamanho real. Em amarelo está a área que foi sorteada para a escolha delas. A área de manguezal (em verde) foi obtida por Schmiegelow et al. (2008). _____ 105*
- Figura 5: Exemplo de posicionamento de transversal que acompanha o gradiente ambiental; neste exemplo é a transversal do canal de Bertioga, em fotografia do Google Earth. _____ 107*
- Figura 6: Exemplo da forma de posicionamento dos cestos coletores de serapilheira. Os quadrados pequenos são os locais centrais onde foram posicionadas as parcelas (faixas) e, a partir deste ponto, traçou-se 15 m para cada lado da transversal onde, por sorteio aleatório, três cestos foram posicionados. O local em questão é a transversal da Ilha Barnabé, sendo a posição das parcelas referidas nesta figura como barb1, barb2, barb3 e barb4. A foto de satélite foi obtida pelo Google Earth. _____ 107*
- Figura 7: Densidade média em cada uma das faixas e média total. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). Na caixa de texto estão os resultados da ANOVA para as quatro faixas. _____ 108*
- Figura 8: Densidade média relativa (%) em cada uma das faixas, para as três espécies arbóreas. _____ 108*
- Figura 9: Frequência das densidades das árvores por parcela (transformadas para áreas de 0,1 ha), para todas as transversais estudadas. Cada classe no eixo horizontal corresponde a valores iguais ou menores que ele e maiores que o valor anterior. _____ 109*
- Figura 10: Densidade média arbórea em três categorias, nas transversais estudadas. _____ 109*
- Figura 11: Densidade média das três espécies, por transversal. _____ 110*
- Figura 12: Densidade média das três espécies. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). Na caixa de texto estão os resultados da ANOVA para as três espécies. _____ 110*
- Figura 13: Frequência das densidades das árvores por parcela (transformadas para áreas de 0,1 ha) e por espécie para todas as transversais estudadas. Cada*

<i>classe no eixo horizontal corresponde a valores iguais ou menores que ele e maiores que o valor anterior.</i>	111
<i>Figura 14: Proporção entre árvores mortas e vivas (barras laranjas) e número total de árvores mortas (barras roxas) para as transversais que possuem este dado. O número total de árvores mortas foi dividido por 3000 para ser possível a representação de ambos valores na mesma escala.</i>	111
<i>Figura 15: Densidade média de árvores mortas em três categorias, nas transversais estudadas.</i>	113
<i>Figura 16: Altura média das árvores em cada uma das faixas e média total. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). Na caixa de texto estão os resultados da ANOVA para as quatro faixas.</i>	114
<i>Figura 17: Frequência das alturas das árvores por parcela, para todas as transversais estudadas. Cada classe no eixo horizontal corresponde a valores menores ou iguais a ele e maiores que o valor anterior.</i>	114
<i>Figura 18: Altura média das árvores em três categorias, nas várias transversais.</i>	115
<i>Figura 19: Altura média das três espécies e média total nas transversais. Estas estão organizadas em ordem decrescente pelos valores médios da altura.</i>	116
<i>Figura 20: Altura média das três espécies arbóreas. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). Na caixa de texto estão os resultados da ANOVA para as três espécies.</i>	116
<i>Figura 21: Frequência das alturas das três espécies arbóreas. Cada classe no eixo horizontal corresponde a valores menores ou iguais a ele e maiores que o valor anterior.</i>	117
<i>Figura 22: Perfil genérico do manguezal do sistema estuarino de Santos, segundo modelo publicado em Schaeffer-Novelli et al. (1990). O solo foi representado em linha plana para melhor se observar a variação das alturas médias. Para a elaboração desta ilustração, a região foi dividida nas quatro faixas, representando-se as características médias de altura e densidade em cada um deles.</i>	117
<i>Figura 23: Área basal média para cada uma das faixas. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). A linha é o intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). Na caixa de texto estão os resultados da ANOVA para as quatro faixas.</i>	118
<i>Figura 24: Área basal (%) em cada faixa para as três espécies arbóreas.</i>	118
<i>Figura 25: Distribuição dos valores das áreas basais médias, por parcela (transformadas para áreas de 0,1 ha), para todas as transversais estudadas. Cada classe no eixo horizontal corresponde a valores iguais ou menores que ele e maiores que o valor anterior.</i>	119
<i>Figura 26: Área basal segundo três categorias de DAP (diâmetro na altura do peito), em cada transversal estudada.</i>	120
<i>Figura 27: Diâmetro na altura do peito (DAP) segundo três categorias, em cada transversal.</i>	121
<i>Figura 28: Área basal em três categorias, nas várias transversais.</i>	122

- Figura 29: Área basal média por transversal para as três espécies arbóreas. 122
- Figura 30: Área basal média de cada espécie arbórea. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). Na caixa de texto estão os resultados da ANOVA para as três espécies. 123
- Figura 31: Frequência da área basal de cada espécie arbórea, nas parcelas (transformadas para áreas de 0,1 ha). Cada classe no eixo horizontal corresponde a valores iguais ou menores que ele e maiores que o valor anterior. 123
- Figura 32: Somatória do Índice de Valor de Importância para as três espécies arbóreas em todas as transversais estudadas. Na caixa de texto estão os resultados da ANOVA para os três valores. 124
- Figura 33: Índice de Valor de Importância para as 20 transversais estudadas. 125
- Figura 34: Índice de Complexidade de Holdridge para todas as transversais. 125
- Figura 35: Índice de Complexidade de Holdridge em três categorias, para as 20 transversais estudadas. 125
- Figura 36: Produção média mensal da serapilheira para todas as transversais. Os valores não incluem o peso da madeira. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). 126
- Figura 37: Produção média de serapilheira (sem incluir a madeira) em três categorias, para as 20 transversais estudadas. 127
- Figura 38: Produção média mensal de serapilheira nas quatro faixas e média total (sem incluir a madeira). As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). Na caixa de texto estão os resultados da ANOVA para as quatro faixas. 127
- Figura 39: Produção média de serapilheira, para as quatro faixas. A unidade do eixo vertical é $\text{g/m}^2/\text{mês}$. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). A escala do Rio Cascalho de Cima é diferente das outras. 128
- Figura 40: Produção média mensal da serapilheira das três espécies arbóreas para todas as transversais. 129
- Figura 41: Produção média mensal da serapilheira para todas as transversais, sem incluir a madeira. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). 129
- Figura 42: Produção média mensal da serapilheira nas quatro estações do ano. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). Na caixa de texto estão os resultados da ANOVA para as quatro estações. 130
- Figura 43: Produção média mensal das folhas de *R. mangle* para todas as transversais, nos meses avaliados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). 130
- Figura 44: Produção média mensal das folhas de *A. schaueriana* para todas as transversais, nos meses avaliados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). 131

<i>Figura 45: Produção média mensal das folhas de L. racemosa para todas as transversais, nos meses avaliados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).</i>	131
<i>Figura 46: Produção média das flores de R. mangle para os meses estudados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).</i>	132
<i>Figura 47: Produção média das flores de A. schaueriana para os meses estudados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).</i>	132
<i>Figura 48: Produção média das flores de L. racemosa para os meses estudados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).</i>	133
<i>Figura 49: Produção média dos frutos de R. mangle para os meses estudados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).</i>	133
<i>Figura 50: Produção média dos frutos de A. schaueriana para os meses estudados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).</i>	134
<i>Figura 51: Produção média dos frutos de L. racemosa para os meses estudados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).</i>	135
<i>Figura 52: Produção média de estípulas (R. mangle) para os meses estudados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).</i>	136
<i>Figura 53: Produção média de madeira para os meses estudados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).</i>	137
<i>Figura 54: Valores diários médios para os vários descritores climáticos, para os intervalos de coleta da serapilheira. Fonte: TuTiempo (2009).</i>	138
<i>Figura 55: Análise de Cluster dos cinco descritores para as características estruturais e produção de serapilheira do manguezal, usando o método de Ward.</i>	139
<i>Figura 56: Resultado dos quatro grupos formados pela análise de Cluster.</i>	140
<i>Figura 57: Análise de Componentes Principais de cinco descritores para as 20 transversais estudadas. O grupo representado pela cor vermelha correspondem ao de número 1, os de cor amarela o 2, os de cor azul o 3 e os de cor verde o 4.</i>	141
<i>Figura 58: Valores médios dos vários descritores nos quatro grupos formados pela análise de cluster.</i>	141

DEDICATÓRIA

*Dedico esta tese ao meu filho Tomás,
grande amor da minha vida, pelos
importantes anos que acabei sendo
“menos” pai do que eu gostaria, por
conta da dedicação na elaboração
deste trabalho.*

AGRADECIMENTOS

Com certeza começo agradecendo a minha orientadora, Prof. Dra. Sônia M. F. Giancesella, pelo grande apoio e suporte na elaboração deste trabalho. Com a sua experiência, sempre apontou as questões verdadeiramente importantes sobre este estudo, que muito me faziam pensar!

Em segundo lugar ao meu grande amigo, o biólogo (e mestrando) João Alberto P. dos Santos, que sem ele as coletas de campo com certeza teriam sido muito mais sofridas! Grande companheiro, sempre disposto a trabalhar duro, enfrentando como ninguém as agruras do trabalho externo!

Ao também meu amigo Dr. Roberto P. Borges, grande colaborador, em especial na área da estatística. Para a elaboração do desenho amostral deste trabalho o seu conhecimento foi fundamental.

Ao ex-aluno e agora colega de trabalho, o biólogo (e mestrando) Renan B. Ribeiro pelas muitas ajudas ao longo dos anos deste trabalho – no campo, excelente e perspicaz, sempre de bom humor e disposto a trabalhar pesado. Responsável também pelas figuras dos mapas feitas com o ArcView, que muito enriqueceram este estudo.

Aos diversos ex-alunos e estagiários que tive nestes anos todos e que muito se empenharam para o sucesso deste trabalho, seja no árduo trabalho em campo ou em laboratório. São eles: Maurício P. dos Santos, Bruno P. de Carli, Joaquim M. S. Coelho, Paula R. Aguiar, Evelyn F. Fiori e Renata H. Esper. Tiveram ainda vários outros que me auxiliaram por um tempo menor – não teria aqui como colocar o nome de todos, mas também muito lhes agradeço!

Ao Projeto Ecomanage¹ (“Integrated Ecological Coastal Zone Management System”), que financiou este trabalho, em especial ao Dr. Ramiro Neves (Maretec/IST – Lisboa/Portugal), idealizador do projeto. Também agradeço aos coordenadores do Projeto na Unisanta, Dr. Fabio Giordano e MSc. Gilberto Berzin.

¹ This project received research funding from European Commission's Six Framework Programme – Contract nº INCO-CT-2004-003715 (Dec2004-Nov2007)

Agradeço também ao “Seu” Rivaldo (Náutica Sangava na vila da “Pouca Farinha”), pelo bom humor e boa vontade em ajudar no que fosse preciso, para que as nossas saídas a campo fossem, dentro do possível, tranquilas!

Quero também externar um agradecimento aos funcionários da biblioteca “Gelso Vazzoler” (IOUSP), sempre prestativos e bem humorados! Agradeço em especial à Rai, Cida, Wagner e Maria! A pesquisa bibliográfica teria sido muito mais sem graça sem vocês!

À Dra Flávia M. P. Saldanha-Corrêa, pela amizade e auxílio dado ao longo dos anos deste trabalho.

Quero agradecer aos meus pais pelo apoio e torcida, e à Adriana, também pelo apoio (e torcida!) que sempre me deu, desde que nos conhecemos!

RESUMO

Manguezais do Sistema Estuarino de Santos (SP):

Estrutura e Produção de Serapilheira

Informações sobre a fitossociologia e produção de serapilheira foram obtidas em 20 transversais distribuídas ao longo dos manguezais do sistema estuarino de Santos. Em cada transversal avaliou-se a estrutura do bosque em quatro parcelas de 100 m² e a produção mensal da serapilheira coletada em 12 cestos ao longo de um ano. Analisou-se o conjunto de dados principalmente no nível de paisagem, encontrando-se que os descritores fitossociológicos não revelaram diferenças significativas ao longo do gradiente de inundação, embora ao mesmo tempo, os bosques tenham mostrado grandes variações desses descritores. As espécies *Rhizophora mangle* e *Avicennia schaueriana* mostraram valores de importância (“sensu” Curtis) estatisticamente iguais e substancialmente maiores que de *Laguncularia racemosa*. A produção de serapilheira, ao contrário, mostrou diferença significativa conforme a distância da água. O conjunto de dados foi submetido à análise de agrupamento e de componentes principais. A análise conjunta desses resultados permitiu verificar que os bosques foram agrupados, em quatro grupos: um com características de bosque mais maduro, outro bem mais jovem e os outros dois grupos revelaram-se intermediários e menos definidos. Verificou-se que a grande diversidade estrutural observada pode ser atribuída fundamentalmente ao fato do manguezal do sistema estuarino de Santos estar implantado em um ambiente com geomorfologia complexa, com inúmeros canais, oito bacias de drenagem e pluviosidade diferenciada conforme a distância da Serra do Mar. Isso gera um ambiente hídrico muito variado ao longo dos canais, de forma que essas diferenças no ambiente amplificam as diferenças naturalmente já encontradas nos ecossistemas de manguezal. Eventuais impactos antrópicos sobre este sistema podem ser fatores adicionais para explicar a diversidade estrutural observada.

Palavras-chave: manguezal, fitossociologia, serapilheira, sistema estuarino de Santos, *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa*.

ABSTRACT

Mangroves of Santos Estuarine System (SP):

Structure and Litter Production

Information about the phytosociology and litter production were obtained in 20 transects distributed along the mangroves of Santos estuarine system. The forest structure in each transect was evaluated in four parcels of 100 m² and the monthly litter production was collected in 12 baskets through one year. The data set was analyzed mainly under landscape aspect. The phytosociologic descriptors did not reveal significant differences along the flood gradient, but at the same time, the mangrove forests showed wide variations in these descriptors. *Rhizophora mangle* and *Avicennia schaueriana* presented statistically equal importance values (“sensu” Curtis) which were higher than those of *Laguncularia racemosa*. Litter production showed significant difference according to the water distance. Data set was submitted to cluster and principal components analysis. The joint analysis of these results indicated four groups: one with mature forest characteristics, other with young forest characteristics whereas the other two groups revealed intermediate and less defined characteristics. The large structural diversity found can be attributed mainly to the fact of the Santos estuarine system to present a complex geomorphology with countless channels, eight drainage basins and differentiated rainfall according to Serra do Mar distance, which produces a widely variable hydrologic environment along the channels. In such a way these environmental variability amplify the differences naturally found in the mangrove ecosystems. Eventual anthropic impacts on this system can be additional factors to explain the observed diversity structure.

Keywords: mangrove, phytosociology, litter production, Santos estuarine system, *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa*.

INTRODUÇÃO

Os estuários têm uma grande importância ecológica pois apresentam elevada produtividade natural e constituem um habitat natural de aves, mamíferos, peixes e diversos invertebrados; sua produtividade é oriunda de diversos produtores que aí encontram condições de se desenvolver.

Em estuários profundos e com águas mais transparentes, a base da cadeia alimentar é constituída pelo fitoplâncton enquanto nos rasos, pelos detritos das plantas vasculares (Odum & Heald, 1975). Por conta da sua gênese, estuários rasos ocorrem principalmente nas áreas mais quentes do planeta, como é o caso dos estuários brasileiros.

De uma maneira geral, na região do entremarés de áreas costeiras protegidas, portanto frequentemente em estuários, aparecem angiospermas pertencentes a dois grandes grupos: marismas e manguezais.

Schaeffer-Novelli (1995) define manguezal como sendo um ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés. É constituído de espécies vegetais lenhosas típicas (angiospermas), além de micro e macroalgas (criptógamas, adaptadas à flutuação de salinidade e caracterizadas por colonizarem sedimentos predominantemente lodosos, com baixos teores de oxigênio. Eles ocupam mais de 70% da linha de costa de regiões tropicais e subtropicais (Lacerda & Schaeffer Novelli, 1999).

Um grande número de fatores tem sido identificados como importantes determinantes na distribuição do manguezal em qualquer escala observada. Walsh (1974) listou as condições necessárias para a ocorrência e o estabelecimento de manguezais: temperatura média do mês mais frio superior a 20°C e amplitude térmica anual inferior a 5°C, substrato aluvial lamoso, ambiente costeiro abrigado, presença de água salgada e grande altura de marés. Chapman (1975) acrescentou ainda a necessidade de correntes oceânicas favoráveis em termos de temperatura e sentido de deslocamento e a presença de costa suficientemente rasa.

Soares (1997) fez um extenso levantamento bibliográfico listando as principais funções dos manguezais, como se segue:

- Fonte de detritos orgânicos para as águas costeiras adjacentes, constituindo a base de cadeias tróficas de importância econômica e/ou ecológica;
- Área de abrigo, reprodução, desenvolvimento e alimentação de espécies marinhas, estuarinas, límnicas e terrestres;
- Pontos de pouso para alimentação e descanso para diversas espécies de aves migratórias, ao longo de suas rotas de migração;
- Manutenção da diversidade biológica da região costeira;
- Proteção da linha de costa, evitando erosão da mesma e assoreamento dos corpos d'água adjacentes;
- Controlador de vazão e prevenção de inundações e proteção contra tempestades;
- Adsorção e imobilização de produtos químicos como metais pesados, filtro de poluentes e sedimentos, além de tratamento de esgotos em seus diferentes níveis;
- Fonte de recreação e lazer, associado a seu alto valor cênico;
- Fonte de alimento e produtos diversos, associados à subsistência de comunidades tradicionais que vivem em áreas vizinhas aos manguezais.

O manguezal é também importante agente naturalmente fixador de gás-carbônico atmosférico contribuindo, portanto, para a redução do efeito estufa. Os manguezais podem inclusive ser de grande importância como indicadores biológicos da elevação do nível do mar (Portugal, 2002).

Segundo Cintrón e Schaeffer-Novelli (1983) os manguezais apresentam uma grande variabilidade quanto ao seu desenvolvimento estrutural, como uma resposta aos múltiplos fatores físicos que operam com diferentes intensidades sobre o ambiente - as chamadas energias subsidiárias, termo cunhado por Odum (1967 *apud* Menghini, 2004). Estas energias subsidiárias compõem a assinatura energética do ecossistema, que é uma combinação dos fatores ambientais e os processos ecológicos que aí ocorrem (Twilley, 1995).

Os manguezais podem ser classificados segundo a geomorfologia, hidrologia e estado nutricional dos bosques (Lugo & Snedaker, 1974). Os tipos por eles criados foram: ribeirão, de franja, de bacia, ilhote ou inundado, arbustivo e anão; estes critérios foram criados baseando-se fundamentalmente na proximidade com o corpo d'água principal.

Mais tarde foram reagrupados por Cintrón *et al.* (1985 *apud* Schaeffer-Novelli *et al.* 2000) em apenas três tipos fisiográficos: ribeirão, franja, bacia; as outras denominações foram categorizados como tipos especiais dos três citados. Mais recentemente, Schaeffer-Novelli *et al.* (2000) sugeriram ainda, alterações nesta classificação para apenas dois tipos principais (franja e bacia) e três sub-tipos (ilhota, arbustivo e anão), onde o critério principal que os diferencia é a cinética da água e o hidroperíodo. O tipo franja ocupa regiões protegidas da costa, sendo o movimento vertical induzido pelas marés típico desses manguezais. O de bacia ocupa terrenos sujeitos ao menor fluxo das marés, sendo este algumas vezes restritos apenas às mares mais altas do ano; estes tipo de manguezal requer fluxo de água da chuva ou escoamento superficial para o seu melhor desenvolvimento. O tipo ribeirão, que seria um tipo particular de bosque de franja, designa aqueles que se desenvolvem às margens dos rios; devido ao fluxo intenso da água (marés e água doce), e a maior quantidade de nutrientes, esse tipo normalmente apresenta um alto grau de desenvolvimento.

Embora esse ecossistema seja muito importante, sendo um dos ecossistemas mais produtivos do mundo (Woodrofe, 1982), inclusive considerado como “área de preservação permanente” na legislação brasileira (Lamparelli, 1995), eles foram sofrendo ao longo do tempo, grande degradação.

A ação dos tensores induzidos pelo ser humano, somada a dos naturais que atuam sobre o ecossistema, limita o desenvolvimento do bosque interferindo tanto nas características estruturais como na diversidade funcional do ecossistema manguezal (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1984).

Mastaller (1990 *apud* Fruehauf, 2005) relacionam os principais tensores antrópicos no manguezal: desmatamento, que acelera o processo de

erosão das margens dos canais; alterações no regime hidráulico causando incremento da salinidade dos solos e eliminando ou diminuindo a flora e fauna; aterramento das áreas, reduzindo o ecossistema, diminuindo a capacidade de retenção de águas superficiais e interferindo na regeneração dos bosques; lançamento de dejetos na água, que alteram as propriedades físico-químicas da mesma, aumentando a demanda bioquímica do oxigênio (DBO) e originando contaminação patogênica e por metais; derramamento de petróleo causando a mortalidade de espécies aquáticas sensíveis, como os organismos filtradores, com conseqüente diminuição dos recursos pesqueiros; fogo, que causa a compactação e diminuição da umidade do solo, degradando a vegetação com eliminação seletiva e alterando a complexidade estrutural e eliminando completa ou parcialmente a fauna; caça e pesca, causando diminuição seletiva de espécies, desestruturando a cadeia alimentar e diminuindo os recursos alimentares.

As perturbações induzidas pelo homem, principalmente a conversão de áreas de manguezal em fazendas de carcinocultura, áreas para agricultura, usos urbanos, industriais, desvios e/ou aprisionamento de leitos de rios e os grandes derramamentos de óleo estão entre as mais importantes formas de perturbação para este ecossistema (Menghini, 2004).

A variabilidade florística é pequena no Brasil, como o é em todo novo mundo. Das seis espécies que ocorrem no Brasil segundo Schaeffer-Novelli & Cintrón (1986), apenas três ocorrem em São Paulo.

O Brasil possui em sua extensa costa, muitas áreas abrigadas que abrigam manguezais, desde a latitude 4°30'N até 28°30'S (Schaeffer-Novelli, 1989). A primeira estimativa da área recoberta por manguezais no Brasil foi realizada por Saenger *et al.* (1983) e forneceu o valor de 25.000 km²; alguns anos após, Herz (1991) estimou essa área através de imagens de satélite, como sendo de cerca de 10.100 km² e alguns anos após, Kjerfve & Lacerda (1993) estimaram como sendo de 13.800 km².

Segundo Lacerda (1999), do Rio de Janeiro ao limite sul de sua distribuição, estão apenas 5% dos manguezais brasileiros. Os manguezais da Baixada Santista, constituem, juntamente com os do sistema estuarino-lagunar

de Iguape-Cananéia, as duas principais áreas deste ecossistema no Estado de São Paulo (Lamparelli, 1995).

Apesar do tamanho relativamente grande e da importância estratégica da área dos manguezais do sistema estuarino de Santos há pouca informação sobre a sua estrutura e sua produção de serapilheira, a maior parte dela provindo de estudos desenvolvidos em pequenas áreas (veja “Histórico dos estudos feitos na região”, mais adiante), o que ensejou o presente estudo.

Por fim, Lugo (2002) listou alguns paradoxos relacionados aos manguezais, que permitem reflexão, embora vale notar que alguns não sejam totalmente verdadeiros. A seguir alguns deles: são ecossistemas simples de grande complexidade, são ecossistemas maduros dominados por espécies pioneiras, são resilientes e vulneráveis e, são vitais para os seres humanos, mas não são valorizados...

OBJETIVOS

Avaliar as características estruturais dos bosques de mangue do sistema estuarino de Santos;

Identificar as características estruturais dos bosques de mangue ao longo do gradiente de inundação;

Relacionar as características estruturais dos bosques de mangue com a granulometria local;

Quantificar a produção espaço-temporal de serapilheira nos bosques do sistema estuarino de Santos;

Relacionar a produção de serapilheira dos bosques ao longo do gradiente de inundação;

Determinar a contribuição das diversas frações da serapilheira (folhas, flores, frutos, estípulas e madeira);

Caracterizar a relação entre a produção de serapilheira com a estrutura dos bosques e fatores ambientais.

HISTÓRICO DOS ESTUDOS FEITOS NA REGIÃO

O único grupo de angiospermas do entremarés estudado no sistema estuarino de Santos é o dos manguezais; não há estudo sobre as marismas para a região, muito embora existam descrições de ocorrência, principalmente em levantamentos mais antigos. O canal de Bertioga é o local onde foram feitos mais estudos sobre manguezais na região.

Alguns estudos antigos descreveram genericamente os manguezais e marismas da região da Baixada Santista como os de Luedwaldt (1919) e de Andrade & Lamberti (1965).

A partir de 1984 começaram a aparecer trabalhos mais específicos sobre manguezais como o de Ponte *et al.* (1984) que estudaram a produção de serapilheira e decomposição foliar em um bosque impactado por petróleo (importante vazamento ocorrido em 1983) na região do canal de Bertioga.

Schaeffer-Novelli (1984) elaborou um laudo pericial sobre o impacto de um derramamento de petróleo no sistema estuarino de Santos. Embora não tenha obtido dados sobre os manguezais na ocasião, apresentou dados de produção foliar de serapilheira e taxas de renovação foliar para as três espécies arbóreas, entre 1981 e 1983, para um bosque de mangue no canal de Bertioga, disponibilizado por um grupo de estudos de manguezal denominado “Grupo da Bertioga”.

Ponte *et al.* (1987) registraram alterações nos bosques de mangue no canal de Bertioga, depois do derramamento de petróleo, comparando com dados obtidos antes do impacto (Ponte *et al.*, 1984). Obtiveram dados estruturais em quatro parcelas e através do método do quadrante centrado, medindo também áreas foliares com porcentagens de pastoreio.

A CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) fez um levantamento fitossociológico dos manguezais do Canal de Bertioga e sistema estuarino de Santos, amostrando 33 locais em 65 parcelas da franja e áreas contíguas, entre os anos de 1982 e 1984 (CETESB, 1988).

Ponte *et al.* (1990) analisaram os efeitos da produção de serapilheira em manguezal impactado por derramamento de petróleo no canal de Bertioga (o mesmo local estudado por Ponte *et al.*, 1984, 1987). Estes autores compararam informações de época anterior ao impacto com logo após o evento.

Peria *et al.* (1990) estudaram aspectos da estrutura do manguezal em cinco parcelas no canal de Bertioga (uma delas próximo ao Rio Itapanhaú e quatro próximas ao Rio Caiubura).

Rodrigues *et al.* (1990) estudaram duas parcelas em um bosque de mangue próximo ao Rio Iriri por vários anos, depois do derramamento de petróleo já comentado. Neste trabalho, os autores estudaram as características estruturais do manguezal e áreas foliares das três espécies arbóreas que ocorrem na região (*Rhizophora. mangle*, *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa*).

Comelli *et al.* (1990 *apud* Comelli *et al.*, 1994) em sua monografia de bacharelado, estudaram a estrutura de um bosque de mangue no Rio Branco (São Vicente).

Comelli *et al.* (1994) estudaram características fitossociológicas de uma área de manguezal de 400 m² (quatro parcelas) em Cubatão, próximo ao Rio Maria Ribeira. Estudaram também a área foliar das três espécies arbóreas encontradas, estimando a porcentagem de herbivoria e altura média dos pneumatóforos de *A. schaueriana*.

Rodrigues *et al.* (1995) fizeram análise de agrupamento (cluster) de diferentes áreas de manguezal da região, agrupando-as segundo as suas feições estruturais, em bosques com diferentes graus de degradação.

Lamparelli (1995) estudou duas áreas no canal de Bertioga, uma próxima ao Rio Iriri e outra próxima ao Rio Itapanhaú. Neste estudo a autora avaliou as características estruturais dos bosques, produção, estoque e decomposição da serapilheira e aspectos da ciclagem do carbono, nitrogênio e fósforo.

Em área no canal de Bertioga, Soares (1997) analisou a biomassa aérea de *R. mangle* e de *L. racemosa*, pelo método destrutivo, a fim de

determinar o melhor método de regressão para estimativa da biomassa total e por compartimentos, através da obtenção de medidas estruturais como altura, diâmetro na altura do peito (DAP) e área da copa.

Menezes (1999) fez experimentos de plantio de manguezal na tentativa de recuperar áreas impactadas em Cubatão. Esta autora também estudou o envolvimento da comunidade de pescadores em projetos e recuperação/conservação ambiental.

Pozzi-Neto (2000) obteve informações das características estruturais e fisiográficas de alguns bosques de mangue do sistema estuarino de Santos, próximos ao largo do Canéu, visando a valorar economicamente este ecossistema da região. Com as informações fisiográficas de campo, o autor estimou a área potencial de ser alagada pelas marés e assim a área potencial de ser invadida por um derramamento de petróleo. Além disso, com as informações fitossociológicas, estimou a biomassa foliar produzida, que foi convertida em biomassa animal equivalente.

Coelho-Jr *et al.* (2000) estudaram características de um manguezal no município de Bertioga, mas situado em outra rede hidrográfica que a do canal de Bertioga (Rio Guaratuba). Neste estudo, levantaram características da estrutura do bosque em quatro parcelas em transversal, que acompanhou o gradiente de inundação.

Menguini (2004) estudou uma área de mangue no sistema estuarino de Santos denominado na ilha Barnabé, local impactado em 1998 pelo derramamento de DCPD (d Policlopentadieno) seguido de incêndio. Para avaliar os impactos residuais e descrever os processos de recuperação natural, foram estudadas a fitossociologia, a área foliar, a microtopografia e produção da serapilheira durante 25 meses, entre 2002 e 2004.

Fruehauf (2005) avaliou a qualidade ambiental de áreas de manguezal em três locais do sistema estuarino de Santos, através da comparação entre cinco diferentes metais encontrados no solo, água, vegetação e organismos. Esta autora também avaliou as características estruturais dos bosques estudados.

Masuda *et al.* (2005), por conta de um projeto de compensação ambiental, analisaram a estrutura de um bosque no sistema estuarino de Santos (Rio Morráo), em quatro parcelas de uma transversal que acompanhou o gradiente de inundação.

Santos *et al.* (2007) fez um levantamento das áreas de manguezal no canal de Bertioga através de fotografias aéreas, com o objetivo de identificar alterações espaço-temporais em áreas de manguezal, por conta da introdução de estruturas náuticas entre 1962 e 1994.

Simões (2007) avaliou o teor de metais e pesticidas organoclorados em amostras de sedimento, água, folhas e raízes das três espécies arbóreas nas áreas de manguezais no sistema estuarino de Santos; as amostragens ocorreram em cinco locais, no ano de 2005.

Menghini (2008) deu continuidade ao seu estudo anterior (Menghini, 2004), avaliando a capacidade de recomposição natural dos manguezais na Ilha Barnabé em bosque impactado por derramamento e combustão do DCPD, monitorando a recomposição natural da vegetação (agora entre os anos de 2002 e 2007); a produção de serapilheira (mesmo intervalo de tempo) e a microtopografia (entre 2004 e 2008); também analisou fotografias aéreas em escala multitemporal (1962, 1972, 1994 e 2003) e fez a caracterização estrutural de bosques em diferentes estágios sucessionais.

DESCRIÇÃO DA ÁREA

O sistema estuarino de Santos pertence à microrregião de Santos, que por sua vez pertence à região metropolitana da Baixada Santista, criada através de Lei Complementar Estadual 815 de 30/07/1996. Esta região é compreendida pelos municípios de Bertioga, Cubatão, Guarujá, Praia Grande, Santos, São Vicente, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe ocupando uma área igual a 2.423 Km²; a microrregião de Santos, que compreende os primeiros seis municípios citados, cobre 1.354 km².

Goldenstein (1972) ao descrever a região, comenta que “a confusão das águas é grande e, às vezes, torna-se difícil distinguir meandros, de braços de rios ou de canais marinhos que formam dentro desses “largos” (Largos da Bertioga, de Santa Rita, do Canéu e de Cubatão) um verdadeiro emaranhado, comumente chamado de Lagamar Santista”.

Ainda segundo esta autora, devido a proximidade com a Serra do Mar, os rios da Baixada Santista são curtos e torrenciais até a chegada na planície, quando então mudam de regime, podendo-se definir assim, dois tipos de rios. O primeiro deles são os que possuem as suas nascentes na Serra do Mar, possuindo vales que separam esporões, nascendo assim torrenciais. Exemplo destes rios é o Cubatão, que se situa entre a Serra do Mar e o espigão chamado Morro da Mãe Maria. Outros são o Mogi e seu afluente Piaçaguera, entre as Serras de Mogi e do Mourão, o Quilombo, que nasce na Serra do Quilombo, separando esta da serra do Mourão. O último rio com nascente na Serra do Mar é o Jurubatuba, que se desenvolve em um vale entre a Serra do Quilombo e a de Jurubatuba. O outro tipo de rio são os de pequeno curso, praticamente de planície como o Rio Casqueiro, Cascalho, Mourão, Onças entre diversos outros (Goldenstein, 1972).

As sub-bacias hidrográficas que lançam suas águas no sistema estuarino de Santos estão representadas na Figura 1 e suas características de área e vazão na Tabela 1; nesta, não se incluiu a sub-bacia do Rio Cabuçu, que lança suas águas para o canal de Bertioga. A Vazão Média de Longo

Período para o sistema estuarino é menor que 40,37 m³/s (o da ilha de Santo Amaro o faz parcialmente já que somente a parte oeste contribui para o sistema estuarino).

GEOMORFOLOGIA

Segundo a classificação de Silveira (1964), que dividiu a costa brasileira em cinco setores, o sistema estuarino de Santos está situado na região denominada Litoral Sudeste ou das Escarpas Cristalinas; esta porção do litoral brasileiro é principalmente caracterizada pela presença da Serra do Mar em boa parte de sua extensão. Segundo o compartimento geomorfológico da região, Almeida (1964) a categoriza como pertencente à província Costeira e zona Baixadas Litorâneas.

Martin & Suguio (1989) descrevem como se deram as duas fases transgressivas durante o Quaternário para a Baixada Santista, a de Cananéia (120.000 anos A.P.) e a de Santos (nível máximo em 5.100 A.P.). Segundo eles, na primeira o mar atingiu o pé da Serra do Mar, havendo deposição de areias transgressivas sobre sedimentos argilosos de origem continental, na maior parte da região. Durante a maior regressão, quando o mar encontrava-se 110m abaixo do nível atual, os depósitos antigos foram parcialmente erodidos e, quando a transgressão de Santos ocorreu, o mar entrou nestas porções erodidas estabelecendo o sistema lagunar, na qual sedimentos argilosos foram depositados. Ao mesmo tempo, as partes mais altas dos depósitos marinhos do Pleistoceno (transgressão de Cananéia) foram erodidas, fornecendo material para a deposição como areias do Holoceno (transgressão Santos); uma extensa laguna formou-se então, sendo preenchida por sedimentos e invadida por manguezal durante o retorno do nível do mar para o seu nível presente.

CLIMA

Segundo Santos (1965), o clima da região onde se encontra o sistema estuarino de Santos, é denominado como do tipo Af (temperatura do mês mais

frio maior ou igual a 18°C e a precipitação do mês mais seco maior ou igual a 60mm) segundo classificação do sistema climática de Köppen-Geiger, mesmo segundo a nova classificação (Peel *et al.*, 2007).

Ainda segundo Santos (1965), pela classificação de Thornthwaite, a maior porção da Baixada Santista possui um clima do tipo super-úmido mesotermal sem época seca (AB' r) e na faixa à beira-mar, úmido, mesotermal, sem época seca (BB' r) (Thornthwaite, 1931).

Santa'Anna-Neto (1990) cita que nesta região ocorre o confronto entre climas controlados pelos sistemas tropicais e extratropicais, além de fenômenos frontológicos.

A temperatura máxima média é igual a 26,3°C e mínima média igual a 19,3°C, com média anual igual a 23,5°C (dados entre janeiro de 2003 e outubro de 2008 obtidos através de TuTiempo, 2008). Para este mesmo intervalo de tempo, a pressão atmosférica média foi igual a 1.015,6 mb a umidade relativa média igual a 75,9% e a velocidade média dos ventos de 8,3 km/h (TuTiempo, 2008), sendo predominantes do quadrante sul (Santos, 1965).

A precipitação pluvial anual média é igual a 2.541 mm (médias dos anos de 1957 a 1961, segundo Santos, 1965). A precipitação pluvial é maior no verão (janeiro a março) sendo menor no inverno (julho a agosto) (Figura 2), não ocorrendo uma real estação seca (Goldenstein, 1972; Pellegatti, 2007). Segundo Martin & Suguio (1989) e Pellegatti (2007), a alta umidade da atmosfera (ventos úmidos do oceano) e a barreira da Serra do Mar (efeito orográfico) são as principais causas para a alta pluviosidade da região.

A velocidade média dos ventos é de 2,3 m.s⁻¹ (dados entre janeiro de 2003 e outubro de 2008 obtidos de TuTiempo, 2008). Segundo Harari *et al.* (2008) os ventos provenientes do leste são dominantes para todas as estações do ano apresentando alterações nas condições atmosféricas típicas quando da chegada das chamadas frentes frias. Neste caso, o vento roda de leste para norte e oeste, seguido por ventos do sul; na sequência, os ventos rodam novamente para leste, retornando às condições originais. As intensidades e durações destas instabilidades variam ao longo do ano, sendo mais freqüentes e fortes no inverno; os ventos leste são fracos (menor que 3 m.s⁻¹) e de longa

duração (cinco a 10 dias) enquanto que os ventos do giro (de leste para norte e oeste) duram poucas horas, produzido entretanto ventos de forte intensidade (maior que 10 m.s^{-1}), caracterizando as chegadas das frentes frias, seguido por também fortes ventos sul (entre 5 e 10 m.s^{-1}) durante um a três dias (Harari *et al.*, 2008).

A quantidade de luz solar apresenta variação conforme a época do ano: valores menores que 110h sol/10d de julho a outubro e superiores a 120h sol/10d no período de dezembro a maio, com picos nos meses de janeiro a fevereiro (INMET *apud* Lamparelli, 1995).

MARÉS

A maré da região é categorizada como semi-diurna com desigualdades diárias; tem amplitudes de 0,60 m e 0,14 m para marés de sizígia e quadratura, respectivamente (Harari & Camargo, 1995).

Segundo Harari *et al.* (1990) a onda de maré se propaga simultaneamente pelos canais de Santos e São Vicente e pelo Canal de Bertioga, de modo que as amplitudes médias variam entre 27 cm na quadratura e 123 cm na sizígia.

SISTEMA ESTUARINO

Segundo Miranda (1990) e Miranda *et al.* (2002), o estuário de Santos, por ter múltiplas cabeceiras e mais de uma ligação com o oceano, pode ser considerado um “sistema estuarino”. Além disso, embora o estuário pertença a diversos municípios, adota-se costumeiramente o termo sistema estuarino de Santos, termo inclusive já usado por Tommasi (1979) para este ambiente; assim adotar-se-á esta denominação neste trabalho.

Segundo Soares (1997), o sistema estuarino de Santos pode ser considerado como do tipo V ou vale de rio afogado, segundo classificação proposta por Thom (esse autor classificou os ambientes possíveis de serem ocupados por manguezais baseado na geofísica, geomorfologia e biologia).

Segundo DAEE/CETESB (1977), o sistema estuarino de Santos pode ser considerado como estuário do tipo planície costeira, segundo classificação de Pritchard.

Moser (2002) em seu estudo na região, cita que a região do Largo do Canéu, interior do estuário de Santos, pode ser classificada com altamente estratificada, apresentando esta condição em todos os períodos estudados. O médio canal estuarino de Santos apresenta estratificação moderada (no período de baixa pluviosidade e durante a sizígia de março); nos outros períodos pode ser classificada como altamente estratificada (janeiro, sizígia e quadratura e março, quadratura). A região do médio canal estuarino de São Vicente geralmente apresenta salinidades baixas em toda a coluna de água, sendo classificada entre bem misturado e parcialmente misturado.

Segundo Harari *et al.* (2008), o sistema estuarino, é considerado como parcialmente misturado e fracamente estratificado próximo à sua entrada, indicando que parte da energia da maré é responsável pela mistura vertical da coluna d'água.

MANGUEZAIS

Segundo IPT (1981) a origem dos manguezais do litoral do estado de São Paulo deve remontar no máximo ao início da fase regressiva que sucedeu ao maior avanço da transgressão Santos, entre 5.100 e 5.200 A.P..

Schaeffer-Novelli *et al.* (1990) dividiram o litoral brasileiro em oito unidades fisiográficas com base no relevo, tipo de solo, cobertura vegetal, temperatura média anual, evapotranspiração potencial, amplitude das marés médias e de sizígia, estando o sistema estuarino de Santos situado na unidade VII, que vai de Cabo Frio à Torres (23°00'S a 29°20'S). Os manguezais deste segmento apresentam um desenvolvimento estrutural menor do que aqueles localizados mais ao norte, havendo uma grande variabilidade da distribuição das plantas ao longo dos perfis topográficos, dificultando a determinação de zonas definidas. É comum neste segmento, principalmente em sua porção sul, observar bosques marginais (ribeirinhos ou franja) com desenvolvimento estrutural superior aos manguezais mais internos (bacia). Os manguezais

dessa região apresentam um gradiente em termos estruturais, com indivíduos mais altos margeando estuários, canais e à jusante de alguns rios; são encontrados *Rhizophora*, *Laguncularia* e *Avicennia* formando florestas mistas ou monoespecíficas.

Kjerfve & Lacerda (1993) dividiram os manguezais brasileiros em três grupos principais, estando os da Baixada Santista no da Costa Sudeste, que vai do Rio de Janeiro até Santa Catarina. Segundo estes autores, para esta região, a amplitude de maré é baixa e os manguezais estão restritos, basicamente, aos deltas de rios, lagoas costeiras e baías. Em alguns locais entretanto, os bosques de mangue são mais abundantes e melhor desenvolvidos do que na Costa Nordeste. As florestas consistem de árvores geralmente abaixo de 10 m de altura, dominadas por *Rhizophora mangle*.

Devido à geomorfologia da costa do estado de São Paulo (na região sul a Serra do Mar encontra-se cada vez mais distante do litoral dando lugar a extensas planícies costeiras), as maiores áreas de manguezal encontram-se nas porções média e sul dessa costa (Herz, 1991; Lamparelli, 1995). Para o litoral paulista, Herz (1991) através de interpretação de imagens de satélite (datadas de 1985), estimou que os manguezais ocupavam uma área de 231.101 m², excluídas as áreas de apicuns (constituído principalmente de *Acrosticum*, *Hibiscus* e *Crinum*) e de marismas (*Spartina*).

O litoral norte apresenta 0,3% das áreas de manguezal do estado, estando 44,4% na Baixada Santista e 55,3% no litoral sul, principalmente no complexo lagunar de Iguape-Cananéia (Herz, 1991). Segundo Lamparelli & Moura (1998), os principais municípios do sistema estuarino de Santos, Santos, São Vicente e Cubatão eram cobertos por 69,7 km² de manguezais; Herz (1991) estimou como 72,1 km².

Schmiegelow *et al.* (2008) estimaram a área de manguezal que margeia o sistema estuarino de Santos usando imagens de satélite do Google Earth Plus (obtidas em outubro e novembro de 2005) e fotografias aéreas da Base Cartográfica do município de Santos (ano de 2002); além disso estes autores fizeram a confirmação em campo usando GPS. Com o software ARCVIEW, a área total de manguezal na área de estudo foi calculada como

71,3 km², distribuída nos municípios como se segue: Santos, 31%, São Vicente, 23%, Cubatão 22%, Guarujá, 14% e Praia Grande, 10%. A CETESB (1991) estimou valores como 39%, 18%, 22%, 14%, 6% respectivamente para os municípios citados acima.

Todos estes levantamentos citados não podem ser comparados de forma estrita, pois não se sabe exatamente os locais abrangidos por cada um deles com exceção do de Schmiegelow *et al.* (2008) que se sabe exatamente as áreas incluídas. Nesse levantamento, por exemplo, incluiu-se o canal de Bertiooga até o largo do Candinho, enquanto que o Lamparelli & Moura (1998) e o de Herz (1991) não chegaram até lá; o da CETESB (1991) provavelmente incluiu toda a área ocupada por manguezais de Baixada Santista.

DEGRADAÇÃO/POLUIÇÃO

Em especial no passado, o manguezal era conhecido como uma imensa área a ser saneada, um empecilho à expansão das cidades e abertura de estradas (Bonetti-Filho, 1996). Rodrigues (1965), por exemplo, forneceu detalhes de como remover a lama ou aterrar a área para construção de estradas. Essa forma de pensar norteou ações no passado que favoreceram a destruição deste ecossistema e continua ainda a nortear um certo número de indivíduos (Branco, 1984). Além da destruição para a expansão das cidades e estradas, o manguê da região da Baixada Santista foi muito usado para a extração do tanino.

Há dez anos, Lacerda (1999) afirmou que os manguezais brasileiros em sua maior parte ainda permaneciam pouco impactados, particularmente no litoral da região Norte; na região Sudeste esta situação era diferente entretanto, por conta da acelerada urbanização e industrialização que resultou na eliminação de uma fração apreciável da cobertura original do manguezal. Durante a década de 1970, com o acelerado desenvolvimento urbano do litoral brasileiro, diversas áreas desse ecossistema foram apropriadas para a construção de marinas e projetos urbanísticos.

No litoral Sudeste e Sul, o extrativismo impera nos sistemas costeiros, porém mais danosos são os aterros, lixões, empreendimentos imobiliários,

efluentes industriais, que são instalados nos espaços dos manguezais, por serem considerados terra de baixo custo (Schaeffer-Novelli, 2000).

Herz (1991) estimou que 8,5% dos manguezais do litoral paulista eram constituídos por ambiente alterado (modificados estruturalmente, de caráter total ou parcial, pela instalação de caminhos, estradas, construções, aterros, atividades agrícolas ou de aquicultura) e 3,6% por ambiente degradado (áreas de corte parcial ou total, expondo o substrato com troncos cortados ou pequenos arbustos de regeneração).

Há alguns anos, um estudo da CETESB (1991) encontrou que os manguezais do canal de Bertioga e de São Vicente eram os que estavam mais bem conservados na região do sistema estuarino de Santos. Este estudo, baseado em fotografias aéreas obtidas entre 1958 e 1989, mostrou que 16% haviam sido aterrados para ocupação urbana e industrial, 31% estavam ocupados por manguezais degradados e 13% por manguezais altamente degradados; apenas 40% deles encontravam-se razoavelmente bem conservados.

Segundo Tognella (1995), os manguezais localizados na Baixada Santista estão entre um dos mais impactados do estado e do Brasil. O município de Cubatão é provavelmente o mais alterado entre os estuários brasileiros, como resultado de intensa degradação ambiental (Menezes, 1999).

Mais recentemente, um estudo sobre a região do canal de Bertioga, baseado em fotografias aéreas entre 1962 e 1994, mostrou haver supressão da vegetação de 78% dos bosques de mangue na margem insular do canal (Santos *et al.*, 2007).

Segundo Tognella (1995), a região (Rio Iriri e Canal de Bertioga) foi cenário da primeira ação judicial contra lesões ao meio ambiente em decorrência do vazamento de óleo em um bosque de mangue, devido ao rompimento de oleoduto, ocorrido em 1983.

O sistema estuarino de Santos representa os mais importantes exemplos brasileiros de degradação ambiental por poluição hídrica e atmosférica de origem industrial em ambientes costeiros (CETESB, 2001).

A degradação dos manguezais do sistema estuarino de Santos está associada aos derramamentos de óleo e à influência dos rios Cubatão e Mogi, cuja qualidade da suas águas é comprometida pelo lançamento dos efluentes do complexo industrial e urbano de Cubatão e pelas águas da represa Billings que descem a serra para alimentar a usina de Henry Borden (CETESB, 1990).

Além disso, na região correm sérios problemas socioambientais, resultantes de atividades muito diversas e mesmo conflitantes: a região abriga uma grande zona industrial implantada na área interna do estuário, o maior porto da América Latina e representa a principal área turística de veraneio do estado (Belchior, 2008).

Segundo Jakob (2003 *apud* Belchior, 2008) iniciou-se um processo de favelização nos municípios do sistema estuarino, pela migração de pessoas vindas do sudeste e nordeste do país – este aumento populacional obrigou a uma descentralização espacial da população, gerando um crescimento desordenado nas zonas periféricas. Este crescimento não foi acompanhado de adequada rede de coleta e tratamento adequado do esgoto, e, como a maioria das submoradias encontra-se nas margens dos rios e manguezais, volumes consideráveis de efluentes domésticos são drenados positivamente no estuário (CETEC, 2000).

A presença de um dos grandes pólos industriais, petroquímico e portuário brasileiro, constitui importante fonte de poluição às águas da Baixada Santista; a região conta ainda com o aporte dos esgotos domésticos e industriais das cidades de São Paulo, Santos, Cubatão e São Vicente (Tommasi, 1979).

A proximidade da região metropolitana de São Paulo como centro consumidor, a construção de uma desenvolvida infra-estrutura de transporte rodoviário, ferroviário e portuário e a facilidade de obtenção de água e energia elétrica devido à proximidade e abundância de rios na região, levaram, a partir da década de 1950 à implantação de diversas indústrias de base (siderurgia, petroquímica, de fertilizantes etc), dando origem ao Parque Industrial de Cubatão (CETESB, 2001).

Segundo a CETESB (2001), diversos estudos na região foram feitos a partir de 1974, sendo que todos eles constataram comprometimento ambiental aquático nos locais avaliados. Segundo esse órgão ambiental, as causas principais para esse quadro de degradação foi a poluição de origem doméstica e industrial, responsáveis pela contaminação química e microbiológica, e as alterações físicas dos habitats resultantes de processos de erosão, assoreamento, aterros de canais e manguezais e intervenções no sistema de drenagem. As fontes poluentes potenciais são representadas por mais de dez grandes indústrias, 12 terminais portuários, além do aterro sanitário de Cubatão e do Guarujá e lixões de Santos, São Vicente, Praia Grande e de Pilões (CETESB, 2001).

O processo de degradação dos ecossistemas costeiros e os efeitos deletérios da poluição começaram a ser revertidos a partir de 1984, quando se deu início a um programa de controle da poluição do ar, das águas e do solo, no pólo industrial de Cubatão (CETESB, 2001).

O último grande levantamento sobre o estado ambiental do sistema estuarino de Santos iniciou-se em 1999 e abrangeu diversos pontos de coleta de água, sedimentos, peixes, crustáceos e moluscos, além da análise de diversos parâmetros. Esse grande levantamento indicou que o sistema, apesar da redução da poluição, ainda encontra-se comprometido nos seus vários compartimentos, inclusive na biota aquática, que é consumida por moradores da região (CETESB, 2001).

MATERIAL E MÉTODOS

FITOSSOCIOLOGIA

Para estudar a estrutura fitossociológica do sistema estuarino de Santos seguiu-se a metodologia proposta por Schaeffer-Novelli & Cintrón (1986), que é baseada na obtenção de informações estruturais do bosque em áreas conhecidas, comumente denominadas parcelas. Obteve-se o diâmetro dos caules das árvores na altura do peito (DAP) com fita métrica, e altura com vara telescópica ou telêmetro. Todos os dados foram convertidos para 0,1ha.

Com os dados de DAP obtiveram-se as áreas basais, segundo a fórmula:

$$\text{Área Basal} = 0,00007854(\text{DAP})^2$$

Obteve-se também o número de caules mortos, embora nas quatro faixas das transversais Bertioga, Diana, Jurubatuba, Barnabé e Pedreira e nos de número 1 e 3 do Rio Cascalho de Baixo, os dados tenham sido extraviados.

Organizou-se o estudo da fitossociologia dos manguezais do sistema estuarino de Santos pensando-se na seguinte questão: sabe-se a priori que os manguezais do sistema estuarino de Santos são relativamente heterogêneos (ex: CETESB, 1988). A estratégia para avaliar os manguezais foi então o da amostragem aleatória em 20 áreas definidas à priori, segundo os maiores cursos d'água, como canais estuarinos e rios importantes do sistema estuarino de Santos.

A amostragem aleatória torna as amostras probabilísticas, pois dá a elas uma probabilidade conhecida e diferente de zero; isso significa que elas podem ser analisadas sob a óptica da estatística. Segundo Underwood (1997), amostras aleatórias são na média representativas e, além disso são também independentes. Assim, não são enviesadas, o que significa que o valor médio esperado dos estimadores das amostras é exatamente o parâmetro a ser

estimado. Não usar amostragem aleatória implica a possibilidade de se obter uma imagem distorcida de uma população (Snedecor & Cochran, 1980).

Após a escolha dos 20 cursos d'água usou-se fotografias de satélite do Google Earth com um grid de três segundos (latitude/longitude) correspondente a um quadrado de 85 m de lado (Figura 3). Dos 71,3 km² ocupados por manguezais no sistema estuarino de Santos (Schmiegelow *et al.*, 2008), a área potencial que esteve sujeita à amostragem foi igual a 31,6 km² (44,4%) (Figura 4).

Foram numerados os quadrados do grid que estavam na interface curso d'água/manguezal e a escolha deles se deu a partir de uma tabela de números aleatórios gerada pelo software Excel. As transversais em geral foram traçadas perpendiculares à linha d'água, sempre acompanhando o gradiente ambiental (Figura 5); o comprimento destas transversais variou segundo as características das regiões, entre 117 m e 287 m (Tabela 2).

Uma outra questão sobre a amostragem é que se sabe *a priori* que tipicamente existe um gradiente ambiental em manguezais, por conta da variação do nível da água pelas marés. Este gradiente pode gerar características diferentes do bosque conforme a distância da água e assim, para amostrar este ambiente utilizou-se de amostragem sistemática (Jager & Looman, 1995).

As transversais foram assim divididas em quatro faixas: franja (aqui denominado como a região mais externa do bosque e não na classificação de Lugo & Snedaker, 1974), porção final e duas outras posicionadas em um quarto e três quartos do comprimento total da transversal. Estas faixas foram designadas pelos números de 1 a 4, sendo o 1 a franja da transversal, o 4 a porção final e o 2 e 3 as posições intermediárias. Este modelo de amostragem sistemática (pontos eqüidistantes em uma transversal), segue a idéia de Matteucci & Colma (1982), pois permite detectar variações espaciais ao longo da transversal, admitindo a comparação entre populações.

As coordenadas geográficas foram obtidas pelo Google Earth sendo posteriormente transferidas para um GPS (Garmin 76 Map ou E-trex Venture),

a fim de se chegar nos pontos escolhidos. Em cada um dos quatro faixas montou-se uma parcela de 10 por 10 m (0,01ha).

Foram obtidos dois índices de desenvolvimento estrutural dos bosques: Índice de Valor de Importância (Curtis, 1959) e o Índice de Complexidade (Holdridge, 1965 *apud* Holdridge *et al.*, 1971). O primeiro é um índice da importância estrutural das espécies arbóreas nos diversos bosques; é um valor relativo que integra a importância de cada uma das espécies, em relação à sua densidade, área basal e frequência. Abaixo estão as fórmulas para o cálculo:

Densidade relativa = número de indivíduos de uma espécie/número total de indivíduos x 100

Dominância relativa = área basal total de uma espécie/área basal de todas as espécies x 100

Frequência relativa = frequência de ocorrência de uma espécie/soma das frequências de todas as espécies x 100

Índice de Valor de Importância = densidade relativa + dominância relativa + frequência relativa

Assim, o valor máximo para uma espécie é igual a 300 e ocorre em bosques monoespecíficos.

O segundo índice resulta em uma descrição quantitativa da complexidade estrutural de ambientes vegetados, combinando o número de espécies (número médio de espécies para 0,1 ha), densidade (número médio de árvores para 0,1 ha), área basal (m² para 0,1 ha) e altura (média da árvore mais alta em cada parcela de 0,1 ha).

Ele foi usado pela primeira vez para manguezais por Lugo & Cintrón (1975), que propuseram que árvores menores que 2,5 cm de DAP não deveriam ser incluídas; Pool *et al.* (1977) também não incluíram árvores menores que este valor. Cintrón & Schaeffer-Novelli (1983) propuseram que a altura deveria ser a média das três árvores mais altas em bosques onde as copas não fossem uniformes. No presente trabalho optou-se por usar a altura máxima das três maiores árvores. Quando se testou usar a altura média, as

diferenças encontradas não foram grandes – quando listadas em ordem decrescente de valores deste índice, não houve troca de posição para nove transversais, sendo que para cinco delas houve inversão de apenas uma posição.

Assim, este índice foi computado para áreas de 0,1 ha como o produto do número de espécies, densidade, área basal (para DAP's maiores que 2,5 cm) e altura (média das três maiores árvores de cada parcela), dividido por 1000.

SERAPILHEIRA

A fim de estimar a produção mensal de serapilheira, entre dezembro de 2005 e janeiro de 2006 posicionaram-se 240 cestos coletores de serapilheira de 80 x 80 cm com 2 x 2 mm de malha.

Estes foram fixos com fio de nylon em troncos e galhos das árvores, a cerca de 1,5 m acima do substrato. Eles foram posicionadas nas quatro faixas onde foram montadas as parcelas.

Em cada faixa foram colocados três cestos, posicionados de forma perpendicular à transversal principal, sendo aleatórias as distâncias entre eles (tabela de números aleatórios pelo Excel), em intervalos mínimos de 3 m; esta distância foi definida levando-se em conta o distanciamento médio das árvores em uma área de estudo no canal de Bertioga há alguns anos (trabalho desenvolvido pelo autor e colaboradores – não publicado). A distância máxima foi de 15 m de cada lado da transversal (Figura 6). Para se chegar aos locais de instalação usou-se o GPS e o posicionamento correto dos três cestos em cada faixa foi encontrado com trena e bússola.

A idéia de se colocar três cestos na altura de cada faixa foi o de se incluir réplicas que, segundo Green (1979), “diferenças entre, somente podem ser demonstradas por comparação com diferenças dentro”.

O material foi separado em folhas, flores, frutos (por espécie) (propágulos e sementes foram incluídos nesta última categoria), estípulas (*R. mangle*) e madeira. Em uma única vez e em uma única transversal (primeira

coleta no canal de Bertioga), não se procedeu à separação dos diversos componentes da serapilheira por espécie. Depois de coletada, a serapilheira foi seca em estufa (70°C por pelo menos 72h) (Dehairs *et al.*, 2000) e foi pesada em balança eletrônica (Quimis, modelo Q-510-1500, com 0,05 g de precisão).

O peso seco obtido para cada um dos itens foi convertido para metro quadrado, sendo dividido pelo número de dias do intervalo entre as coletas e depois multiplicado por 30, para se obter a produção média mensal para cada cesto. Utilizou-se os valores médios dos três cestos.

FATORES AMBIENTAIS

CLIMA

Foram obtidos dados climáticos para o período de estudo da produção de serapilheira, através do site “TuTiempo” (TuTiempo, 2008), que obtém os dados da base aérea de Santos, situada no próprio sistema estuarino; o período analisado foi de dezembro de 2005 a dezembro de 2007. Obtiveram-se dados de temperatura média do ar, pluviosidade, pressão atmosférica, umidade relativa do ar e velocidade média dos ventos.

SOLO

Analisou-se a granulometria das faixas 1, 2 e 4 de dez transversais escolhidas de forma aleatória (tabela de números aleatório do Excel), totalizando portanto, 30 amostras. As transversais analisadas foram: Rio Diana, Ilha Barnabé, Córrego Nossa Senhora das Neves, Rio Quilombo, Canal de Piaçaguera, Rio Pedreira, Rio Piaçabuçu, Rio Queirozes, Rio Santana e Rio Branco.

A técnica foi a da pipetagem e peneiramento (Suguio, 1973) obtendo-se o coeficiente de Trask (relação entre quartis 75 e 25 da distribuição do tamanho do grão) e os seguintes parâmetros estatísticos (Folk & Ward, 1957): Φ (Φ_i - logarítmo negativo do diâmetro da partícula, em mm), desvio padrão

(grau de seleção do sedimento), assimetria (grau de assimetria da curva de frequência), curtose (forma da curva de frequência).

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O intervalo de confiança (para $\alpha \leq 0,05$) foi aplicado em diversas comparações como densidade, altura, área basal e produção de serapilheira nas quatro faixas, nas médias e entre as três espécies arbóreas e em diversas produções das frações de serapilheira – estas análises estão indicadas nos gráficos de barra na forma de linhas, tendo sido feitas com o Excel 2007.

Aplicou-se em diversas comparações a ANOVA com o software PAST (versão 1.66) (Hammer *et al.*, 2001). Quando este teste mostrou haver diferenças significativas ($\alpha \leq 0,05$) e o número de variáveis foi maior do que dois, aplicou-se o teste Tukey para identificar entre quais delas ocorreu a diferença. Os resultados da ANOVA são apresentados nas figuras ($\bar{E}$, $\bar{p}$ e graus de liberdade), sendo algumas vezes entretanto, mostrados apenas no texto; os testes de Tukey são apresentados apenas no texto.

Aplicou-se também, em diversos momentos, a correlação de Pearson, apresentado o r quando $\alpha \leq 0,05$ e $\alpha \leq 0,01$, sempre sendo indicado o nível de significância; o software usado para este teste foi o Statistica 8.0 (Statsoft, 2007). Os valores ausentes de altura dos indivíduos de cada espécie foram substituídos pelas médias de altura daquela espécie na transversal. Os ausentes de densidade de árvores mortas, quando em apenas uma ou duas faixas, também usou-se a média da transversal.

Aplicou-se análise multivariada de agrupamento (cluster) e componentes principais (PCA). No caso da primeira análise, ela corresponde a uma análise multidimensional de partição de uma coleção de objetos ou descritores de um estudo (Legendre & Legendre, 1998). A métrica de semelhança escolhida para a análise de Cluster foi a Bray-Curtis, utilizando os dados transformados ($\log_{10} + 1$) e o método de agrupamento foi o de Ward. As análises foram feitas com o software Fitopac (versão 1.6.4). Para se determinar o número de grupos formados, utilizou-se o programa K-means2 (Legendre, 2001). Segundo este autor, este software fornece um algoritmo para partição

de um conjunto de elementos em determinado número de agrupamentos K, utilizando o método dos mínimos quadrados e o ajustamento das médias no decorrer dos processo de interações.

Para a aplicação desta análise de agrupamentos, testou-se os seguintes descritores: densidade de árvores (número/0,1 ha), a altura média das árvores (m), área basal média (área basal/0,1 ha), a produção de serapilheira ($\text{g/m}^2/\text{mês}$), a complexidade de Holdridge, a densidade, área basal e o Índice de Valor de Importância das três espécies arbóreas (em porcentagem) e latitude (a densidade de árvores mortas não foi incluída, pois não haviam dados para todas as transecções). A escolha dos descritores para participarem da análise de cluster se deu pela maior correlação cofenética, pois segundo Shepherd (2006), valores de 0,7 ou mais são considerados satisfatórios como representação da matriz original – este índice é usado principalmente para indicar se a representação obtida no dendrograma é adequada.

Fez-se também uma análise de componentes principais usando os dados transformados ($\log_{10} + 1$), com o software Fitopac (versão 1.6.4). Comparou-se a variância dos dados (eixos fatoriais 1 e 2) com uma matriz aleatorizada (1000 permutações) com o software Resampling 2.0 – Instructional.

RESULTADOS

FITOSSOCIOLOGIA

Nas análises apresentadas foram consideradas todas as árvores nas três categorias de DAP (diâmetro na altura do peito), aquelas menores que 2,5 cm, entre este valor e 10 cm e as maiores que 10 cm, salvo exceções explicadas no texto. Isso foi feito, pois se considerou importante incluir as árvores menores, no intuito de melhor caracterizar a estrutura dos bosques. Em um dado instante sempre haverá árvores jovens, mesmo que após algum tempo não sobrevivam – a biomassa total assim tende a se manter constante no tempo.

Nas quatro faixas das 20 transversais estudadas (80 parcelas), encontraram-se 3870 indivíduos de três espécies: *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa*.

A faixa 3 apresentou maior número médio de indivíduos, seguido pelas faixas 1, 4 e 2, nessa ordem; os intervalos de confiança ($\alpha \leq 0,05$) mostraram entretanto, que todos os valores situaram-se dentro do mesmo intervalo. A ANOVA aplicada às quatro faixas mostrou não haver diferença significativa entre elas (Figura 7).

A densidade das três espécies em cada faixa revelou que na primeira delas a espécie com a maior densidade média foi *A. schaueriana* seguida por *R. mangle*; *L. racemosa* sempre apresentou a menor densidade (Figura 8). A ANOVA mostrou haver diferença significativa entre as espécies na primeira faixa ($F = 10,97$; $p = 0,000093$; graus de liberdade-GL = 59). O teste de Tukey mostrou que ocorreu diferença entre *R. mangle* e *L. racemosa* ($p = 0,0015$) e entre *A. schaueriana* e *L. racemosa* ($p = 0,00028$). Nas demais faixas a ANOVA indicou que em todas elas também ocorre diferença significativa (faixa 2: $F = 6,32$; $p = 0,0033$; GL = 59; faixa 3: $F = 6,85$; $p = 0,0022$; GL = 59; faixa 4: $F = 5,49$; $p = 0,0066$; GL = 59). Aplicando-se o teste de Tukey encontrou-se que para todas as faixas não ocorreu diferença entre *R. mangle* e *A. schaueriana* (faixa 2: $p = 0,76$; faixa 3: $p = 0,37$; faixa 4: $p = 0,63$) mas em todas ocorreu diferença significativa entre *R. mangle* e *L. racemosa* (faixa 2: $p = 0,0039$; faixa 3: $p = 0,0017$; faixa 4: $p = 0,0060$). Comparando-se *A.*

schaueriana e *L. racemosa* encontrou-se que para a faixa 2, ocorreu diferença significativa ($p = 0,027$), mas para as faixas 3 e 4 esta diferença não foi suficientemente grande ($p = 0,064$ e $0,065$, respectivamente).

Para *R. mangle* a menor densidade ocorreu na segunda faixa com 410 árvores/0,1ha seguida pela primeira faixa com 435 árvores/0,1ha e depois a quarta com 448 árvores/0,1ha e a terceira com 592 árvores/0,1ha (a Tabela 3 mostra os dados da densidade por transversal e por faixa). A ANOVA não mostrou diferença significativa entre as faixas ($F = 0,84$; $p = 0,48$; $GL = 79$).

Para *A. schaueriana* a menor densidade ocorreu também na segunda faixa com 337 árvores/0,1ha seguida pela quarta com 354 árvores/0,1ha, pela terceira com 419 árvores/0,1ha e a primeira teve 498 árvores/0,1ha (a Tabela 3 mostra os dados da densidade por transversal e por faixa). A ANOVA não indicou diferença entre as faixas para esta espécie ($F = 0,61$; $p = 0,61$; $GL = 79$).

Para *L. racemosa* a menor densidade ocorreu mais uma vez na faixa 2 com 63 árvores/0,1ha seguida pela faixa 1 com 66 árvores/0,1ha, seguida pela faixa 4 com 122 árvores/0,1ha tendo a faixa 3 a maior densidade (126 árvores/0,1ha) (a Tabela 3 mostra os dados da densidade por transversal e por faixa). O teste da ANOVA não evidenciou diferença significativa entre as faixas ($F = 1,46$; $p = 0,23$; $GL = 79$).

A distribuição de frequência de todas as densidades arbóreas para todas as parcelas (dados transformados para 0,1ha) é mostrada na figura 9. Nota-se uma distribuição bimodal no gráfico, indicando dois tipos de bosques em relação a esta variável: um tipo mais freqüente com densidade entre 500 e 700 árvores/0,1ha e outro, menos freqüente, com densidade de indivíduos entre 100 e 300 árvores/0,1ha. Apenas duas parcelas tiveram densidades menores ou iguais a 100 árvores/0,1ha e apenas três tiveram valores maiores que 900 indivíduos/0,1ha.

A densidade média de todas as parcelas foi igual 483,8 ($\pm 204,8$) árvores/0,1ha (Figura 7) sendo que a densidade média máxima encontrada foi igual a 797,5 ($\pm 353,0$) árvores/0,1ha para as quatro parcelas da transversal do Córrego Nossa Senhora das Neves, seguido pela do Rio Piaçabuçu com 727,5

($\pm 135,7$) árvores/0,1ha (Tabela 3; Figuras 10 e 11). A menor densidade média encontrada foi igual a 227,5 ($\pm 184,1$) árvores/0,1ha para as quatro parcelas da transversal da Ilha Barnabé, seguida pela transversal do Rio Quilombo com 252,5 ($\pm 244,7$) árvores/0,1ha (Tabela 3; Figuras 10 e 11).

A maior densidade por parcela ocorreu na terceira faixa da transversal do Córrego Nossa Senhora das Neves com 1270 árvores/0,1ha, seguido pela segunda faixa da transversal do Rio Mariana com 1030 árvores/0,1ha. As menores densidades ocorreram na terceira faixa do Rio Quilombo com 80 árvores/0,1ha, seguido pela segunda faixa da Ilha Barnabé com 90 árvores/0,1ha (Tabela 3).

A maior densidade média ocorreu para *R. mangle*, com 248,0 ($\pm 197,1$) árvores/0,1ha, seguida por *A. schaueriana* com 214,4 ($\pm 208,1$) árvores/0,1ha e por *L. racemosa* com 57,1 ($\pm 66,6$) árvores/0,1ha (Figura 12); as duas espécies com as maiores densidades encontram-se entretanto, dentro do mesmo intervalo de confiança ($\alpha \leq 0,05$). A ANOVA mostrou haver diferença entre a média das três espécies (Figura 12); o teste de Tukey mostrou que a densidade de *L. racemosa* é significativamente diferente de *R. mangle* e de *A. schaueriana* (ambas com $p = 0,00002$) mas não entre essas duas espécies.

A frequência da densidade para *R. mangle* mostrou que em 72,4% das parcelas onde esta espécie ocorreu ($n=55$), a densidade foi menor ou igual a 300 indivíduos/0,1ha; o maior número de parcelas por classe teve densidade menor ou igual a 100 indivíduos/0,1ha ($n=21$) (Figura 13). Para a espécie *A. schaueriana*, em 78,7% das parcelas onde esta espécie ocorreu ($n=59$), a densidade foi menor ou igual a 300 indivíduos/0,1ha; o maior número de parcelas por classe teve densidade menor ou igual a 100 indivíduos/0,1ha ($n=27$) (Figura 13). Para *L. racemosa*, em 86,4% das parcelas onde esta espécie ocorreu ($n=57$), a densidade foi menor ou igual a 100 indivíduos (Figura 13).

A maior densidade de *R. mangle* ocorreu na transversal do Rio Branco com 209 indivíduos para as quatro parcelas, seguido pela transversal do Córrego Nossa Senhora das Neves com 196 indivíduos. A menor densidade

desta espécie ocorreu na transversal da Ilha Barnabé com seis indivíduos, seguido pela do Rio Mariana com 14 indivíduos (Tabela 3).

A maior densidade de *A. schaueriana* ocorreu na transversal do Rio Piaçabuçu, com 227 indivíduos para as quatro parcelas da transversal, seguido pela transversal do Rio Mariana, com 212 indivíduos. A menor densidade desta espécie ocorreu na transversal do Rio Queirozes com cinco indivíduos, seguido pela do Rio Jurubatuba com 14 indivíduos (Tabela 3).

A maior densidade de *L. racemosa* ocorreu na transversal do Córrego Nossa Senhora das Neves com 66 indivíduos, seguido pela do Canal dos Barreiros com 49 indivíduos. As menores densidades desta espécie ocorreram nas transversais do Rio Diana e Rio Quilombo, com um e dois indivíduos, respectivamente (Tabela 3).

A densidade máxima de *R. mangle* por parcela, ocorreu na terceira faixa da transversal Córrego Nossa Senhora das Neves com 85 indivíduos, seguida pela terceira faixa do Rio Branco com 81 árvores. Para a espécie *A. schaueriana*, o maior número de indivíduos por parcela, ocorreu na segunda faixa do Rio Mariana com 100 indivíduos, seguido pela primeira faixa da transversal Rio Cascalho de Baixo com 73 indivíduos. Para *L. racemosa*, o maior número de indivíduos por parcela, ocorreu na terceira faixa da transversal do Córrego Nossa Senhora das Neves, com 36 indivíduos, seguido pela quarta faixa do Canal dos Barreiros com 26 indivíduos (Tabela 3).

Em quatro parcelas (5,0% do total) não ocorreu *R. mangle* – nas primeiras faixas do Rio Cubarão e Ilha Duas Barras e segundas faixas da Ilha Barnabé e Rio Mariana. *A. schaueriana* não ocorreu em cinco parcelas (6,3% do total) - faixa 4 do Rio Quilombo, segunda e quarta do Rio Maranhos e terceira e quarta do Rio Queirozes. Já *L. racemosa* não ocorreu em 14 parcelas (17,5%) - segunda, terceira e quarta faixas do Rio Diana, segundas e terceiras da Ilha Barnabé e Rio Queirozes, primeira e segunda do Rio Pedreira, terceira e quarta do Rio Quilombo, quarta do Rio Branco e primeiras da Ilha Duas Barras e Rio Maranhos (Tabela 3).

O número total de troncos encontrados nas 80 parcelas foi igual a 5030 tendo uma média de 62,9 ($\pm 31,7$) troncos por parcela (0,01ha) (a Tabela

3 mostra os valores por transversal e por parcela). O número total de troncos foi 30,0% maior que o de árvores. *L. racemosa* é a espécie que mais teve troncos, 67,9% maior que o número de árvores, seguido por *A. schaueriana* com 38,5% e *R. mangle* com 15,1%. A transversal que apresentou mais diferença entre número de troncos e árvores foi a do Rio Cubatão com valor 64,4% maior de troncos e a transversal com a menor diferença foi a do Rio Queirozes com 6,7% (Tabela 3).

O número de troncos com DAP menor que 2,5 cm foi igual a 44,8% do total, com DAP entre 2,5 e 10,0 cm foi igual a 48,6% e maior que 10,0 cm foi igual a 6,5%.

Dentre as transversais com dados de árvores mortas, a do Córrego Nossa Senhora das Neves teve o maior número delas em termos proporcionais com o número de indivíduos vivos (0,46), enquanto a transversal do Canal dos Barreiros teve o maior número absoluto ($n=56$); a do canal de Piaçaguera foi a que menor número de árvores mortas teve, tanto em termos relativos (0,03), quanto absolutos ($n=10$) (Tabela 3; Figuras 14 e 15).

Aplicando-se a correlação de Pearson para a densidade média de árvores mortas, de densidade média de árvores vivas e de densidade média de cada uma das três espécies com os outros descritores fitossociológicos, produção de serapilheira e índice de complexidade de Holdridge, encontraram-se nove correlações (Tabela 4), descritas a seguir.

A densidade média total mostrou-se positivamente correlacionada com a densidade de árvores mortas e negativamente correlacionada com a densidade média de *A. schaueriana* (ambas para $\alpha \leq 5\%$). A densidade média de árvores mortas mostrou-se positivamente correlacionada com a altura média de *L. racemosa* ($\alpha \leq 5\%$). A densidade média de *R. mangle* mostrou-se positivamente correlacionada com a sua área basal ($\alpha \leq 1\%$), assim como negativamente correlacionada com a área basal de *A. schaueriana* e Índice de Complexidade de Holdridge (ambas para $\alpha \leq 5\%$). A densidade de *A. schaueriana* mostrou-se positivamente correlacionada com a sua área basal e negativamente com a área basal de *R. mangle* (ambas para $\alpha \leq 1\%$). Por fim, a

densidade de *L. racemosa* mostrou-se positivamente correlacionada com a sua área basal ($\alpha \leq 1\%$) (Tabela 4).

A faixa 2 teve a maior altura média (4,63 m) seguida pela faixa 1 (4,56 m), faixa 4 (4,53 m) e faixa 3 (4,46 m); todas entretanto, estão no mesmo intervalo de confiança para $\alpha \leq 0,05$. A ANOVA mostrou que as faixas não são significativamente diferentes entre elas (Figura 16).

A distribuição de frequência das alturas (Figura 17), mostrou tendência para ser bimodal com um grupo maior que 5,0 m e outro menor que este valor. 83,8% (n=67) das parcelas tiveram a altura média menor ou igual a 6,0 m e maior que 3,5m. Apenas duas parcelas tiveram valores médios menores ou iguais a 3,0 m e maiores que 2,5 m. Onze delas (13,8%) tiveram altura média maior que 6,5 m (Figura 17).

A altura média das árvores estudadas foi igual a 4,54 ($\pm 2,45$) m (Figura 16), sendo que na transversal do Rio Queirozes ocorreu a maior altura média (6,12 $\pm 2,54$ m) seguido pela transversal do Rio Quilombo (6,10 $\pm 3,65$ m) (Figuras 18 e 19). A transversal do Rio Pedreira teve a menor altura média com 3,37 ($\pm 2,23$) m; a transversal do Rio Branco veio a seguir com 3,47 ($\pm 2,46$) m (Figuras 18 e 19).

Para a espécie *R. mangle*, a transversal do Rio Cubatão mostrou que suas 50 árvores tiveram a maior altura média igual a 6,76 ($\pm 1,73$) m seguida pela transversal do Rio Quilombo cujas 83 árvores tiveram altura média igual a 6,10 ($\pm 3,67$) m (Tabela 3; Figura 19). A transversal da Ilha Duas Barras teve a menor altura média, com os 76 indivíduos tendo em média 2,64 ($\pm 0,88$) m, seguido pelas transversais do Rio Branco (2,83 $\pm 1,88$ m) e do Rio Pedreira (2,83 $\pm 1,87$ m (Tabela 3; Figura 19).

Para a espécie *A. schaueriana*, a transversal do Rio Queirozes teve a maior altura média (9,40 $\pm 2,41$ m) embora tenham ocorrido apenas cinco indivíduos em toda a transversal; a com a segunda maior média de altura foi a do Rio Quilombo, onde suas 16 árvores tiveram uma altura média igual a 6,64 ($\pm 3,60$) m (Tabela 3; Figura 19). A transversal do Canal da Piaçaguera teve a menor altura média para a espécie, com 43 árvores que mediram 2,97 ($\pm 1,69$)

m, seguido pela transversal do Rio Maranhos com 4,12 ($\pm 2,52$) m ($n=17$) (Tabela 3; Figura 19).

Para a espécie *L. racemosa*, a transversal do Rio Cubatão teve a maior média de altura, com 7,99 ($\pm 1,91$) m ($n=10$), seguido pela transversal do Canal dos Barreiros com 7,07 ($\pm 1,28$) m (Tabela 3; Figura 19). A transversal do Rio Quilombo teve a menor altura pois os dois exemplares tiveram um valor médio igual a 2,40 ($\pm 0,14$) m. A transversal do Rio Diana teve a segunda menor altura pois o único exemplar desta espécie, mediu 3,83 m (Tabela 3; Figura 19).

L. racemosa teve a maior altura média (5,48 $\pm 2,13$ m), seguida por *A. schaueriana* com 4,91 m ($\pm 2,45$) m; *R. mangle* teve a menor média com 4,04 ($\pm 2,40$) m (Figura 20) (nem todas as árvores tiveram a sua altura medida: 3,0% das árvores da espécie *R. mangle* não tiveram, assim como 8,5% de *A. schaueriana* e 2,9% de *L. racemosa*). Os valores das alturas médias das espécies foram significativamente diferentes, pois os intervalos de confiança não se encontraram ($\alpha \leq 0,5$). Comparando-se essas alturas pela ANOVA, encontrou-se que as três espécies são distintas (Figura 20); o teste de Tukey evidenciou que a altura média de *R. mangle* foi diferente da de *A. schaueriana*, esta foi diferente de *L. racemosa* e esta última foi diferente de *R. mangle* ($p = 0,000002$, $0,0002$ e $0,000002$, respectivamente).

A classe de altura com o maior número de indivíduos da espécie *R. mangle* foi a menor que 2 m ($n=416$); somente um indivíduo teve altura maior que 13 m (13,1m) (Figura 21) e ocorreu na faixa 3 do Rio Quilombo.

A classe de altura com o maior número de indivíduos de *A. schaueriana* foi maior que 4 m e menor ou igual a 5 m ($n=269$); sete indivíduos mediram mais que 13 m (Figura 21). A árvore mais alta desta espécie mediu 14,3 m e ocorreu na faixa 4 da transversal do Largo da Pompeba.

A classe de altura com o maior número de indivíduos de *L. racemosa* foi a maior que 4 m e menor ou igual a 5 m ($n=84$); dez indivíduos foram mais altos que 10 m (Figura 21). A árvore mais alta desta espécie mediu 12,5 m e ocorreu na faixa 1 da transversal do Rio Piaçabuçu.

A figura 22 mostra o perfil médio dos manguezais estudados segundo modelo em Schaeffer-Novelli *et al.* (1990); grosso modo, nesse perfil se observa que houve pouca variação conforme a distância da água, tanto para altura quanto para a densidade.

A correlação de Pearson aplicada entre as alturas médias (total e das três espécies) e os outros descritores fitossociológicos, produção de serapilheira e Índice de Complexidade de Holdridge, mostrou haver oito correlações significativas entre elas (Tabela 4).

A altura média total mostrou-se positivamente correlacionada com a área basal média total, com altura de *R. mangle* (ambas para $\alpha \leq 0,01$) e com a altura média de *A. schaueriana* ($\alpha \leq 0,05$). A altura média de *R. mangle* também revelou-se positivamente correlacionada com a área basal média total ($\alpha \leq 1\%$). A altura média de *A. schaueriana* também se mostrou positivamente correlacionada com a área basal média total e negativamente com a área basal média de *L. racemosa* (ambas para $\alpha \leq 5\%$). A altura desta última espécie mostrou-se positivamente correlacionada com a sua área basal ($\alpha \leq 1\%$) além de com a densidade de árvores mortas (Tabela 4), já mencionada.

A faixa 1 foi a que apresentou a maior área basal média seguida pelas faixas 3, 4, e 2, embora todas elas estejam dentro do mesmo intervalo de confiança para $\alpha \leq 0,5$. A ANOVA confirmou não haver diferença significativa entre as faixas (Figura 23).

Com relação à área basal de cada uma das três espécies nas quatro faixas (Figura 24) a ANOVA não indicou diferença significativa para nenhuma delas ($F = 0,10, 0,80, 0,48$; $p = 0,96, 0,50, 0,70$; $GL = 75, 74, 65$ para *R. mangle*, *A. schaueriana* e *L. racemosa*, respectivamente).

A espécie com a maior área basal média foi *A. schaueriana* na faixa 1 (Figura 24). A ANOVA revelou diferença significativa entre as espécies nesta faixa ($F = 9,04$; $p = 0,00039$; $GL = 59$) - o teste de Tukey mostrou que ela ocorreu entre *R. mangle* e *A. schaueriana* ($p = 0,029$) e entre esta e *L. racemosa* ($p = 0,00037$); não ocorreu diferença significativa entre *R. mangle* e *L. racemosa* ($p = 0,27$). Na faixa 2 a ANOVA também evidenciou haver diferença significativa entre as espécies ($F = 7,75$; $p = 0,0011$; $GL = 59$) - o

teste de Tukey mostrou que ela ocorreu entre *R. mangle* e *L. racemosa* ($p = 0,010$) e entre esta e *A. schaueriana* ($p = 0,0015$); não ocorreu diferença significativa entre *R. mangle* e *A. schaueriana* ($p = 0,79$). Na faixa 3 a ANOVA também indicou diferença significativa ($F = 3,67$; $p = 0,031$; $GL = 59$), mas o teste de Tukey mostrou que a diferença ocorreu apenas entre *A. schaueriana* e *L. racemosa* ($p = 0,032$); *R. mangle* com *A. schaueriana* e *R. mangle* com *L. racemosa* mostraram valores de $p = 0,82$ e $0,12$, respectivamente. A quarta faixa indicou, pela ANOVA, que houve diferença significativa entre as espécies; o teste de Tukey mostrou que ela ocorreu apenas entre *A. schaueriana* e *L. racemosa* ($p = 0,052$). As outras espécies não mostraram diferenças significativas entre si ($p = 0,86$ e $0,16$ respectivamente para *R. mangle* e *A. schaueriana* e *R. mangle* e *L. racemosa*).

Para *R. mangle* a menor área basal ocorreu na primeira faixa com $1,01 \text{ m}^2/0,1\text{ha}$ seguido pela quarta com $1,08 \text{ m}^2/0,1\text{ha}$, depois a terceira com $1,10 \text{ m}^2/0,1\text{ha}$ e a segunda com $1,12 \text{ m}^2/0,1\text{ha}$ (a Tabela 3 mostra os dados da área basal por transversal e por faixa). A ANOVA não mostrou diferença significativa entre as faixas ($F = 0,043$; $p = 0,99$; $GL = 79$).

Para *A. schaueriana* a menor área basal ocorreu na quarta faixa com $1,25 \text{ m}^2/0,1\text{ha}$ seguida pela terceira com $1,27 \text{ m}^2/0,1\text{ha}$, pela segunda com $1,29 \text{ m}^2/0,1\text{ha}$ e a primeira teve $1,84 \text{ m}^2/0,1\text{ha}$ (a Tabela 3 mostra os dados da área basal por transversal e por faixa). A ANOVA não revelou diferença entre as faixas para esta espécie ($F = 1,20$; $p = 0,31$; $GL = 79$).

Para *L. racemosa* a menor densidade ocorreu na faixa 2 com $0,31 \text{ m}^2/0,1\text{ha}$ seguida pela faixa 4 com $0,46 \text{ m}^2/0,1\text{ha}$, seguida pela faixa 3 com $0,51 \text{ m}^2/0,1\text{ha}$ tendo a primeira a maior área basal ($0,52 \text{ m}^2/0,1\text{ha}$) (a Tabela 3 mostra os dados da área basal por transversal e por faixa). A ANOVA não mostrou diferença significativa entre as faixas ($F = 0,46$; $p = 0,70$; $GL = 79$).

A área basal de metade do número de parcelas estudadas foi maior que $1,4 \text{ m}^2/0,1\text{ha}$ e menor ou igual a $1,8 \text{ m}^2/0,1\text{ha}$ (Figura 25). Apenas uma parcela teve valor menor ou igual a $0,6 \text{ m}^2/0,1\text{ha}$ assim como também houve apenas uma com área basal maior que $2,6 \text{ m}^2/0,1\text{ha}$. Houve uma tendência para a distribuição ser bimodal.

Na maior parte das transversais ($n = 13$), mais de 50% das áreas basais médias vieram de árvores/troncos com DAP maior que 10 cm (Figuras 26 e 27). No total, 49,6% das áreas basais vieram de árvores/troncos com medidas de DAP entre 2,5 cm e 10,0 cm, 46,8% foram maiores que 10,0 cm e 3,6 % foram menores que 2,5 cm. A transversal da Ilha Barnabé teve a menor porcentagem de área basal oriunda de árvores/troncos com DAP menor que 2,5 cm (0,7% das árvores medidas) enquanto que a do Canal de Bertioga teve o maior número de árvores/troncos com DAP desta categoria (7,3%) (Figuras 26 e 27).

A transversal da Ilha Barnabé teve ainda a menor porcentagem de áreas basais oriundas de árvores com DAP entre 2,5 e 10,0 cm (22,1%) e o Rio Cascalho de Baixo teve a maior porcentagem (90,6%) (Figuras 26 e 27); esta mesma transversal teve a menor porcentagem de DAP maior que 10,0 cm (4,7%) e a Ilha Barnabé mostrou o maior valor (77,2%) (Figuras 26 e 27).

A área basal média de todas as parcelas estudadas foi igual a 1,471 $\text{m}^2/0,1\text{ha}$ (Figura 23), sendo que na Ilha Barnabé ocorreu o maior valor médio deste descritor (1,919 $\text{m}^2/0,1\text{ha}$) seguido pelo Largo da Pompeba (1,907 $\text{m}^2/0,1\text{ha}$); a menor área basal ocorreu na transversal do Rio Santana (1,064 $\text{m}^2/0,1\text{ha}$) seguido pela do Rio Pedreira (1,129 $\text{m}^2/0,1\text{ha}$) (Tabela 3; Figuras 28 e 29).

A maior área basal, por faixa, ocorreu na quarta parcela da transversal do Largo da Pompeba com 2,649 $\text{m}^2/0,1\text{ha}$, seguida pela terceira parcela da Ilha Barnabé com 2,499 $\text{m}^2/0,1\text{ha}$. As menores áreas basais ocorreram na quarta faixa do Rio Diana com 0,588 $\text{m}^2/0,1\text{ha}$ e na terceira da Ilha Duas Barras com 0,605 $\text{m}^2/0,1\text{ha}$ (Tabela 3).

A. schaueriana mostrou possuir a maior área basal média (0,755 $\text{m}^2/0,1\text{ha}$), seguida por *R. mangle* com 0,567 $\text{m}^2/0,1\text{ha}$; *L. racemosa* revelou o menor valor, igual a 0,272 $\text{m}^2/0,1\text{ha}$ (Figura 30). A ANOVA mostrou diferença entre as médias (Figura 30); o teste de Tukey mostrou que a média da área basal de *R. mangle* foi diferente de *A. schaueriana* ($p = 0,049$), que a primeira espécie também foi diferente de *L. racemosa* ($p = 6,55 \times 10^{-4}$) e esta foi diferente de *A. schaueriana* ($p = 2,17 \times 10^{-5}$).

A distribuição da área basal por espécie nas parcelas em que ocorreram, mostrou que para *R. mangle*, 63,2% (n=48) das parcelas tiveram valores menores ou iguais a 0,060 m²/0,1ha (Figura 31). Para *A. schaueriana*, 70,7% das parcelas tiveram áreas menores ou iguais a 0,080 m²/0,1ha e para *L. racemosa*, 78,8% (n=52) das parcelas tiveram áreas menores ou iguais a 0,040 m²/0,1ha (Figura 31).

A correlação de Pearson aplicada entre as médias das áreas basais (total e das três espécies) revelou ocorrerem 13 correlações com significância, o maior número dentre os descritores fitossociológicos (Tabela 4). Destes, dez já foram mencionados (área basal média total com altura média total, com altura de *R. mangle* e *A. schaueriana*, área basal média de *R. mangle* com densidade dessa mesma espécie e com a densidade média de *A. schaueriana*, área basal média de *A. schaueriana* e densidade dessa mesma espécie e com a de *R. mangle*, área basal de *L. racemosa* com densidade dessa mesma espécie, com altura média dessa mesma espécie e com a de *A. schaueriana*).

A área basal média total também se correlacionou positivamente com o índice de complexidade de Holdridge ($\alpha \leq 5\%$) e a área basal média de *R. mangle* se correlacionou positivamente com a produção média de serapilheira e negativamente com a área basal de *A. schaueriana* (ambas para $\alpha \leq 1\%$) (Tabela 4).

O índice de Valor de Importância (VI) para as três espécies, mostrou valores muito semelhantes para *R. mangle* e *A. schaueriana* e substancialmente menor para *L. racemosa* (Figura 32). A ANOVA mostrou diferença entre as médias dos valores (Figura 32); o teste de Tukey mostrou que ela ocorreu entre *R. mangle* e *L. racemosa* e entre esta última e *A. schaueriana* (para ambas $p = 0,00015$).

Para *R. mangle*, o maior VI ocorreu no Rio Queirozes (224,0), seguido pelo Rio Maranhos (208,6), enquanto que o menor valor ocorreu na Ilha Barnabé (45,4) seguido pelo Rio Mariana (45,6) (Tabela 5; Figura 33). Para *A. schaueriana*, o maior VI ocorreu no Rio Mariana (211,2), seguido pela transversal do Rio Barnabé (204,1); o menor valor ocorreu no Rio Queirozes (42,6) e no Rio Maranhos (46,2) (Tabela 5; Figura 33). Para *L. racemosa*, o

maior VI ocorreu no Canal da Piaçaguera (115,4), seguido pelo Canal dos Barreiros (108,7); o menor valor ocorreu no Rio Diana (16,1) seguido pelo Rio Quilombo (24,3) (Tabela 5; Figura 33).

O Índice de Complexidade de Holdridge mostrou que a transversal do Rio Quilombo teve o maior valor (41,8) seguido pelo Rio Queirozes (39,8) (Tabela 6; Figuras 34 e 35). Os dois menores valores ocorreram nas transversais Canal dos Barreiros (12,0) e Rio Cascalho de Baixo (12,1) (Tabela 6; Figuras 34 e 35).

SERAPILHEIRA

A produção de serapilheira foi coletada durante o período de um ano (de janeiro ou fevereiro de 2006 a dezembro de 2006 ou janeiro de 2007, dependendo do local), com a média de 29,4 ($\pm 3,1$) dias de intervalo entre as coletas. As datas de coleta e os intervalos entre amostragens constam da Tabela 7; nesta também consta o mês considerado para fins de apresentação dos resultados em figuras e tabelas.

De um total previsto de 2.880 amostras (três cestos em cada uma das quatro faixas nas 20 transversais por 12 meses), não se computaram 321 delas, ou por terem sido furtadas, ou por terem se rasgado durante o intervalo de coleta. Isso significou portanto, que houve a perda de 11,1% das amostras totais (média de 26,8 amostras perdidas por transversal). A transversal mais afetada pela perda de dados foi a do Rio Piaçabuçu, com 37 perdas de dados (25,7%), seguido pela do Largo da Pompeba com 35 perdas ou 24,3%. A que menos dados perdidos teve foi a do Rio Cascalho de Baixo, com apenas três deles (2,1%), seguido pela do Rio Cascalho de Cima com quatro deles (2,8%).

A produção média de serapilheira nos locais estudados (sem incluir o peso da madeira) foi de 682,6 g/m²/ano (= 56,9 g/m²/mês ou 1,9 g/m²/dia). Com a madeira, o valor alcançou o valor de 805,2 g/m²/ano (= 67,1 g/m²/mês ou 2,2 g/m²/dia) (Tabela 8). As informações a seguir são apresentadas sem incluir o peso da madeira, salvo exceções explicadas no texto.

O mais alto valor médio ocorreu no Rio Cubatão com 960,5 g/m²/ano (= 80,0 g/m²/mês ou 2,6 g/m²/dia) seguido pelo Rio Cascalho de Cima com 900,9 g/m²/ano (= 75,1 g/m²/mês ou 2,5 g/m²/dia) (Tabela 8 e Figura 36). O menor valor médio ocorreu no Rio Piaçabuçu com 433,3 g/m²/ano (= 36,1 g/m²/mês ou 1,2 g/m²/dia) seguido pela Ilha Duas Barras com 521,2 g/m²/ano (= 43,4 g/m²/mês ou 1,4 g/m²/dia) (Tabela 8 e Figura 36). Pode se observar na Figura 36 que um número substancial de transversais produzem valores semelhantes, visto pelos intervalos de confiança. Na Figura 37 está representada a distribuição de serapilheira nos locais estudados em três categorias de valor de produção.

A região mais próxima da água (faixa 1) foi o local que mais produziu, com uma média igual a 63,9 g/m²/mês; As faixas 2, 3 e 4 produziram menos havendo um decréscimo conforme a distância da água, mas os valores foram muito semelhantes, variando entre 53,8 g/m²/mês (faixa 4) e 57,3 g/m²/mês (faixa 2) (Figura 38). O intervalo de confiança para $\alpha \leq 0,05$, mostrou que a faixa 1 foi significativamente diferente das faixas 3 e 4, porém com pequena sobreposição com a faixa 2. A ANOVA evidenciou diferenças entre as médias nas faixas (Figura 38) e o teste de Tukey mostrou que as diferenças ocorreram entre a faixa 1 e a 3 e entre a faixa 1 e a 4 ($p = 0,014$ e $p = 0,027$, respectivamente). Este padrão se modificou conforme as transversais, como se pode observar na Tabela 9 e Figura 39.

Dentre as três espécies arbóreas, a que mais contribuiu para a produção de serapilheira foi *R. mangle* com 45,5% da produção total, seguido por *A. schaueriana* com 37,6% e *L. racemosa* contribuiu com 16,9% (Figura 40). A Anova mostrou haver diferença significativa e o teste de Tukey mostrou que ocorreu entre *R. mangle* e *L. racemosa* e entre essa espécie e *A. schaueriana* ($p = 0,00034$ e $0,0091$, respectivamente).

Verificou-se a ocorrência de um aumento da produção nos meses mais quentes e diminuição nos mais frios (Tabela 10; Figura 41), embora a produção no mês de julho tenha se mostrado substancialmente alta. A maior produção média ocorreu no mês de março (2006) com 87,8 ($\pm 34,6$) g/m²/mês, seguido pelo mês de janeiro (2007) com 76,6 ($\pm 35,8$) g/m²/mês. O mês menos produtivo foi o de agosto (2006) com 34,8 ($\pm 13,5$) g/m²/mês seguido pelo mês de outubro

(2006) com 35,4 ($\pm 13,6$) g/m²/mês (Tabela 10; Figura 41). Aplicando-se a ANOVA entre as estações do ano (Verão: janeiro, fevereiro, março; Outono: abril, maio, junho; Inverno: julho, agosto, setembro; Primavera: outubro, novembro, dezembro) encontrou-se diferença significativa entre as estações ($F = 49,14$; $p = 9,995 \times 10^{-29}$; GL = 676) (Figura 42). O teste de Tukey mostrou que as diferenças ocorreram entre o verão e as outras estações, mas não entre essas ($p = 7,72 \times 10^{-6}$ para todas as combinações: verão com outono, com inverno e com a primavera).

O material vegetal que mais contribuiu para a serapilheira para todas as transversais foram as folhas, com 68,7%; as flores foram as que menos contribuíram, com apenas 1,3% do total (Tabela 11). A maior porcentagem de folhas ocorreu no Rio Piaçabuçu com 81,8% e a menor no Rio Branco com 58,0%. Observando-se a produção mensal foliar das três espécies, verifica-se que *R. mangle* e *A. schaueriana* diminuem a produção no inverno e aumentam no verão, com um padrão menos claro no caso de *L. racemosa* (Figuras 43, 44 e 45).

A maior produção de flores ocorreu na transversal do Rio Jurubatuba (2,3%) seguido pela do Rio Maranhos (2,2%), enquanto que as menores produções ocorreram no Rio Piaçabuçu (0,6%) seguido pelo Córrego Nossa Senhora das Neves, Rio Cubatão e Largo da Pompeba, todos com 0,9% (Tabela 11). As flores de *R. mangle* tenderam a ter maior produção no final do verão início do outono (Figura 46). As de *A. schaueriana* tenderam a ter maior produção em fevereiro e março com menor pico em setembro, outubro e novembro; o mês de janeiro de 2007 teve também uma produção maior (Figura 47). *L. racemosa* teve maior produção nos meses de janeiro (2006 e 2007) (Figura 48).

A maior porcentagem de frutos ocorreu na transversal da Ilha Barnabé com 22,8% seguido pela do Rio Branco com 22,5% (Tabela 11). A menor proporção ocorreu no Rio Piaçabuçu com 3,1 % seguido pelo Rio Santana com 3,4%. Os frutos de *R. mangle* tenderam a aparecer no final do verão e início do outono (o mês de março foi o que maior produção teve) (Figura 49). Já os frutos de *A. schaueriana* tenderam a ter maior produção nos meses de inverno (julho foi o mês que maior produção teve) (Figura 50). Com relação aos frutos

de *L. racemosa* tiveram comportamento semelhante ao de *R. mangle*, ou seja, a maior produção ocorreu nos meses de março e abril com picos mais bem definidos (Figura 51).

A maior porcentagem de estípulas de *R. mangle* ocorreu no Rio Queirozes com 7,1% seguido pelo Rio Maranhos com 6,8% e a menor no Rio Piaçabuçu com 0,2% seguido pelo Rio Mariana com 0,5% (Tabela 11). A produção de estípulas foi maior nos meses mais quentes (Figura 52).

A madeira, constituída de galhos principalmente, foi o segundo maior produto da serapilheira com uma porcentagem média de 14,5% (Tabela 11). A transversal com a maior contribuição relativa foi a do Rio Mariana com mais de um quarto de toda a produção (25,4%) seguido pela do Córrego Nossa Senhora das Neves com 19,8%; as menores produções deste compartimento ocorreram no Rio Diana e Canal de Bertioga com 8,2% e 8,8%, respectivamente (Tabela 11). A maior produção ocorreu no mês de julho havendo uma tendência para uma produção elevada no final do verão e início do outono (Figura 53).

Conforme já mencionado, a produção de serapilheira se correlacionou positivamente com a área basal de *R. mangle* ($\alpha \leq 0,01$) (Tabela 5).

FATORES AMBIENTAIS

CLIMA

A figura 54 mostra como variaram os descritores climáticos no período de coleta da serapilheira. A temperatura média mostrou a tendência esperada de ser maior no verão e menor no inverno, assim como ocorreu para a velocidade média do vento; a umidade relativa mostrou valor mais baixo nos meses de março, abril e maio ao contrário da pluviosidade que mostrou os maiores valores em maio. A pressão atmosférica mostrou ser maior nos meses de inverno e menor no verão e início do outono (Figura 54).

Aplicando-se a correlação de Pearson para as médias das cinco variáveis climáticas (temperatura média do ar, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, pluviosidade e velocidade do vento) durante o período de estudo

e 17 descritores de produção média de serapilheira (produção média de folhas, flores e frutos agrupadas e por espécie, estípula de *R. mangle*, madeira e produção total média excluindo a madeira), em 22 houve correlação para $\alpha \leq 0,05$, sendo que dez dessas o foram para $\alpha \leq 0,01$ (Tabela 12).

A temperatura e a pressão atmosférica foram as variáveis climáticas que mais se correlacionaram com os compartimentos da produção de serapilheira (Tabela 12). A temperatura o foi positivamente com a produção de estípulas, de frutos total, de *R. mangle* e de *L. racemosa* e produção média total, todas ao nível de $\alpha \leq 0,01$; esta variável climática também mostrou correlação positiva com a produção de folhas de *A. schaueriana* e de flores total, ambas ao nível de $\alpha \leq 0,05$ (Tabela 12).

O único compartimento da serapilheira que a pressão atmosférica se correlacionou positivamente foi com a produção média de frutos de *A. schaueriana* ($\alpha \leq 0,01$) (Tabela 12). As negativas ocorreram com a produção foliar total e de *R. mangle* e *A. schaueriana*, fruto de *R. mangle*, estípula e produção média total, estas duas últimas ao nível de $\alpha \leq 0,01$ (as outras ao nível de 0,05) (Tabela 12).

A pluviosidade e a velocidade do vento se correlacionaram com três compartimentos da serapilheira cada um. O primeiro descritor se correlacionou positivamente com a produção média de frutos de *R. mangle* e *L. racemosa* e negativamente com a produção média de frutos de *A. schaueriana* (todas para $\alpha \leq 0,05$). A velocidade do vento se correlacionou positivamente com a produção total de folhas e produção total da serapilheira (ambas para $\alpha \leq 0,05$) e de estípulas ($\alpha \leq 0,01$) (Tabela 12).

A umidade relativa se correlacionou com apenas dois compartimentos da produção de serapilheira, ambos de forma negativa: com flor de *R. mangle* ($\alpha \leq 0,01$) e com a produção média de frutos ($\alpha \leq 0,05$) (Tabela 12).

Para verificar se houve correlação entre as variáveis ambientais, testou-se todas elas, encontrando-se que a temperatura do ar correlacionou-se com negativamente com a pressão atmosférica, positivamente com a pluviosidade (ambas para $\alpha \leq 0,01$) e com a velocidade do vento ($\alpha \leq 0,05$); esta também correlacionou-se negativamente com a pressão atmosférica e

esta ainda correlacionou-se negativamente com a pluviosidade (ambas para $\alpha \leq 0,01$) (Tabela 13).

SOLO

As trinta amostras analisadas granulometricamente (faixas 1, 2 e 4 de 10 transversais) mostraram que o sedimento encontrado foi constituído por silte fino ($\Phi = 6,47$ ou $\varnothing = 0,011\text{mm}$), pobremente selecionado, tendo assimetria negativa (maior parte dos grãos são pequenos), sendo tipicamente platicúrtico (dispersão dos grãos mais ou menos constante ao longo do eixo de tamanho granulométrico), tendo um coeficiente de Trask médio igual a 0,37 (quanto mais próximo de um, melhor selecionado) (Tabela 14).

A ANOVA para o tamanho do grão para as três faixas (1, 2 e 4) revelou diferença significativa ($F = 5,00$; $p = 0,014$; $GL = 29$); o teste de Tukey mostrou que elas ocorreram entre a faixa 1 e 4 ($p = 0,044$) e entre a 2 e a 4 ($p = 0,019$). Como a média do diâmetro (ϕ) da faixa 4 é menor (5,74) quando comparado com a da faixa 1 (6,76) e 2 (6,90), e o ϕ é negativamente proporcional ao tamanho do grão, isso significa que o sedimento da faixa 4 possui maior tamanho, quando comparado com as das faixas 1 e 2. As outras variáveis não mostraram diferenças significativas conforme a faixa.

Por conta disso, aplicou-se o teste de correlação de Pearson para o diâmetro médio do grão e variáveis fitossociológicas para cada uma das três faixas (densidade total e de cada uma das três espécies, altura total e de cada uma das três espécies, área basal total e de cada uma das três espécies) e de produção de serapilheira, encontrando-se apenas correlações positivas significativas para a densidade total ($r = 0,44$; $p = 0,014$) e densidade de *R. mangle* ($r = 0,37$; $p = 0,046$). Assim, quanto maior o ϕ ou menor o tamanho do grão, maior a densidade arbórea (total e de *R. mangle*).

ANÁLISES MULTIVARIADAS

Dos 15 descritores testados para aplicação da análise de cluster, optou-se em usar apenas cinco deles (densidade média, altura média, área

basal média, complexidade de Holdridge e produção de serapilheira) por conta da maior correlação cofenética encontrada ($r = 0,75$). A correlação de Pearson para dados transformados para todas as variáveis médias fitossociológicas e de produção de serapilheira mostrou que somente ocorreu correlação significativa para $\alpha \leq 0,01$ entre a altura média e densidade média ($r = 0,65$); para um nível de significância de $\alpha \leq 0,05$, ocorreu correlação entre a produção de serapilheira e índice de complexidade de Holdridge e produção de serapilheira e altura média (Tabela 15).

O programa Kmeans2 (Legendre, 2001) estimou quatro grupos para as 20 transversais estudadas (Figura 55). O primeiro (denominado Grupo 1) foi constituído pelas transversais do Rio Piaçaguera, Ilha Duas Barras, Rio Pedreira, Rio Diana, Rio Jurubatuba, Rio Cubatão e Rio Cascalho de Cima. O segundo grupo (Grupo 2) foi constituído pelo Rio Maranhos, Rio Branco, Largo da Pompeba, Rio Mariana, Rio Piaçabuçu e Córrego Nossa Senhora das Neves. O terceiro grupo (Grupo 3) foi constituído pela Ilha Barnabé, Rio Quilombo e Rio Queirozes. O último grupo (Grupo 4) foi constituído pela transversal do Canal de Bertioga, Rio Santana, Rio Cascalho de Baixo e Canal dos Barreiros (Figuras 55 e 56).

Para facilitar a visualização das características de cada transversal, elaborou-se a Tabela 16, que mostra o resumo dos vários descritores (fitossociológicos e produção de serapilheira) nas três categorias em que cada descritor foi separado ao ser plotado no mapa da região.

A análise dos componentes principais mostrou que os eixos fatoriais 1 e 2 explicaram 66,9% da variância dos dados, sendo ambos significativos ao se comparar com a matriz aleatorizada, que forneceu o valor de 42,3%, sendo menor para ambos eixos.

A análise dos componentes principais dos cinco descritores para as transversais mostrou que dois dos grupos possuem uma tendência acentuada de serem explicados por dois descritores: o Grupo 3 (Ilha Barnabé, Rio Quilombo e Rio Queirozes) mostra-se relacionado ao índice de complexidade e o Grupo 4 (Canal de Bertioga, Rio Santana, Rio Cascalho de Baixo e Canal dos Barreiros) à densidade (Figura 57). Já os outros dois grupos não mostram essa

forte tendência: o Grupo 1 (Rio Piaçaguera, Ilha Duas Barras, Rio Pedreira, Rio Diana, Rio Jurubatuba, Rio Cubatão e Rio Cascalho de Cima) mostra alguma ligação com a produção de serapilheira, altura média e em menor grau a área basal enquanto que o Grupo 2 (Rio Maranhos, Rio Branco, Largo da Pompeba, Rio Mariana, Rio Piaçabuçu e Córrego Nossa Senhora das Neves) é inversamente relacionado com a produção de serapilheira e altura principalmente (Figura 57). A Figura 58 mostra os valores médios dos cinco descritores para cada um dos quatro grupos formados pela análise de cluster.

DISCUSSÃO

Diversos fatores determinam a estrutura e produção dos bosques de mangue e suas importâncias relativas dependem do nível hierárquico considerado. Segundo Cunha-Lignon (2005), o reconhecimento da homogeneidade ou heterogeneidade de um objeto está ligado à questão da escala – praticamente qualquer porção de terra é homogênea em uma escala mais abrangente e heterogênea quando vista em uma escala mais detalhada.

Schaeffer-Novelli *et al.* (2000) definiram cinco níveis de organização hierárquica dos manguezais em função da escala espacial adotada. O maior nível é o “Grande Ecossistema Marinho” que corresponde às regiões biogeográficas dos oceanos e áreas costeiras, seguido pelo “Domínio Costeiro” que representa os oito segmentos propostos para a região costeira brasileira por Schaeffer-Novelli *et al.* (1990). Na América Latina o que define as características dos bosques de mangue para esses níveis hierárquicos é a pluviosidade e a amplitude das marés, segundo Lacerda & Schaeffer-Novelli (1999); a temperatura também é fator importante (Twilley, 1995).

Nos níveis hierárquicos seguintes: “Paisagem”, que representa extensões de 10 a 100 km, “Bosque” de 0,1 a 100 ha e “Sítio”, que corresponde à parcela ou árvore, ocupando entre 0,01 e 0,1 ha (Schaeffer-Novelli *et al.*, 1990), outros fatores são mais importantes, como salinidade da água e do solo, nutrientes, frequência das inundações, intensidade de ventos e tempestades, fatores bióticos, entre outros (Twilley, 1995). No presente trabalho estudou-se o manguezal dentro destes três últimos níveis, dando maior ênfase no de Paisagem.

FITOSSOCIOLOGIA

A caracterização estrutural do manguezal é, segundo Cintrón & Schaeffer-Novelli (1985), uma ferramenta valiosa no que se refere à resposta desse ecossistema às condições ambientais existentes, assim como aos processos de alteração do ambiente. Estes autores consideram que a arquitetura do bosque é resultado da interação entre as características de

crescimento das árvores, seus requisitos fisiológicos e as forçantes ambientais que operam sobre o sistema; consideram que a estrutura e função dos manguezais estão intimamente ligadas.

Um importante descritor da estrutura de um bosque de mangue é a densidade arbórea, já que é função de sua idade e amadurecimento (Schaeffer-Novelli & Cintrón, 1986).

Não se encontrou diferença significativa na densidade arbórea conforme a distância da margem, nos bosques estudados e a razão para isso é que a variância entre transversais foi substancialmente maior que entre faixas. Por conta disso, as análises estatísticas feitas para se testar possíveis diferenças entre faixas não mostraram ser significativas.

O manguezal do sistema estuarino de Santos está implantado em ambiente com geomorfologia complexa, com oito bacias de drenagem e pluviosidade diferenciada conforme a distância da Serra do Mar, o que gera um ambiente hídrico extremamente variado ao longo dos canais, tanto em termos de salinidade, nutrientes, capacidade de diluição de poluentes, frequência de inundação pelas marés, tendo inclusive vários pontos de tombo de maré. Assim, toda essa diferença no ambiente estuarino gera diferenças nas características dos bosques, conforme a sua localização.

Essa característica de heterogeneidade não ocorre apenas no sistema estuarino de Santos – os manguezais exibem normalmente grande variabilidade quanto as suas características estruturais e funcionais (Pool *et al.*, 1977; Lugo & Snedaker, 1974). Apesar disso, frequentemente ocorre diferença significativa na densidade conforme a distância da água, mas possivelmente a maior razão para isso é que os levantamentos fitossociológicos feitos em gradiente de inundação possuem baixo “n” para confiáveis comparações estatísticas.

Snedaker (1982) cita que cada espécie arbórea tem um ótimo de preferência ao longo de um gradiente físico-químico, que há uma tendência temporal para cada espécie para assumir uma dominância competitiva na zona preferida. Ball (1980) também afirma que os modelos de zonação de bosques

de mangue são resultados das influências de diferentes fatores físicos e habilidades competitivas de cada espécie vegetal típica desse ecossistema.

No sistema manguezal, as regiões mais próximas da água encontram-se submetidas principalmente aos processos de origem estuarina, enquanto que as regiões mais distantes da água encontram-se submetidas principalmente a processos de origem atmosférica, tais como precipitação e evapotranspiração, além de estarem também mais submetidas às variações da drenagem, em função da topografia. Nesse sentido, Ball (1980) enfatiza que os níveis acima das marés altas experimentam condições extremas, alternando períodos de saturação e dessecação e grandes flutuações de salinidade; abaixo desse nível as condições são consideradas mais estáveis.

Se olharmos o manguezal do sistema estuarino de Santos sob a óptica da teoria da Paisagem, ele se mostrará relativamente homogêneo nas suas características estruturais – talvez se possa dizer que o manguezal é constituído por um ambiente “homogeneamente heterogêneo”, pois em escalas hierárquicas inferiores como Bosque e Sítio, ele se mostrará distinto na sua estrutura.

Para a Baixada Santista não há muitos estudos fitossociológicos ao longo do gradiente de inundação (daqueles que existem, todos possuem um baixo “n” de parcelas e transversais e poucos, inclusive, fornecem valores absolutos da densidade de árvores por área, para melhores comparações).

No canal de Bertioga, três desses estudos foram realizados, todos em área impactada por derramamento de petróleo (Tabelas 17 e 18). Ponte *et al.* (1987), estudaram quatro parcelas distantes 70 m, englobando os resultados em “franja” e “bosque” e encontraram que a densidade foi menor na franja. Rodrigues *et al.* (1990) avaliaram a estrutura de um bosque através de duas parcelas em uma transversal com 20 m de distância entre a parcela da franja e a do interior; este local mostrou que a parcela da franja teve densidade menor que a mais interna. Peria *et al.* (1990) estudaram quatro parcelas ao longo de uma transversal, revelando que os maiores valores de densidade ocorreram nas duas parcelas mais próximas do canal e os menores nas mais distantes.

Em Cananéia, Peria *et al.* (1990) estudando duas parcelas em uma transversal (a primeira já algo distante da água e a segunda mais para o interior), mostrou que houve uma diminuição na densidade quanto maior foi a distância da água. Coelho Jr. (1998; 2003) neste mesmo município, estudou três transversais ao longo do gradiente de inundação; o estudo mais recente permitiu verificar com maior clareza que em uma transversal houve tendência para redução na densidade conforme a maior distância da água, enquanto que em outra houve redução e a terceira não mostrou padrão claro.

Também considerado incomum em bosques de mangue é a ausência de padrão na variação da densidade das três espécies conforme a distância da água, como o verificado no presente estudo; aqui também se observou que as densidades de *R. mangle* e *A. schaueriana* mostraram-se estatisticamente iguais nas várias faixas (e maiores que para *L. racemosa*).

Diversos autores postulam que *R. mangle* é uma espécie menos tolerante ao sal, sendo portanto encontrada em maior abundância na região da franja, onde ocorre grande circulação de água (Schaeffer-Novelli, 1995). Esta espécie ocupa zonas mais próximas da água, onde as inundações são mais frequentes possivelmente devido ao peso dos seus propágulos, que oferecem maior resistência às perturbações da maré e portanto se fixam predominantemente nessa região (Rabinowitz, 1978).

As outras duas espécies são mais tolerantes ao sal, em especial *Avicennia*, conseguindo sobreviver em locais onde as águas intersticiais chegam a 65 ou mesmo até 90 de salinidade (Schaeffer-Novelli, 1995). Os pequenos propágulos de *Avicennia* flutuam e necessitam de um período livre dos distúrbios ocasionados pela maré para se fixarem ao substrato, ocorrendo deste modo, em locais mais afastados do mar, onde a frequência de inundações é menor (Rabinowitz, 1978).

Schaeffer-Novelli (1995) diz que *L. racemosa* apresenta tolerância intermediária ao sal, em comparação às outras espécies. Segundo Jimenez (1985 *apud* Coelho-Jr., 2003) *L. racemosa* predomina no interior da franja, em substrato elevado, onde as inundações pelas marés são menos frequentes e intensas, ou então em manguezais de bacia, onde o fluxo de água e nutrientes

é limitado, podendo compor bosques mistos com *Avicennia*. Os propágulos desta espécie, os menores dentre as três espécies, mas com menor poder de flutuação, afundam e também necessitam de um período livre de perturbações da maré para se fixar, ocupando as áreas mais afastadas do mar (Rabinowitz, 1978).

Nos manguezais do canal de Bertioga estudados por Ponte *et al.* (1987) *A. schaueriana* teve maior densidade na franja enquanto que *R. mangle* foi maior no bosque mais interior. Nos bosques de mangue estudados por Peria *et al.* (1990) também no canal de Bertioga, nas duas parcelas mais próximas à margem *L. racemosa* apresentou uma densidade substancialmente maior, sendo que na última parcela, mais distante da água, *A. schaueriana* apresentou maior valor, seguida por *L. racemosa*; na terceira parcela (entre a segunda e a última) verificou-se um predomínio acentuado de *R. mangle*. Vale notar que estes eram bosques de mangue em regeneração após um derrame de petróleo, portanto, substancialmente impactados.

A CETESB (1988) em estudo que levantou 33 locais com duas parcelas próximas à franja em cada um (65 parcelas) no sistema estuarino e canal de Bertioga encontrou que 54,4% das árvores pertenciam à espécie *A. schaueriana*, 29,7% a *R. mangle* e apenas 16,1% a *L. racemosa*. No intuito de poder comparar melhor os valores encontrados no presente estudo com aqueles realizados pela CETESB (1988), que avaliou apenas parcelas próximas à franja, considerou-se a densidade média das espécies arbóreas desta faixa (faixa 1) de 13 transversais do presente estudo (Rios Diana, Jurubatuba, Quilombo, Cubatão, Cascalho de Baixo, Queirozes, Mariana, Branco, Santana, Piaçabuçu, Largo da Pompeba e Canal de Bertioga), com aquelas de locais mais próximos e que se intercalaram aos realizados pela CETESB (Canal de Bertioga, Lixão, Rio Diana I, Rio Jurubatuba, Rio Mourão, Rio Cubatão, Rio Cascalho, Córrego da Mãe Maria, Rio Mariana, Pedro Taques, Canal de São Vicente e Piaçabuçu). As distâncias entre as parcelas do presente trabalho e aquelas da CETESB variaram entre 90m e 1.180m. Os valores de densidade média para as três espécies arbóreas obtidos pela CETESB (1988) foram: *R. mangle* com 32,1%, *A. schaueriana* com 14,3% e *L. racemosa* com 49,4%, enquanto para o presente estudo os valores foram

41,8% para *R. mangle*, 51,6% para *A. schaueriana* e 6,6% para *L. racemosa*. Essa drástica mudança de resultados mostra claramente a grande heterogeneidade dos bosques da região.

Lamparelli (1995) estudando a região da franja de dois bosques na região do canal de Bertioga (rios Iriri e Itapanhaú), encontrou que no primeiro curso d'água a espécie mais abundante foi *L. racemosa*, com o menor valor para *R. mangle*, e no segundo curso d'água foi *A. schaueriana* com o menor valor para *L. racemosa*.

Masuda *et al.* (2005) efetuou estudo da estrutura de um bosque no Rio Morrão (próximo ao canal da Piaçaguera) encontrando predominância de *R. mangle* em três das quatro parcelas de uma transversal que acompanhou o gradiente de inundação. Nas duas parcelas mais próximas à margem e naquela mais para o interior houve o predomínio de *R. mangle* enquanto que na parcela intermediária a maior densidade ocorreu para *A. schaueriana*.

Coelho Jr. *et al.* (2000) estudando um bosque de mangue às margens do Rio Guaratuba (Bertioga) encontrou que nas duas parcelas próximas à margem, houve o predomínio da espécie *L. racemosa* enquanto que nas duas mais internas, *R. mangle* teve a maior densidade.

Coelho Jr. *et al.* (1995a e b *apud* Coelho Jr., 1998) encontraram em bosques de mangue ribeirinho em Ubatuba, o domínio de *L. racemosa*.

Na gamboa Nóbrega, em Cananéia, Adaime (1985) estudou as características estruturais de seis parcelas na região da franja, indicando que a espécie mais abundante foi *L. racemosa*. Adaime (1987), também em Cananéia, (sem informação da posição das áreas estudadas, mas possivelmente próximas à franja do bosque), encontrou que numa área a espécie com maior densidade foi *R. mangle*, em outra *A. schaueriana* e numa terceira, as três espécies arbóreas ocorreram em igual número.

Peria *et al.* (1990) e Menezes (1994) levantaram características em dois pequenos rios também em Cananéia, encontrando que a espécie com a maior densidade nas três parcelas na região próxima ao curso d'água, foi *R. mangle*.

Outros dois estudos feitos no sistema estuarino de Santos não avaliaram a fitossociologia dos bosques em transversais. Comelli *et al.* (1990 *apud* Comelli *et al.*, 1994) encontrou para o Rio Branco (São Vicente) valores de densidade mais altos para *A. schaueriana* (cerca de 68%), seguido por *R. mangle* com cerca de 27% e apenas 5% para *L. racemosa* (esses dados provavelmente são valores médios de densidade e não houve definição da posição das parcelas em relação à água). Comelli *et al.* (1994) estudaram um bosque de mangue em Cubatão em uma transversal (apresentaram apenas valores médios), encontrando também que *A. schaueriana* foi responsável por cerca de 70% das árvores, sendo *L. racemosa* com cerca de 18% e *R. mangle* com cerca de 12% da densidade total.

Coelho Jr. (1998) estudando características fitossociológicas em três transversais em Cananéia, encontrou que em duas transversais, houve tendência para um aumento na densidade de *R. mangle* e *L. racemosa*; para *A. schaueriana*, por conta de sua baixa densidade, não foi possível verificar qualquer tendência.

Em relação à densidade média encontrada, os quatro trabalhos feitos na região do Canal de Bertiooga apresentaram valores entre 173 e 370 árvores/0,1ha (Ponte *et al.*, 1987; Rodrigues *et al.*, 1990; Peria *et al.*, 1990; Lamparelli, 1995), portanto substancialmente menores que a média encontrada no presente trabalho (483,8 árvores/0,1ha) (Tabelas 17 e 18). Com exceção do estudo feito por Lamparelli (1995), os outros bosques analisados haviam sido impactados por derramamento de óleo. Os dados do levantamento fitossociológico da CETESB (1988) no sistema estuarino de Santos e canal de Bertiooga, mostram que a densidade média foi 60,8% menor que a do presente trabalho, variando entre 60,0 e 380,0 indivíduos/0,1ha (para DAP's maiores que 2,5 cm) (Tabelas 17 e 18).

Na comparação dos 13 locais estudados pela CETESB (1988) com aqueles do presente estudo que se intercalaram, a densidade média do presente trabalho foi ainda mais elevada, sendo igual a 542,5 árvores/0,1ha enquanto que para as 13 transversais estudadas pela CETESB, a densidade média foi igual a 172,1 árvores/0,1ha, ou seja, no presente estudo as densidades médias foram quase 70% maiores.

Menghini (2008) encontrou valores de até 7500 árvores/0,1ha (para DAP's maiores que 5 cm) em bosque em regeneração por derramamento de diciclopentadieno na Ilha Barnabé; este autor encontrou ainda valores que variaram entre 156,7 a 1720 árvores/0,1ha em 13 parcelas de um bosque mais saudável na área.

Na gamboa Nóbrega, em Cananéia, Adaime (1985) encontrou valores de densidade entre 290,0 a 570,0 troncos/0,1ha. Adaime (1987) mostrou que em três parcelas amostradas, também em Cananéia, a densidade variou entre 120 e 250 troncos/0,1ha. Peria *et al.* (1990) ou Menezes (1994) (mesmos dados) nesse mesmo município, encontrou que a densidade média em dois bosques variou entre 267 e 424 indivíduos/0,1ha. Coelho Jr (1998) também nessa região, encontrou valores que variaram entre 416,8 a 2700,0 indivíduos/0,1ha em três transversais; nessas mesmas transversais, alguns anos após as primeiras medidas, Coelho Jr (2003) obteve valores que variaram entre 486,2 a 2780,8 indivíduos/0,1ha.

Como indicado acima, os manguezais estudados no estado de São Paulo apresentaram variações 60,0 a 2780,8 indivíduos/0,1ha, enquanto na área de estudo os valores situaram-se entre 80 e 1270 indivíduos/0,1ha, entretanto, a densidade média observada na área de estudo (cerca de 483 indivíduos/0,1ha) foi geralmente maior do que os valores obtidos em outras áreas. Isso pode ser explicado pelo fato de que vários estudos podem não ter incluído no cálculo das densidades as árvores com DAP's menores que 2,5cm, como ocorreu no presente estudo (diversos deles não explicitaram esta informação).

A grande variação de densidade observada indica que em alguns locais o manguezal é jovem e em outras, maduro (ou senescente), já que a densidade de um bosque é função de sua idade e amadurecimento (Schaeffer-Novelli & Cintrón, 1986). A densidade tipicamente se reduz com o amadurecimento de um bosque por conta da competição pela luz – indivíduos de menor altura acabam tendo menos luz para a fotossíntese e acabam por não sobreviver; os indivíduos mais altos excluem os mais baixos.

Esse processo de redução da densidade é mais evidente nas etapas iniciais do desenvolvimento do bosque, quando as densidades são elevadíssimas e um aumento em diâmetro do caule implica na morte de um grande número de árvores, enquanto nas etapas de maior amadurecimento de um bosque, um aumento no diâmetro resulta na morte de um número menor de indivíduos (Schaeffer-Novelli & Cintrón, 1986).

Através de fotografia aérea, Menghini (2008) estimou a idade de bosques da Ilha Barnabé (sistema estuarino de Santos). Aplicando-se a ANOVA e o teste de Tukey aos dados de densidade associados às idades prováveis das parcelas estabelecidas por esse autor, encontrou-se diferença significativa ($\alpha = 0,005$) na densidade em bosques de mais de 45 anos comparados a bosques entre 15 e 17 anos, mas não entre densidades dos bosques de 45 anos e daqueles com menos de 13 anos; a densidade das parcelas em bosques com mais de 45 anos variou entre 100 e 390 árvores/0,1ha com média igual a 190,7 árvores/0,1ha e as parcelas que tiveram entre 15 e 17 anos apresentaram densidades entre 530,6 e 1440,0 árvores/0,1ha .

Assim, dos bosques estudados, levando-se em consideração os intervalos de densidade e os valores médios, pode-se dizer que os bosques dos Rios Diana, Rio Jurubatuba, Ilha Duas Barras, Rio Queirozes, Canal de Piaçaguera, Rio Quilombo e Ilha Barnabé têm mais de 45 anos de idade. Os bosques do Córrego Nossa Senhora das Neves, Canal de Bertiooga e dos Barreiros e Rios Piaçabuçu, Branco, Cascalho de Baixo, Mariana teriam entre 15 e 17 anos de idade; os outros bosques não se encaixam nos critérios que definiram as suas idades pela densidade. A análise de agrupamento (vide discussão adiante) mostrou similaridade entre os bosques dos Rios Queirozes, Quilombo e Ilha Barnabé, bosques esses os mais maduros e com alto valor de complexidade “sensu” Holdridge, tendo assim, provavelmente, mais de 45 anos. Todas as outras transversais fazem parte de um outro grupo, com características menos evidentes, mas já mais jovem que o primeiro grupo.

A aplicação da correlação de Pearson entre as densidades médias totais e as das três espécies arbóreas, mostrou que a densidade de *A. schaueriana* foi negativamente proporcional à densidade média total; isso

mostrou que, na média, onde ocorre grande densidade arbórea, a densidade desta espécie se reduz, provavelmente por conta da competição com as outras duas espécies, em especial com *R. mangle*.

Segundo Schaeffer-Novelli & Cintrón (1986) os bosques mais bem desenvolvidos, crescendo sob condições mais adequadas, têm uma relação árvore/tronco próxima de 1. Sob condições menos favoráveis aumenta o número de ramificações por indivíduos. No sistema estuarino de Santos esta relação teve a média de árvores/troncos de 1:1,3, tendo, portanto, segundo estes autores citados, uma condição menos favorável.

No levantamento fitossociológico da CETESB (1988), esta relação foi 1:1,28 ou seja, muito semelhante.

Outro trabalho que analisou esta relação no sistema estuarino de Santos foi o de Menghini (2008), que encontrou para as 13 parcelas estudadas na Ilha Barnabé, a relação de 1:1,41. Aplicou-se a ANOVA aos dados deste autor para verificar se havia diferença entre número de troncos e a idade do bosque. Evidenciou-se diferença significativa entre a densidade de troncos nas três categorias de idade dos bosques: com mais de 45 anos, entre 15 e 17 e menores que 13 anos para $\alpha \leq 0,05$. Entretanto, quando se aplicou estes testes para a relação entre árvore/tronco com a idade dos bosques, não se encontrou diferença significativa, mostrando que a densidade de troncos é função da idade do bosque (pelo menos para as três categorias acima) e a relação árvore/tronco não.

Segundo Jimenez *et al.* (1985), a densidade de árvores mortas pode alcançar cerca de 19 % do total das árvores num bosque saudável; este valor depende de fatores locais como taxas de crescimento, intensidade e frequência de períodos de estresse, estabilidade geomorfológica, taxas de decomposição do material lenhoso morto e diâmetro inicial das árvores. No sistema estuarino de Santos (presente trabalho), o número de árvores mortas teve uma média igual a 12,1 %, mas variou entre 46,5 % (Córrego Nossa Senhora das Neves) e apenas 3,4 % (Canal de Piaçaguera).

Masuda *et al.* (2005) estudando um bosque de mangue próximo ao canal da Piaçaguera (Cubatão) em quatro parcelas, encontraram valores entre 5,3 e 22,6% de troncos mortos.

Schaeffer-Novelli & Cintrón (1986) citam que em bosques jovens, à medida que aumenta a sua idade, o diâmetro das árvores aumenta, diminuindo a sua densidade e aumentando a sua mortalidade. Assim, pode-se esperar que em locais onde a densidade de árvores vivas seja grande, também deve ser grande o número de árvores mortas. De maneira geral, houve mesmo uma tendência para isso ocorrer – os bosques com os maiores números de árvores mortas estavam sempre entre os de maior densidade, assim como os com menores valores de árvores mortas estavam também entre os de menor densidade de vivas. A mesma tendência houve se se considerar a relação mortas/vivas, com a densidade de vivas. A correlação linear de Pearson mostrou haver correlação positiva entre a densidade de árvores mortas e densidade total, mostrando que de fato, tal relação existe.

Evidenciou-se também correlação positiva da densidade de árvores mortas com a altura de *L. racemosa* (vivas). Talvez essa relação tenha ocorrido pois *L. racemosa* é tipicamente uma espécie pioneira – Cunha-Lignon (2005) observou que *L. racemosa* forma bosques nas fases inicial e jovem em áreas de progradação em alguns bosques em Cananéia. Segundo Soares (1996) esta espécie é considerada como indicadora de áreas alteradas. Locais com grande número de *L. racemosa* podem indicar que esta espécie requer menos tempo para a germinação e estabelecimento de raízes que as outras espécies (Rabinowitz, 1978). Ball (1980) também identificou essa espécie como colonizadora de novas áreas típicas com pequena circulação de água.

Em estudo envolvendo monitoramento da estrutura de bosques em Cananéia, Cunha-Lignon (2005) encontrou que houve uma redução da densidade de troncos vivos e um aumento respectivo de troncos mortos, ao longo do período de estudo. O aumento diamétrico inicial pode ser rápido e a mortalidade muito elevada, enquanto que em bosques maduros o incremento diamétrico é mais lento e a mortalidade se reduz (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1983).

A altura é outra variável muito importante na caracterização estrutural de bosques de mangue. Segundo Jimenez *et al.* (1985), em bosques maduros, a altura atinge o seu valor máximo.

O primeiro aspecto observado nos bosques estudados é que não ocorreu diferença significativa nas alturas médias segundo as várias faixas. Os diversos trabalhos em que se obteve a altura no sistema estuarino de Santos e canal de Bertioga tiveram uma variação muito grande nos resultados encontrados (Tabelas 17 e 18).

No canal de Bertioga, em bosques impactados por derramamento de óleo, Ponte *et al.* (1987) encontraram uma altura média de 12,8 m, e Peria *et al.* (1990) uma altura média de apenas 3,1 m.

O levantamento da estrutura de parcelas na franja ou próximo a ela, feito pela CETESB (1988), mostrou uma altura média igual a 8,7 m. Utilizando-se as parcelas apenas do sistema estuarino de Santos, excluindo as da região do canal de Bertioga, encontra-se uma média igual a 8,4 m. Este valor, portanto, continuou superior ao do presente levantamento.

Menghini (2004), no sistema estuarino de Santos, encontrou que, em uma parcela em regeneração na Ilha Barnabé, a altura média foi de apenas 1,4m e Menghini (2008) em outro bosque mais saudável nesta mesma ilha encontrou em uma parcela uma altura média de apenas 1,7 m. Por outro lado, este mesmo autor, em outra parcela em bosque mais saudável, encontrou que a altura média atingiu 9,0 m.

A altura média em vários estudos feitos em Cananéia, segundo resultados organizados por Almeida *et al.* (2000 *apud* Coelho Jr., 2003) e atualizados por Coelho Jr. (2003) para as parcelas com maior desenvolvimento estrutural, variou de 2,2 m no rio Perequê (Menezes, 1994) a 11,1 m na Ilha do Cardoso (Coelho Jr., 1998). Coelho Jr. (2003) encontrou, em diversas parcelas em três transversais, valores entre 2,9 e 11,1m.

Os valores médios de altura obtidos por estes diferentes autores são geralmente maiores que o do presente trabalho, mas como já mencionado, é possível que essas diferenças tenham ocorrido pelo fato de tais estudos não incluírem árvores com DAP menor que 2,5 cm.

No presente estudo, *L. racemosa* teve a maior altura média, seguida por *A. schaueriana* e por último *R. mangle*. Poucos trabalhos mostram as médias das alturas por espécie. Lamparelli (1995) estudando dois bosques no Canal de Bertioga encontrou também que *R. mangle* teve a menor altura (5,8m) e *L. racemosa* a maior (7,0 m); *A. schaueriana* teve uma altura média igual a 6,9 m (os dados foram obtidos da publicação como média dos dados médios das parcelas).

Fruehauf (2005) em três parcelas no Canal de Piaçaguera, Rio Cascalho e Rio Mariana encontrou valores médios de altura de *R. mangle* entre 4,9 e 7,1m e a de *A. schaueriana* entre 4,8 e 5,9m (não mensurou *L. racemosa*).

A correlação positiva ocorrida entre a altura de *R. mangle* e altura média total, assim como entre este valor (altura média total) e altura média de *A. schaueriana*, pode ser explicada pelo fato de estas duas espécies serem predominantes nas várias transversais estudadas e assim, a altura média foi derivada principalmente das alturas delas.

Outro conjunto de correlações que ocorreu entre as diversas médias de altura e área basal, evidenciou uma boa correlação positiva entre a altura média total e área basal média total. Essa relação é bem esperada, já que árvores mais altas são mais pesadas e para isso precisam aumentar a espessura de seu tronco. Em algumas transversais essa relação não se mostrou clara, como no caso da do córrego Nossa Senhora das Neves onde a altura média foi baixa 3,9 ($\pm 1,7$) m e a área basal foi alta ($1,837 \text{ m}^2/0,1\text{ha}$), mas isso ocorreu pela alta densidade arbórea encontrada 797,5 ($\pm 353,0$) árvores.

Também se encontrou correlação positiva entre a altura média de *R. mangle* e área basal média total e também entre altura média de *A. schaueriana* e área basal média total. Essas relações são esperadas já que, como mencionado, a altura está relacionada com o diâmetro do tronco. Como estas duas espécies são predominantes, a altura média é função de suas alturas médias individuais.

Encontrou-se ainda correlação negativa entre a altura de *A. schaueriana* e área basal de *L. racemosa*. Essa relação pode ser explicada por

conta da competição entre espécies – *L. racemosa* é encontrada em pequena densidade, mas é pioneira, crescendo provavelmente em grande número no início da colonização (ou em abertura de clareiras), mas acaba por ser substituída pelas outras espécies, em especial *A. schaueriana*, principalmente nas porções mais internas do bosque.

Aplicando-se a ANOVA e teste de Tukey nos dados de altura das 13 parcelas estudadas por Menghini (2008) na Ilha Barnabé, encontrou-se que ocorreu diferença significativa ($\alpha \leq 0,05$) na altura média, com bosques mais velhos (maiores que 45 anos) e com bosques com idades entre 15 e 17 anos (mas não com os menores que 13 anos). A altura das parcelas com mais de 45 anos variou entre 5,77 e 9,03 m com média igual a 7,10 ($\pm 1,41$) m e as que tiveram entre 15 e 17 anos variaram entre 1,71 e 5,62 m. Com esses critérios, encontrou-se que as transversais do Rio Queirozes, Rio Quilombo, Ilha Barnabé e Rio Cubatão teriam mais de 45 anos e todas as outras teriam entre 15 e 17 anos (ou menos que 45 anos). Como já mencionado na densidade, as três primeiras transversais fazem parte de um agrupamento claramente formado por bosques mais maduros.

Conforme já mencionado, também houve correlação entre a altura de *L. racemosa* e a densidade de árvores mortas, provavelmente pelo fato de essa espécie ser considerada pioneira.

A ausência das diferenças significativas nos valores da área basal média ao longo do gradiente de inundação pode ser explicada pela mesma razão do ocorrido com os outros descritores: a grande variação dos dados entre transversais comparativamente aos dados entre faixas.

Essa característica também não é comum de ser encontrada em bosques de mangue. Tipicamente as porções mais internas tendem a ser dominadas por *Avicennia* e *Laguncularia*, (Lugo & Snedaker, 1974, Rabinowitz, 1978), que tendem a apresentar características estruturais diferenciadas por conta das características particulares das espécies.

Na região, os estudos fitossociológicos existentes mostraram que as áreas basais, assim como os outros descritores já comentados, variaram muito, inclusive no gradiente ambiental (Tabelas 17 e 18). No canal de Bertioga os

valores variaram entre 0,47 m²/0,1ha (Peria *et al.*, 1990) a até 2,48 m²/0,1ha no Rio Caiubura (CETESB, 1988). Ponte *et al.* (1987) encontraram que na franja houve o domínio de *A. schaueriana* em termos de área basal, assim como de *R. mangle* na porção mais interior. Peria *et al.* (1990) indicou dominância de *L. racemosa* na franja e as outras duas espécies alternando na dominância quanto a área basal, nas porções mais internas. Lamparelli (1995) revelou que *L. racemosa* dominou em termos de área basal em um bosque e *A. schaueriana* em outro.

O levantamento da CETESB (1988) indicou uma grande variação. Ele mostrou que os bosques da franja ou próximos a ela tiveram variação na área basal de 0,36 m²/0,1ha na parcela denominada Pedro Taques, até 3,11 m²/0,1ha na parcela Rio Diana I. Mostrou ainda uma área basal média igual a 1,15 m²/0,1ha, sendo, portanto, 21,8% menor que no presente trabalho. Comparando-se as 13 áreas do levantamento da CETESB (1988) próximas às transversais deste trabalho, ocorreu valor menor ainda, comparativamente ao presente levantamento correspondente à faixa 1 (33,6% menor). Possivelmente a maior razão para isso está no fato de que eles não incluíram árvores com DAP menor que 2,5 cm. Assim como no presente trabalho, o da CETESB (1988) mostrou que *A. schaueriana* teve a maior área basal média (53,4%), seguido por *R. mangle* (32,3%) e *L. racemosa* (14,3%).

Coelho Jr. (2000), no município de Bertioga, mas em curso d'água que não drena para o Canal de Bertioga (Rio Guaratuba), encontrou que a área basal variou entre 1,62 e 2,57 m²/0,1ha, com clara dominância de *R. mangle* em todas as quatro parcelas.

Comelli *et al.* (1994) encontrou um valor de área basal igual a 1,13 m²/0,1 em manguezal em Cubatão, com uma grande dominância de *A. schaueriana*. Ainda neste município, Masuda *et al.* (2005) encontrou, em uma transversal no Rio Morrão, uma dominância clara de *R. mangle* para todas as quatro parcelas.

Na Ilha Barnabé, Menghini (2004) estudando bosques em regeneração por conta do derrame de dicitlopentadieno, encontrou valores entre 0,56 e 1,88 m²/0,1ha e em bosques remanescentes e em um controle, valores entre 0,53 e

1,40 m²/0,1ha. Menghini (2008) nessa mesma Ilha, em áreas menos impactadas, encontrou valores entre 0,43 e 2,59 m²/0,1ha com dominância de *L. racemosa* na maior parte das parcelas.

A área basal média em vários estudos feitos em Cananéia, segundo resultados organizados por Almeida *et al.* (2000 *apud* Coelho Jr., 2003) e atualizados por Coelho Jr. (2003) para as parcelas com maior desenvolvimento estrutural, variou entre 1,33 m²/0,1ha no rio Perequê (Menezes, 1994) e 5,41 m²/0,1ha na Ilha de Pai Matos (Adaime, 1987). Coelho Jr (2003) encontrou, na análise fitossociológica em três transversais, valores entre 0,90 a 5,05 m²/0,1ha.

Adaime (1985) estudando bosques na gamboa Nóbrega (Cananéia) encontrou que *R. mangle* contribuiu com 72,4 a 81,9% da área basimétrica dos bosques estudados e Adaime (1987) encontrou que *R. mangle* dominou em uma parcela e *A. schaueriana* nas outras duas; a grande parte da área basal foi oriunda de árvores com DAP's maiores que 10 cm.

Peria *et al.* (1990) e Menezes (1994) (mesmos dados) mostraram que *R. mangle* dominou em área basal nos três bosques estudados em Cananéia e Coelho Jr. (1998, 2003) nesse mesmo município, também observou dominância em área basal de *R. mangle* em praticamente toda a extensão de alguns bosques estudados, tanto nos de bacia quanto nos de franja.

Cunha-Lignon (2001) encontrou muita variação na dominância, mas pôde observar maior valor de *R. mangle* nas porções mais baixas e *A. schaueriana* nas mais elevadas.

Fica clara a enorme variação nas áreas basais e dominâncias das várias espécies nos manguezais do estado de São Paulo.

Ocorreram diversas ligações entre as áreas basais e outros descritores ao se aplicar a correlação de Pearson. A área basal média total se correlacionou positivamente com a altura média total, com a altura de *R. mangle*, com a altura de *A. schaueriana* e com o índice de complexidade de Holdridge. Com exceção desta última correlação, todas já foram discutidas quando se escreveu sobre as alturas médias das transversais estudadas. A correlação positiva da área basal média total com a complexidade de Holdridge

pode ser esperada já que este índice inclui a média das áreas basais das árvores com DAP's maiores que 10 cm - em geral a classe que mais contribui para o DAP total. A discussão sobre esse índice é apresentada mais adiante.

A área basal média de *R. mangle* esteve correlacionada positivamente com a densidade média desta mesma espécie e com a produção média de serapilheira. Esta última correlação (a relação com a outra variável já foi discutida anteriormente) pode ser explicada pelo fato de esta espécie arbórea ter o maior Valor de Importância (virtualmente igual ao de *A. schaueriana*), e, com relação à produção de serapilheira, (veja adiante) é a espécie que mais produz.

A área basal de *A. schaueriana* esteve correlacionada positivamente com a sua densidade, característica esperada já que a área basal por área é a somatória das áreas basais dos indivíduos da parcela. A área basal desta espécie também esteve correlacionada negativamente com a densidade de *R. mangle* e também negativamente com a área basal desta última espécie. Essas correlações são também esperadas, pois estas duas espécies são as dominantes nos manguezais estudados, havendo, portanto, grande competição.

A área basal de *L. racemosa* mostrou-se correlacionada positivamente com a sua densidade e altura, fato este esperado, já que a área basal por área é a somatória das áreas basais dos indivíduos da parcela, assim como com a altura, já que o diâmetro do tronco depende da altura da árvore. A área basal desta espécie também se mostrou negativamente correlacionada com a altura de *A. schaueriana*, já discutido anteriormente.

Segundo Lugo & Snedaker (1973 *apud* Soares, 1999), manguezais “estáveis” permitem a colonização por diversas espécies, mas com o passar do tempo, a diversidade se reduz pela seleção ambiental, havendo uma tendência para retornar a um bosque monoespecífico. A fim de se confirmar essa hipótese, aplicou-se correlação linear de Pearson entre as transversais que têm um número maior de indivíduos de uma única espécie (“mais monoespecíficos”) (em porcentagem) e DAP's maiores que 10 cm (em porcentagem) mostrando haver uma relação significativa ($r = 0,44$; $p = 0,049$).

Houve também uma pequena correlação inversa entre DAP's entre 2,5 e 10 cm (em porcentagem) e bosques “mais monoespecíficos” (em porcentagem), mostrando que bosques “mais monoespecíficos” possuem os maiores DAP's, assim como os valores de DAP entre 2,5 e 10 cm mostraram serem negativamente proporcionais aos bosques “mais monoespecíficos”.

A estimativa da idade dos bosques da Ilha Barnabé por Menghini (2008) mostrou que, ao se aplicar a ANOVA e teste de Tukey ($\alpha = 5\%$), ocorreu diferença significativa entre o DAP conforme a idade do bosque. O valor médio para bosques com mais de 45 anos mostrou significativa diferença com as duas categorias de menor idade (mas não entre elas). Os intervalos de DAP dos bosques maiores que 45 anos situaram-se entre 15,24 e 24,44 cm, com média de 19,44 ($\pm 3,39$) cm. Não foram, entretanto, encontradas diferenças significativas ($\alpha \leq 0,05$) entre a idade do bosque e suas respectivas áreas basais.

Um índice extremamente útil, que mostra a importância relativa das espécies arbóreas é o Índice de Valor de Importância (Curtis, 1959) – no sistema estuarino, as espécies *R. mangle* e *A. schaueriana* mostraram virtualmente o mesmo valor e substancialmente maior que para *L. racemosa*.

Os levantamentos fitossociológicos feitos na região que apresentaram dados desse índice foram muito poucos, mas mostram muita diferença (Tabelas 17 e 18). Ponte *et al.* (1987) encontrou em bosque impactado por derramamento de petróleo no canal de Bertioga, que *A. schaueriana* teve o maior valor na franja e *R. mangle* na porção mais interior. Comelli *et al.* (1990 *apud* Comelli *et al.*, 1994) em manguezal no rio Branco (São Vicente) encontraram que *A. schaueriana* obteve o maior valor. Comelli *et al.* (1994) estudando um bosque em Cubatão, próximo ao Rio Maria Ribeira, encontraram que *L. racemosa* teve o maior valor. Por fim, Lamparelli (1995), em dois bosques situados na região do canal de Bertioga, encontrou que para o rio Iriri o valor desse índice foi maior para *L. racemosa*, enquanto que para o rio Itapanhaú, este valor foi maior para *A. schaueriana*.

Um aspecto que se pode depreender dos índices de Valor de Importância nas várias transversais é que ocorre uma tendência para os

maiores valores ocorrerem para *R. mangle* nas transversais com contribuição maior de água doce (bosques mais tipicamente ribeirinhos, segundo a classificação de Lugo & Snedaker, 1974), como as dos rios Jurubatuba, Diana, Pedreira, Quilombo, Maranhos, Queirozes e Branco; exceções a esse padrão ocorreram apenas nos rios Mariana e Piaçabuçu, mesmo assim estes situam-se mais perto da boca do estuário, possivelmente tendo maior contribuição de água salgada que os anteriormente citados.

O desenvolvimento estrutural de bosques de mangue é geralmente considerado como indicador do grau de maturidade deles (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1985). Diversos autores consideram que isso nem sempre seja verdadeiro, por conta de interações competitivas e com fatores ambientais (Chen & Twilley, 1999).

Os valores do índice de complexidade de Holdridge variaram entre 12,0 e 41,8, sendo que as três transversais com os maiores valores também apresentaram altos valores de altura média e área basal média, como as transversais da Ilha Barnabé, do rio Quilombo e Queirozes. Outro aspecto a ser destacado é o fato de todas as transversais sob alguma influência do rio Cubatão, terem baixos valores. É possível que as indústrias de Cubatão contribuam para impedir que os bosques atinjam grandes valores desse índice, por conta dos efluentes que diversas indústrias continuam a despejar nos corpos d'água da região; o menor valor encontrado encontra-se nessa região (Rio Cascalho de Baixo).

Poucos trabalhos obtiveram o índice de complexidade de Holdridge no Brasil e, em especial, no estado de São Paulo. Para esse estado tem-se que em Cananéia, Adaime (1985) encontrou valores entre 3,6 e 21,2. Esta autora escreveu que este índice não se mostrou adequado para comparar diferenças estruturais entre as diferentes áreas de estudo no bosque de mangue da gamboa Nóbrega, mas considerou que pode ser utilizado para caracterizar o bosque como um todo. No presente trabalho, este índice mostrou-se extremamente valioso, inclusive para agrupar os bosques na análise de agrupamento, conforme a discussão a seguir.

Lamparelli (1995) estimou esse índice para os dados obtidos por Peria *et al.* (1990) no Canal de Bertioga, em bosque impactado por óleo, igual a 25,2 e o seu estudo mostrou, também para esse canal, valores de 5,4 (Rio Iriri) e 6,0 (Rio Itapanhaú).

Uma razão importante para os dados publicados terem sido mais baixos comparados com os encontrados no presente trabalho é o fato de que a altura média obtida por eles foi sempre a média do bosque, e não a das três árvores mais altas.

Brown & Lugo (1982 *apud* Lamparelli) comentam que os bosques de água doce são mais desenvolvidos, possuindo maior índice de complexidade que os apresentados pelos bosques costeiros sob influência da água do mar. Esta característica não foi possível observar nos bosques estudados no presente trabalho.

Por fim, pode-se dizer que os bosques do sistema estuarino de Santos mostraram grande variação nos seus descritores fitossociológicos, de uma maneira geral. Cintrón & Schaeffer-Novelli (1983, 1985) escrevem que, apesar do baixo número de espécies e a tendência a formar bosques monoespecíficos, há naturalmente grande variabilidade estrutural nos manguezais.

O sistema estuarino de Santos é muito complexo, a água circula de forma variável, por conta dos aspectos geomorfológicos (p.ex. pelo canal do porto de Santos a água circula com muito maior volume do que pela boca de São Vicente), e as características da água sofrem modificações ao longo do fluxo, em função dos diversos rios que nele deságuam. Assim, o ambiente é naturalmente heterogêneo o que poderia amplificar a grande variabilidade encontrada.

Sobre estes fatores naturais, poluentes das mais diversas origens (domésticos, industriais, de atividades portuárias, de lixões) que atingem as águas também podem atuar sobre suas características. Assim, Lamparelli (1995) comenta que, para os bosques da região de Bertioga, ocorrem estresses induzidos por atividades humanas - Soares (1999) diz que a heterogeneidade estrutural é forte indício de área alterada, mas acreditamos

que o impacto antrópico pode ser um fator adicional de variabilidade, principalmente no sistema de Santos. O desenvolvimento estrutural relativamente pequenos bosques na região estudada, aliada à sua grande heterogeneidade pode ser imputada a um conjunto de fatores: heterogeneidade geomorfológica, limite austral do desenvolvimento dos manguezais no Brasil e impactos antrópicos.

SERAPILHEIRA

A medida da produção de serapilheira em bosques de mangue representa uma informação útil na descrição do papel desse ecossistema e para estimar o impacto de uma variedade de regimes ambientais (Pool *et al.* 1975).

Analisar essa produção é um dos métodos mais utilizados para se estimar a produção primária dos manguezais, apesar de ser somente uma medida indireta da taxa de produtividade e de se desconhecer se a taxa entre a queda de serapilheira e a produção primária é constante para todos os manguezais. Segundo Cintrón & Schaeffer-Novelli (1983), uma parte substancial da produtividade bruta do manguezal (entre 20 e 40%) se converte em folhas, flores e frutos que eventualmente caem ao solo. Este material é importante fonte de detritos orgânicos para o estuário e região costeira adjacente (Odum & Heald, 1972, 1975).

Poucos trabalhos avaliaram a serapilheira na região estudada, sendo eles o “Grupo da Bertioga” (*apud* Schaeffer-Novelli, 1984), Ponte *et al.* (1984; 1990), Lamparelli (1995), todos na região do canal de Bertioga e Menghini (2004; 2008) na Ilha Barnabé, sistema estuarino de Santos (Tabelas 17 e 18).

A produção média de serapilheira do presente trabalho foi maior que todos os valores obtidos em trabalhos feitos em Bertioga (“Grupo da Bertioga” *apud* Schaeffer-Novelli, 1984; Ponte *et al.*, 1984, 1990; Lamparelli, 1995). Apenas as transversais do Rio Piaçabuçu e Ilha Duas Barras tiveram valores médios menores (incluído o peso da madeira) que o maior valor encontrado nos outros trabalhos, que foi na parcela do Rio Iripi por Lamparelli (1995).

O valor da produção média da serapilheira foi, entretanto, menor ao se comparar com os únicos trabalhos feitos no sistema estuarino de Santos (Menghini, 2004, 2008). Os trabalhos deste autor foram feitos em bosque remanescente de um derramamento de diciclopentadieno na Ilha Barnabé em estudo de cinco anos (os resultados apresentados por Menghini, 2008, englobam o trabalho anterior deste autor); a média da produção encontrada por ele foi 35,0% maior que a média deste trabalho (incluído o peso da madeira). Apenas na transversal do rio Cubatão, a média de produção de serapilheira foi maior do que a encontrada na Ilha Barnabé pelo autor supracitado; na transversal da Ilha Barnabé do presente trabalho, as 12 cestas produziram em média 44,5% menos que a média encontrada por Menghini (2008) para a mesma região.

Em Cananéia, Adaime (1985) encontrou o valor médio de $602,3\text{g/m}^2/\text{ano}$ na gamboa Nóbrega, em média três anos de estudo. Adaime (1987) encontrou também em um bosque em Cananéia, a produção média de $828\text{ g/m}^2/\text{ano}$. Menezes (1994), também nesse município, obteve valores médios que variaram entre $646\text{ g/m}^2/\text{ano}$ e $902\text{ g/m}^2/\text{ano}$.

Chaves (2007) fez uma revisão dos trabalhos feitos com produção de serapilheira no Brasil, da latitude de 0° a 28°S , encontrando muita variação na produção, sendo os extremos entre 256 a $2285\text{ g/m}^2/\text{ano}$ (em bosques na Baía de Guanabara por esse mesmo autor).

A produção média total mostrou correlação de Pearson significativa com a área basal de *R. mangle* (espécie que mais contribuiu para a produção de serapilheira). Chaves (2007) encontrou para bosques na baía de Guanabara uma associação positiva entre o DAP médio, altura média e a produção de serapilheira, encontrando também uma correlação inversa entre densidade média e produção de serapilheira, fato aqui não constatado.

Segundo Chaves (2007), não é clara a relação entre a estrutura do bosque e a produção de serapilheira segundo diversos autores que analisaram bosques em diversas regiões geográficas distintas.

A maior produção ocorreu nas duas primeiras parcelas dos manguezais, ou seja, em locais sujeitos à maior frequência de inundação.

Segundo diversos autores (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1985; Twilley *et al.*, 1986; Day Jr. *et al.*, 1987, 1996) as porções mais sujeitas à maiores frequências de inundação tendem a apresentar maiores produções de serapilheira. Uma das causas para a redução da produção conforme aumenta a distância da água é o estresse halino que normalmente é encontrado ao longo do gradiente de inundação (Twilley *et al.* 1986, Hutchings & Saenger, 1987).

Chaves (2007) também encontrou em bosques de mangue na baía de Guanabara (RJ) tendência para haver uma relação negativa entre a posição da estação mais interna no manguezal e a produção de serapilheira.

Diversos autores encontraram diferenças na produção de serapilheira segundo o tipo fisiográfico do bosque de mangue. Segundo Twilley *et al.* (1986) os bosques ribeirinhos tem as maiores taxas de produção enquanto que os de franja tem valores intermediários e os de bacia os menores. Pool *et al.* (1975) creditam os valores maiores de produção em bosques ribeirinhos ao contato direto com a água de drenagem terrestre e por receberem um subsídio de energia fornecido pelo fluxo das águas; os de franja, por receberem nutrientes diluídos pelas águas das baías, estuários e lagoas, apresentam produção menor e os de bacia estariam associados a baixa concentração de nutrientes. Estes autores creditam a taxa de produção de serapilheira em manguezais como sendo função da renovação da água dentro dos mesmos.

Embora não se tenha feito a divisão dos bosques estudados nessa classificação, aparentemente tal fato não se confirmou. Algumas transversais são de bosques ribeirinhos, como os que se situam em rios de relativa grande vazão como o Quilombo, Jurubatuba, Diana ou mesmo Maranhos e Queirozes, de fluxo menor, mas que estão em água com fluxo unidirecional com baixo teor de sal. Estes não se mostraram necessariamente mais produtivos que os outros.

No presente trabalho, a espécie que mais contribuiu para a produção de serapilheira foi *R. mangle*. Na ilha Barnabé, Menghini (2008) encontrou que *L. racemosa* foi a que mais contribuiu para a produção, em bosque remanescente por conta de um derramamento do diciclopentadieno.

Os resultados de produção por Ponte *et al.* (1990) no canal de Bertioga, em bosque impactado por petróleo (esse trabalho inclui os dados apresentados em Ponte *et al.*, 1984), também apresentaram maiores valores de produção da serapilheira para *R. mangle*, seguido por *A. schaueriana* com a menor contribuição por *L. racemosa*. Na região do canal de Bertioga, Lamparelli (1995) estudando dois bosques (Rios Iriri e Itapanhaú) encontrou que, no primeiro rio, a espécie que mais contribuiu para a produção de serapilheira foi *L. racemosa* e no segundo, *A. schaueriana*.

Menghini (2008) encontrou que *L. racemosa* foi a espécie que mais contribuiu para a produção de serapilheira.

Na gamboa Nóbrega (Cananéia), Adaime (1985) encontrou que *L. racemosa* foi a espécie que mais contribuiu com a produção de serapilheira. Na ilha do Cardoso, em Cananéia também, Menezes (1994) encontrou que nos bosques estudados a maior de produção de serapilheira foi de material produzido pela espécie dominante, *R. mangle*.

Um aspecto da produção de serapilheira que é fundamentalmente igual, independente inclusive da latitude, é o fato de nos meses mais quentes ocorrer aumento e nos mais frios, diminuição, com uma exceção: Ponte *et al.* (1990) encontraram basicamente dois picos de produção, nos meses de inverno e verão, em bosque impactado por petróleo no canal de Bertioga, mas tratava-se de um bosque em regeneração, após um derrame de petróleo, que o afetou.

Lamparelli (1995) estudando dois bosques na região do canal de Bertioga encontrou também esse padrão, embora bem menos claro no segundo ano de estudo. Menghini (2008) encontrou também marcada sazonalidade em bosque de mangue na Ilha Barnabé, sendo também que a maior produção ocorreu nos meses de verão e menores nos meses de inverno.

Adaime (1985) e Menezes (1994) em Cananéia também encontraram este padrão.

No verão, tipicamente ocorre maior pluviosidade, ocasionando com isso melhores condições para o aparecimento de novas folhas. A maior produção de serapilheira ocorre principalmente por conta da maior produção

foliar, que no caso deste trabalho contribuiu com, em média, 68,7% (entre 81,8 e 58,0%); a produção dessa fração seguiu esse padrão sazonal para as duas espécies mais importantes, sendo que para *L. racemosa* houve uma produção foliar menos clara.

Cintrón & Schaeffer-Novelli (1983) consideram que as folhas sejam o componente principal da serapilheira, correspondendo entre 70 a 80% do peso da matéria seca total.

Cintrón & Schaeffer-Novelli (1984) sugerem que bosques mais jovens produzem menos folhas para a serapilheira, por conta de uma maior utilização da energia disponível em outras funções, como o maior desenvolvimento da estrutura fotossintética.

Segundo Tomlinson (1986) as folhas de mangues são geralmente produzidas continuamente durante o ano, mas sua taxa de produção pode variar sazonalmente, influenciada principalmente pela temperatura e pela pluviosidade. Segundo este autor, a abscisão delas não necessariamente acompanha o padrão de produção foliar, pois dependendo da época de sua produção, a folha pode apresentar longevidade diferente – folhas produzidas no verão crescem mais rápido e duram mais que as produzidas no inverno.

Segundo levantamento feito pelo “Grupo da Bertioga” (*apud* Schaeffer-Novelli, 1984) no canal de Bertioga entre 1981 e 1983, os valores percentuais da produção foliar variaram entre 73,2 e 73,9%. Ainda no canal de Bertioga, os valores de produção foliar encontrados por Ponte *et al.* (1990) durante estudo de vários anos variaram entre 77,5 a 81,3%. As folhas contribuíram com uma média de 67% da produção de serapilheira em ambos os bosques estudados por Lamparelli (1995) no canal de Bertioga. As taxas médias variaram entre 309 g/m²/ano a 416 g/m²/ano.

Menghini (2008) encontrou valores relativamente mais baixos que os do presente estudo na Ilha Barnabé, mostrando diferenças entre a produção de folhas nos cinco anos de estudo: de 43,1% a até 58,7%. Os valores médios variaram entre 392,4 g/m²/ano a até 943,2 g/m²/ano.

Na gamboa Nóbrega em Cananéia, Adaime (1985) encontrou que as folhas contribuíram em média com 62,5% da produção total. As mais altas

produções ocorreram durante o verão e menores no inverno. Menezes (1994) encontrou valores percentuais de produção de folhas que variaram entre 65,6% a 75,5% em bosques da Ilha do Cardoso (Cananéia/SP).

As flores variaram a sua produção conforme a espécie – para *R. mangle* a maior produção ocorreu no final de verão e início do outono, *A. schaueriana* teve um pico em fevereiro e março, com pico menor em setembro a novembro e *L. racemosa* produziu mais flores em janeiro.

Lamparelli (1995) encontrou maior queda nos meses de janeiro a abril no Rio Iriri e de fevereiro a junho no Rio Itapanhaú, com média de 545 flores/m²/dia no primeiro rio e 490 flores/m²/ano no segundo rio.

Menghini (2008) na Ilha Barnabé nos cinco anos de avaliação da produção da serapilheira, encontrou que a produção desta fração variou entre uma média de 14,4 g/m²/ano a até 21,6 g/m²/ano, sendo principalmente produzida por *L. racemosa*. Ocorreu em maior valor nos meses de verão em especial nos meses de janeiro, como o ocorrido com *L. racemosa* no presente estudo.

Embora não tenha coletado material da serapilheira, Fruehauf (2005) estudando três bosques de mangue no sistema estuarino de Santos, observou que a floração pode ocorrer no mesmo período que a frutificação, mas que estes eventos podem variar assincronicamente entre os indivíduos da mesma espécie, entre espécies e entre áreas.

Em Cananéia, a produção de flores contribuiu com 1,2% da produção de serapilheira (Adaime, 1985) (no presente trabalho foi de 1,3%). Segundo este mesmo autor, a fração flores de *R. mangle* na gamboa Nóbrega começa a surgir no verão, atingindo um pico nos meses de março, abril e maio, podendo aparecer também no período de julho a dezembro, embora com bem menos intensidade. As flores de *L. racemosa* começam a aparecer em janeiro, com pico de em fevereiro e março e as flores de *A. schaueriana* ocorrem em maior quantidade de abril a dezembro com máxima produção em outubro (igual à produção de frutos). Menezes (1994) encontrou valores percentuais de produção de flores de 1,6% no rio Perequê (Ilha do Cardoso em Cananéia/SP).

A produção de frutos também variou conforme a espécie: *R. mangle* e *L. racemosa* tiveram a sua maior produção no final do verão e início do outono, enquanto que para *A. schaueriana* o maior valor ocorreu no inverno.

Gill & Tomlinson (1971) encontraram que as substâncias responsáveis pela queda dos propágulos de *R. mangle* são transportados para os ramos, podendo também causar a queda das folhas.

Segundo Ponte *et al.* (1984) a queda de flores e frutos atingiu os valores mais altos no outono entre os anos de 1982/83 no Canal de Bertiooga. Entre 1984/85, a queda destas frações também apresentou maiores valores no outono, mas em 1988/89 não apresentaram grandes variações ao longo do ano, contribuindo pouco para a produção da serapilheira (Ponte *et al.*, 1990).

Lamparelli (1995) em dois bosques na região do canal de Bertiooga encontrou maior produção de propágulos no outono. O número médio de propágulos nos dois anos de estudo foi de 330 propágulos/m²/ano no Rio Iriri e de apenas 55 propágulos/m²/ano no Rio Itapanhaú.

Menghini (2008) encontrou que a produção de frutos em estudo de cinco anos variou entre 21,2 a 42,6% da produção de serapilheira, contribuindo com valores médios entre 205,2 g/m²/ano a até 543,6 g/m²/ano. Estas produções tiveram os maiores picos nos meses de outono, com maiores contribuições de *L. racemosa* e *R. mangle*, dependendo do ano.

Em Cananéia, Adaime (1985) percebeu que os frutos de *R. mangle* podem ser observados em qualquer época do ano, ocorrendo a partir de janeiro um desenvolvimento mais evidente, com abscisão ocorrendo principalmente de março a maio, na mesma época da floração. Para *A. schaueriana* os meses de maior produção de frutos foram setembro e outubro. Para *L. racemosa*, os frutos atingem o seu auge de produção entre abril e junho, atingindo um pico em maio. Para *A. schaueriana*, a produção dessa fração para *A. schaueriana* ocorreu em maior intensidade de agosto a janeiro, com a maior produção em outubro (igual à produção das flores). Em Cananéia, a produção de frutos contribuiu com 21,9% da produção de serapilheira (no presente trabalho foi igual a 11,9%) (Adaime, 1985).

Menezes (1994) encontrou que a produção de frutos contribuiu com 23,8% do total da serapilheira no rio Perequê, na Ilha do Cardoso em Cananéia.

Segundo Gill & Tomlinson (1971), os frutos de *R. mangle* levam de quatro a sete meses para amadurecer; para o crescimento do propágulo até a abscisão, mais quatro a seis meses.

A espécie *R. mangle* apresenta uma fração extra: estípulas, que são folhas modificadas que envolvem as folhas jovens – para cada novo par de folhas produzidas, um par de estípulas é liberado (Tomlinson, 1986).

Segundo Duke *et al.* (1984) a queda de estípulas é um confiável indicador de produção foliar, pois está associada com a emergência de um par de folhas. Por conta disso, os resultados da queda de estípulas têm uma relação de 1:1 com a produção de folhas.

Lamparelli (1995) também encontrou maior produção nos meses de verão (de dezembro a março) e menor de junho a setembro em dois bosques no Canal de Bertiooga. Na média dos dois anos de avaliação da serapilheira a produção de estípulas foi de 155 estípulas/m²/ano para o Rio Iriri e de 250 estípulas/m²/ano para o Rio Itapanhaú.

Menghini (2008), na Ilha Barnabé, encontrou produção também nos meses mais quentes, com valores médios entre 10,8g/m²/ano e 1,0 g/m²/ano.

A maior produção da fração madeira ocorreu no mês julho com tendência de produção maior no final do verão e início do outono. A maior produção nos meses mais frios normalmente é encontrada por conta do maior número de frentes polares (frentes frias), que ocasionam maior intensidade de ventos. Esse fato, entretanto, não foi observado no presente trabalho, pois a maior intensidade média dos ventos ocorreu nos meses mais quentes do ano, segundo dados do site TuTiempo (TuTiempo, 2008).

Menghini (2008) encontrou valores médios entre 90,0 g/m²/ano a 302,4 g/m²/ano, variando entre 7,3% da produção total da serapilheira a até 22,1%.

Os valores de produção encontrados por Ponte *et al.* (1990) em estudo de vários anos em bosque impactado por petróleo no canal de Bertioga mostraram que esta fração variou entre 12,4 a 18,0% da produção total.

A fração madeira contribuiu com 14 e 18% em bosque no Rio Iriri e Itapanhaú, respectivamente, ambos situados no canal de Bertioga, em estudo feito por Lamparelli (1995). Ela esteve mais concentrada durante o período de inverno (meses de junho e julho). A produção média variou entre 42 g/m²/ano a até 118g/m²/ano dependendo do ano e do bosque.

Adaime (1985) em Cananéia encontrou que a madeira está equitativamente distribuída durante o ano, correspondendo a 11,1% (no presente trabalho = 14,5%). Menezes (1994) para o rio Perequê na Ilha do Cardoso em Cananéia encontrou que a madeira contribuiu com 6,6% do total da serapilheira.

Pool *et al.* (1975) correlacionaram baixas produções de madeira com a pequena idade do bosque.

Chaves (2007) escreve que, em estágios iniciais de crescimento, a queda de galhos é uma condição natural de limpeza das partes menos eficientes das plantas a medida que o indivíduo vai se desenvolvendo e sombreando as partes mais inferiores da planta, processo denominado auto-sombreamento.

Diversos autores encontraram substanciais diferenças interanuais na produção de serapilheira. Aqui no Brasil tem-se o trabalho de Adaime (1985) que, em estudo da serapilheira por três anos na gamboa Nóbrega (Cananéia), encontrou que em determinados anos pode ocorrer uma produção bem maior de propágulos em comparação com a que ocorre normalmente. Lamparelli (1995) estudando dois bosques na região do canal de Bertioga, encontrou significativa redução da queda de serapilheira no segundo ano, ao comparar com a produção do primeiro ano. Chaves (2007), na baía de Guanabara, encontrou tendência de redução do primeiro ano para o segundo, mas com variação dentre as várias frações. Menghini (2008) na Ilha Barnabé, revelou que houve uma tendência para aumentar a produção de serapilheira ao longo dos cinco anos de estudo.

O sistema estuarino de Santos é naturalmente heterogêneo em termos fisiográficos, o que poderia indicar a variabilidade encontrada na produção dos bosques estudados. Chaves (2007) afirma que as diferenças na produção foliar e total entre duas transversais na baía da Guanabara mostrou que os manguezais da baía não são influenciados diretamente por características particulares de micro-climas, mas governados por um gradiente espacial que pode estar relacionado às características particulares hidrológicas e topográficas. Além disso, como comentado por Lamparelli (1995) e por Chaves (2007), alterações humanas que ocasionam morte e/ou enfraquecimento da vegetação, originam diferentes estágios de desenvolvimento estrutural, que se reflete na variação da produção de serapilheira.

Segundo Lamparelli (1995) a identificação de um padrão geral de respostas do ecossistema às condições ambientais é difícil porque muitas tendências de resposta são “espécie-específicas”; desta forma, mesmo que as condições ambientais de dois sítios sejam semelhantes, ainda há a composição específica do bosque para tornar as generalizações mais complexas.

Por fim, diferente do ocorrido com os descritores da estrutura do bosque, a produção de serapilheira mostrou haver variação em sua produção conforme a distância da água. Isso evidencia que é proporcionalmente menor a variação da produção média da serapilheira conforme as várias regiões do sistema estuarino de Santos em relação à variação da fitossociologia, mostrando assim ser uma variável proporcionalmente mais homogênea. Isso também pode ser observado na formação dos grupos pela análise de cluster, pois esse descritor foi o que menor importância teve para a diferenciação dos grupos (conforme discussão adiante).

FATORES AMBIENTAIS

CLIMA

Para a região estudada, a temperatura e a pressão atmosférica foram as variáveis que mais se correlacionaram com a produção de serapilheira. Ao mesmo tempo, estas duas variáveis mostraram-se altamente correlacionadas

negativamente, já que altas temperaturas ocasionam a elevação do ar atmosférico, originando baixa pressão atmosférica. Ao se elevar, ocorre a condensação do vapor de água, por conta da diminuição da temperatura em altitudes maiores, ocorrendo a precipitação pluvial. De fato, a temperatura mostrou correlação positiva com a pluviosidade e esta negativa com a pressão atmosférica. A temperatura e a pressão atmosférica também mostraram correlação com os ventos, pois quanto maior a temperatura, menor a pressão atmosférica e maior a intensidade dos ventos. A variável climática que não se correlacionou com nenhuma outra ambiental foi a umidade relativa, que também, conforme esperado, foi a que menos se correlacionou com a produção de serapilheira, embora Sessegolo (1997) tenha encontrado em manguezal em Santa Catarina (Rio Baguaçu) uma correlação negativa entre a produção de serapilheira e esta variável.

A produção média de serapilheira total demonstrou muito claramente estas relações: esteve positivamente correlacionada com a temperatura (nos meses mais quentes houve maior produção), negativamente com a pressão atmosférica e positivamente com a intensidade de ventos.

Houve correlação positiva da temperatura com a produção de folhas de *A. schaueriana*, de estípula, de flores total, de frutos de *R. mangle* e de *L. racemosa*, e de produção de frutos total. Estas produções de maneira geral foram maiores nos meses mais quentes do ano e menores nos mais frios.

Menezes (1994) encontrou em Cananéia, que a produção de serapilheira esteve correlacionada com a temperatura média do ar, médias máximas e mínimas e mínimas absolutas. Chaves (2007) ao estudar a produção de serapilheira em bosques na baía de Guanabara revelou relação significativa entre a temperatura média do ar e produção de folhas e propágulos e total. Sessegolo (1997) encontrou em manguezal em Santa Catarina uma correlação positiva entre a produção de serapilheira e temperatura média.

Com relação à pressão atmosférica, oito das nove correlações encontradas o foram negativas, já que conforme comentado, a temperatura mostrou-se altamente correlacionada de forma negativa com esta variável. As

variáveis foram a produção de folhas de *R. mangle*, de *A. schaueriana* e total, de estípulas, de frutos de *R. mangle* e produção total de serapilheira. A produção de frutos de *A. schaueriana* mostrou, entretanto, uma correlação positiva com a pressão atmosférica, mas isso é esperado, já que esta produção ocorre com maior intensidade nos meses mais frios do ano.

A velocidade do vento e a pluviosidade estiveram ambas correlacionadas com três compartimentos da produção de serapilheira. O vento esteve positivamente correlacionado com a produção foliar total, de estípulas e produção de serapilheira total. Como esta variável climática está correlacionada com a temperatura e pressão atmosférica, nos meses em que mais ventou, também foram meses de maior temperatura (e menor pressão atmosférica). Assim, como a produção de estípulas e produção total da serapilheira esteve correlacionada com a temperatura e pressão atmosférica, era esperada que também estivessem correlacionadas com o vento; no caso da produção foliar total, esta mostrou apenas correlação negativa com a pressão atmosférica.

Chaves (2007) na Baía da Guanabara, entretanto, não encontrou correlação entre a velocidade do vento e a pluviosidade na produção de serapilheira. Já Sessegolo (1997) encontrou correlação entre a produção de serapilheira com a pluviosidade em manguezal em Santa Catarina.

A produção de frutos de *R. mangle* e de *L. racemosa* mostraram estar positivamente correlacionadas com a pluviosidade e a produção de frutos de *A. schaueriana* negativamente com esta mesma variável climática. Como houve correlação positiva entre pluviosidade e temperatura (em meses mais quentes chove mais assim como nos mais frios, chove menos) e a produção de frutos das duas primeiras espécies tenderam a ser maiores em meses quentes, essa ligação é esperada. No caso da produção de frutos de *A. schaueriana*, também ocorre uma relação esperada, já que a sua maior produção ocorre nos meses mais frios e nestes, a pluviosidade é baixa.

Pool *et al.* (1975) dizem que os manguezais desenvolveram uma estratégia de crescimento que lhes permite perder folhas durante todo o ano, com aumento na temporada de chuvas e diminuição na época de seca. Lugo &

Snedaker (1975) encontraram que uma redução do fluxo de água de drenagem do continente reduz a produção dos manguezais.

A maior produção de serapilheira nos meses de verão pode ser explicada também pelo aumento do comprimento do dia (Schaeffer-Novelli *et al.*, 1980). Segundo Adaime (1985) isso indicaria que as árvores de mangue aproveitariam o aumento do tempo de radiação solar para aumentar a produção de novo tecido fotossintético.

Segundo Chaves (2007), deve-se analisar minuciosamente a queda da serapilheira de forma sincronizada ou eventual, pois existem ligações entre ciclos florais, vegetativos e a ação de fatores ambientais, ou seja, a pré-disponibilidade de queda de alguma fração da serapilheira, por características fenológicas, pode ser acentuada por fatores externos como o contato físico com a chuva ou a movimentação provocada por rajadas de vento.

SOLO

Vannucci (1999) diz que as características físicas do solo parecem ter a mesma importância que as propriedades químicas, na determinação do crescimento e da saúde dos manguezais.

As diferenças dos tamanhos dos grãos analisados foram bem pequenas, sempre dentro da categoria de silte, pela escala de Wentworth. Apesar disso, a granulometria mostrou que na faixa 1, ocorreram os menores valores enquanto que na última faixa (4), ocorreram os maiores. O tamanho do grão nos vários faixas mostrou-se positivamente correlacionado com a densidade média total das árvores e de *R. mangle*. Assim, quanto menor o tamanho do grão, maior a densidade arbórea (total e de *R. mangle*).

Concordando com isso, Schaeffer-Novelli (1991), Cintrón & Schaeffer-Novelli (1983) e Schaeffer-Novelli & Cordeiro-Marino (1990 *apud* Coelho-Jr, 1998), revelam que em substratos mais arenosos ocorre preferencialmente *L. racemosa*, enquanto que nas zonas dominadas por silte, a espécie mais característica é *R. mangle*.

Cuzzuol & Campos (2001), estudando um manguezal no Rio Mucuri (BA) por outro lado, encontrou uma situação diversa: o substrato de *Avicennia germinans* e *L. racemosa* foi de menor tamanho enquanto de *R. mangle* foi maior.

Schaeffer-Novelli *et al.* (1994), relacionaram o desenvolvimento do bosque de mangue de Caravelas (BA) com o tipo de sedimento: as margens do Rio Caravelas apresentam sedimento predominantemente siltoso, com grande desenvolvimento estrutural; em contrapartida, os bosques menos desenvolvidos localizam-se sobre sedimentos com predominância da fração arenosa.

Por outro lado, Souza *et al.* (1994 *apud* Coelho Jr., 1998) revelaram que no Rio Tavares (Ilha de Santa Catarina/SC), as características do solo não puderam ser relacionadas com cada tipo de agrupamento fitossociológico (bosque de *L. racemosa*, de *R. mangle*, de *A. schaueriana* ou misto).

Além da granulometria, o teor de matéria orgânica também pode explicar a estrutura de bosques de mangue. Carmo *et al.* (1998) por exemplo, descrevem o menor desenvolvimento estrutural do manguezal do Rio Reis Magos (Baía de Vitória/ES) e a dominância de *L. racemosa*, relacionada ao baixo teor de matéria orgânica no sedimento arenoso. Coelho Jr. (1998) mostrou a preferência dos bosques de mangue com *L. racemosa* e *A. schaueriana* em substratos com teores de matéria orgânica abaixo de 25% e sedimento com predominância da fração arenosa e em sedimentos colonizados por *R. mangle* a quantidade de matéria orgânica é maior.

Alguns trabalhos que estudaram os sedimentos da região mostraram altos níveis de contaminação (CETESB, 2001; Abessa, 2002; Fukumoto, 2007, Hortellani *et al.* 2008), entre os quais metais, que podem interferir em diversos processos metabólicos, impedindo o total desenvolvimento do vegetal (Siedlecka, 1995 *apud* Menghini, 2004).

ANÁLISES MULTIVARIADAS

Dentre os descritores inicialmente incluídos para se fazer a análise de agrupamento, diversos não se mostraram capazes de separar os grupos. Em especial, a latitude mostrou-se uma escolha ruim para agrupar os manguezais, embora o sistema estuarino de Santos esteja ao longo do eixo geográfico norte-sul com a Serra do Mar no eixo leste-oeste. Isso significa que há um gradiente de pluviosidade do mar para a Serra do Mar. Na Bacia do Rio Mogi e Rio Quilombo, as duas mais próximas à Serra do Mar por exemplo, a pluviosidade situa-se em torno de 2600 mm/ano, enquanto que a do Rio Piaçabuçu e Ilha de Santo Amaro, as mais próximas do oceano, a pluviosidade é igual a 2400 mm/ano (CETEC, 2000).

Dentre os descritores usados para agrupar os vários bosques, a produção de serapilheira foi a que menos variou entre os grupos; essa característica pode ser explicada pois, como já mencionado, esse descritor foi o único que mostrou diferença significativa entre as faixas mais próximas da água das mais distantes, mas não entre as transversais estudadas. Além disso, pelo fato de se mostrar o descritor que menos contribuiu para a formação dos grupos pela análise de cluster, corrobora o que diversos autores encontraram - que não ocorre necessariamente relação entre a estrutura do bosque e a produção de serapilheira.

Dois grupos em especial mostraram características relativamente homogêneas: o grupo 3 (Ilha Barnabé e rios Quilombo e Queirozes) que é constituído de bosques com baixa densidade, grandes área basal, altura e índice de complexidade. São os bosques mais maduros, provavelmente com idades superiores a 45 anos, segundo o critério de idade por Menghini (2008). A análise de componentes principais confirmou que este grupo está relacionado com a área basal, altura, Holdridge e densidade, sendo positivamente relacionado e apresentando altos valores para os três primeiros descritores acima e negativamente relacionado com alto valor para a densidade. Os rios Quilombo e Queirozes possuem inclusive baixo número de árvores mortas (para a Ilha Barnabé não se tem este dado); estão entre as três transversais com os menores valores, tanto absolutos como proporcionais (mortas com vivas).

O outro grupo relativamente homogêneo é o 4 (Canais de Bertioga e dos Barreiros e rios Santana e Cascalho de Baixo), este grupo, de certa forma, é o oposto do grupo 3. Este grupo 4 caracteriza-se por apresentar bosques mais jovens. Os bosques incluídos nesse agrupamento estão entre os seis cujos valores de área basal são os menores para árvores com DAP maior do que 10 cm. As transversais deste grupo mostraram, de maneira geral, grandes densidades, baixas áreas basais e alturas médias mais baixas que as do grupo 3, mas o que todos os bosques desse grupo tiveram em comum foi o baixo Índice de Complexidade de Holdridge.

Neste grupo 4 estão os bosques que provavelmente se encontram em processo de formação/recuperação, possivelmente por conta de impactos antrópicos. A transversal de Bertioga talvez ainda esteja se recuperando dos derramamentos de óleo ocorrido nos anos 80 e a transversal da região de Cubatão (Rio Cascalho de Baixo) por conta das indústrias da região. As outras duas transversais da área, Rio Cubatão e Cascalho de Cima, embora tenham se relacionado mais com o grupo 1, o foram de forma menos efetiva, tanto é que pela análise dos componentes principais, estão em lados opostos de ambos os eixos dos do grupo 1. Além disso, essas duas transversais fazem parte dos seis bosques que tem as menores áreas basais das árvores com DAP's maiores que 10 cm. As outras duas transversais do grupo 4, Rio Santana e Canal dos Barreiros devem ter um histórico de impacto, embora desconhecido. O Canal dos Barreiros em especial, foi a transversal que teve a maior densidade de árvores mortas e foi a quarta em termos proporcionais (mortas com vivas) (o Rio Santana teve valores intermediários comparado com as outras transversais que tiveram esses dados).

A análise de componentes principais para esse grupo 4 mostrou que ele está diretamente relacionado com a densidade e inversamente com o índice de Holdridge, ambos com altos valores. Também mostra alguma relação inversa com a área basal e altura, mas com menores valores; a produção de serapilheira é pouco relacionada.

Os outros dois grupos apresentaram-se mais indistintos. O grupo 2 (Rios Maranhos, Branco, Mariana, Piaçabuçu, Largo da Pompeba e Córrego Nossa Senhora das Neves) mostrou ter a segunda maior média da área basal

e a menor altura dentre os quatro grupos. Também mostrou o segundo maior valor de Holdridge, embora substancialmente menor que do grupo 3; teve a menor média de produção de serapilheira. A análise dos componentes principais mostrou que esse grupo está inversamente relacionado com a produção de serapilheira com altos valores, e também com a altura, com valores menores e área basal, com valores menores ainda. Esse grupo mostrou-se pouco relacionado com a densidade e com Holdridge. É um grupo que mostrou, portanto, uma idade intermediária entre o 3, mais maduro e o 4, o mais jovem entre os grupos formados.

O último grupo formado (grupo 1) é o mais heterogêneo. Esse grupo (Rios Cubatão, Cascalho de Cima, Piaçaguera, Pedreira, Diana, Jurubatuba e Ilha Duas Barras) incluiu as duas primeiras transversais, que possuem características fitossociológicas e de produção de serapilheira distintas das outras cinco, estando inclusive em um “subgrupo” evidenciado na Figura da análise de agrupamento; as transversais do Rio Cubatão e Cascalho de Cima quase poderiam formar um quinto grupo à parte.

Esse grupo 1 mostrou ter a maior média de produção de serapilheira, como também se pode depreender da análise dos componentes principais. Este alto valor ocorreu, pois as duas transversais que estão em lados opostos do eixo em relação às outras quatro transversais (Rios Cubatão e Cascalho de Cima) (o Rio Pedreira está do mesmo lado do eixo 1 fatorial e foi a terceira transversal em produção da serapilheira), possuem os maiores valores de produção de serapilheira. Esse grupo também mostrou ter a menor área basal média e um baixo índice de complexidade de Holdridge. A análise dos componentes principais evidenciou, além de ser inversamente relacionada com a serapilheira, também uma relação inversa com a altura e área basal, embora com valores baixos com relação a este último descritor. Holdridge e densidade mostraram serem as variáveis menos relacionadas na formação desse grupo.

CONCLUSÕES

Ao se analisar o manguezal do sistema estuarino de Santos ao nível de “Paisagem”, ou seja no conjunto dos bosques, não se observou diferença significativa nos vários descritores fitossociológicos ao longo do gradiente de inundação (nas diferentes faixas). A razão para isso é que a variância entre transversais (distintos bosques) foi substancialmente maior que entre faixas. Assim as análises estatísticas realizadas para se testar possíveis diferenças entre faixas, mostraram que estas não foram significativas. Esse fato normalmente não ocorre em outros levantamentos fitossociológicos em gradientes de inundação descritos na literatura. Entretanto, ao nível de “Bosque” e “Sítio”, substanciais diferenças puderam ser encontradas.

Embora com grande variação, a densidade média arbórea encontrada, foi igual a 483,8 árvores/0,1ha, sendo em geral, maior que para os outros bosques estudados no estado de São Paulo.

R. mangle e *A. schaueriana* foram as espécies mais abundantes e com semelhantes de densidade.

A densidade de árvores mortas teve uma média igual a 12,1%, considerado normal, embora em alguns locais tenham ocorrido valores mais altos, evidenciando nestes casos, áreas mais impactadas. A densidade de árvores mortas mostrou-se correlacionada positivamente com a de árvores vivas, fato frequentemente encontrado em outros manguezais.

A altura média das árvores foi igual a 4,54 m, sendo considerada baixa quando comparada com outros manguezais de regiões próximas através de estudos de outros autores.

A espécie *L. racemosa* teve a maior altura média (5,48m $\pm$ 2,13), seguido por *A. schaueriana* (4,91m $\pm$ 2,45) e por *R. mangle* (4,04m $\pm$ 2,40).

A altura média mostrou-se diretamente correlacionada com a área basal média, pois árvores mais altas são mais pesadas e para isso precisam aumentar a espessura de seu tronco.

Em todas as faixas, *L. racemosa* teve as menores áreas basais e *A. schaueriana* as maiores, embora algumas vezes estatisticamente iguais a *R. mangle*. Em especial na faixa 1 (mais próxima à água), *A. schaueriana* teve estatisticamente os maiores valores desse descritor.

A área basal média foi igual a 1,47 m²/0,1ha, podendo ser considerado normal para um manguezal nesta latitude e mostrou-se correlacionada com o índice de complexidade de Holdridge.

O Índice de Valor de Importância para as três espécies, mostrou valores significativamente iguais para *R. mangle* e *A. schaueriana* e substancialmente menor para *L. racemosa*.

O Índice de Complexidade de Holdridge mostrou-se um bom descritor, pois permitiu agrupar adequadamente, através da análise de agrupamento, os bosques estudados.

A produção média de serapilheira foi de 682,6 g/m²/ano sem o peso da madeira (galhos) incluído ou 805,2 g/m²/ano com o peso da madeira incluído. Esse valor foi mais elevado que o encontrado na maior parte dos trabalhos feitos na região, que consideraram áreas menores e específicas, sendo semelhante aos encontrados nos bosques de Cananéia, sabidamente mais preservados. Isso mostra que os manguezais do sistema estuarino de Santos encontram-se em média, relativamente preservados e que impactos localizados aparentemente não chegam a comprometer a produtividade da serapilheira.

A produção média foi maior nas faixas mais perto da margem que nas mais interiores, sendo essa característica encontrada em diversos manguezais.

Como encontrado em outros manguezais, a maior produção de serapilheira total ocorreu nos meses mais quentes e a menor nos mais frios.

A maior fração da serapilheira foram as folhas (68,7%), seguido pela madeira (14,5%), fruto (11,9%), estípula (3,7%) e flor (1,3%).

A temperatura média do ar e a pressão atmosférica foram as variáveis climáticas que mais se correlacionaram com os compartimentos da produção de serapilheira. A temperatura mostrou-se correlacionada com a produção de estípulas, de frutos, flores e produção total. A pressão atmosférica o foi com a produção foliar, estípula e produção total. A pluviosidade, velocidade do vento e umidade relativa apresentaram menores correlações.

A análise granulométrica mostrou que o substrato dos bosques de mangue é constituído por silte fino, pobremente selecionado, tendo assimetria negativa, platocúrtico e com o coeficiente de Trask igual a 0,37. Encontrou-se diferença no tamanho do grão ao longo do gradiente ambiental: nas porções mais baixas dos bosques predominaram sedimentos mais finos e nos mais elevados, mais grossos, em especial entre a faixa 1 e 4. Foi observada também correlação negativa entre o tamanho do grão e densidade arbórea – quanto menor a granulometria, maior a densidade arbórea encontrada.

A análise de agrupamento, utilizando quatro descritores fitossociológicos e um da produção da serapilheira, evidenciou quatro grupos para as 20 transversais estudadas; a análise de agrupamento juntamente com a de componentes principais, indicou dois grupos com características bem homogêneas, um constituído por bosques maduros, com grande área basal, altura e complexidade de Holdridge elevadas e baixa densidade. O outro, ao contrário, foi formado por bosques bem mais jovens, tendo grandes densidades, baixas área basais e baixos valores de complexidade de Holdridge. Os outros dois grupos mostraram ser mais heterogêneos e intermediários. Dentre os descritores escolhidos para o agrupamento, a produção de serapilheira foi a que mostrou mais homogeneidade entre grupos, ou seja, que menos contribuiu para a distinção entre grupos.

BIBLIOGRAFIA

- ABESSA, D. M. S. 2002. Avaliação da qualidade de sedimentos do sistema estuarino de Santos, SP, Brasil. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 290p.
- ADAIME, R. R. 1985. Produção do bosque de mangue da Gamboa Nóbrega (Cananéia, 25° lat. S, Brasil). Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 305p.
- ADAIME, R. R. 1987. Estrutura, produção e transporte em um manguezal. In: Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste: Síntese dos Conhecimentos. Anais. Cananéia, São Paulo. ACIESP, v. 1, p. 80-99.
- ALMEIDA, F. F. M. 1964. Fundamentos geológicos do relevo paulista. Bol. Inst. Geogr. Geol., São Paulo, v. 41, p. 169-263.
- ANDRADE, M. A. B. & LAMBERTI, A. 1965. A vegetação. In: AZEVEDO, A.. A Baixada Santista - Aspectos Geográficos. As Bases Físicas. São Paulo: EDUSP, v.1, p. 151-178 + 7 tabs + 2 mapas.
- BALL, M. C. 1980. Patterns of secondary succession in a mangrove forest of southern Florida. Oecologia (Berlin), v. 44, p. 226-235.
- BELCHIOR, C. C. 2008. Gestão costeira integrada - estudo de caso do projeto ECOMANAGE na região estuarina de Santos - São Vicente, SP, Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, PROCAM, 108p.
- BONETTI FILHO, J. 1996. Sensoriamento remoto aplicado à análise de ambientes costeiros impactados - Avaliação metodológica: Baixada Santista. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, FFLCH, Departamento de Geografia, 260p + anexo.
- BRANCO, S. M. 1984. O fenômeno Cubatão na visão do ecólogo. São Paulo, CETESB/ASCETESB. 112p.

- CARMO, T. M. S., ALMEIDA, R., OLIVEIRA, A.R. & ZANOTTI-XAVIER, S. 1998. Caracterização de um trecho do manguezal do Rio da Passagem, Baía de Vitória, Vitória-ES, Brasil. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, IV, Águas de Lindóia, São Paulo: ACIESP, v.1, p. 616.
- CETEC. 2000. Minuta preliminar do relatório de situação dos recursos hídricos da UGRHI7. Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista, Relatório Zero, 238p.
- CETESB. 1988. Estudo dos manguezais da Baixada Santista - Relatório Final. São Paulo: CETESB. 70p.
- CETESB. 1990. Ação da CETESB em Cubatão: situação em janeiro de 1990. CETESB, Relatório Técnico, São Paulo, São Paulo. 33 p.
- CETESB. 1991. Avaliação do estado da degradação dos ecossistemas da Baixada Santista - SP. Relatório Técnico, São Paulo. 45 p.
- CETESB. 2001. Sistema estuarino de Santos e São Vicente. Relatório Técnico. Procop: Programa de Controle de Poluição. (CD-ROM).
- CHAPMAN, V. J. 1975. Mangrove Biogeography. In: WALSH, G. E.; SNEDAKER, S. C. & TEAS, H. J. (eds). Proc. of the International Symposium on Biology and Management of Mangroves. East-Weast Center, Honolulu, Hawaii, p. 3-22.
- CHAVES, F. O. 2007. Caracterização e relações ambientais da produção de serapilheira em florestas de mangue da baía de Guanabara, Rio de Janeiro – Brasil. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 331p.
- CHEN, R. & TWILLEY, R. R. 1999. Patterns of mangrove forest structure associated with soil nutrient dynamics along the Shark River estuary. Estuaries, v. 22, p. 1027-1042.

- CINTRÓN, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1983. Introducción a la ecología del manglar. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe - ROSTLAC. Montevideo-Uruguay. 109 p.
- CINTRÓN, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1984. Methods for studying mangrove structure. In: Snedaker, S. C & Snedaker J. G. (eds.) The mangrove ecosystem: research methods. UNESCO, Bungay, United Kingdom. 251 p.
- CINTRÓN, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1985. Características y desarrollo estructural de los manglares de Norte y Sur América. Ciencia Interamericana, v. 25, n. 1-4, p. 4-15.
- COELHO Jr., C. 1998. Manguezal, desenvolvimento estrutural da cobertura vegetal ao longo de gradientes de inundação - Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 108p.
- COELHO Jr, C. 2003. Ecologia de Manguezais: Zonação e dinâmica da cobertura vegetal em gradientes ambientais, Cananéia, São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 166p.
- COELHO Jr., C; LONGO, R. S.; CUNHA, R. R.; SANTOS, S. A.; NEUBERGER, W. M. M.; CORRÊA, F. M.; ALMEIDA, R. 2000. Características estruturais do bosque de mangue do Rio Guaratuba (Bertioga-SP) e informações preliminares sobre o estoque de *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda). In: V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, 2000, Vitória - ES. Anais. v. 2. p. 364-372.
- COMELLI, F. A. M.; PONTE, A. C. E. & CLARO, S. M. C. A. 1994. Aspectos estruturais de um manguezal de Cubatão, SP, Brasil. In: Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira: Subsídios a um Gerenciamento Ambiental. Anais, III, ACIESP. Serra Negra, v.1, p. 97-103.

- CUNHA-LIGNON, M. 2001. Dinâmica do manguezal no sistema de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo - Brasil. Dissertação de mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 105 p.
- CUNHA-LIGNON, M. 2005. Ecologia de Manguezais: Desenvolvimento espaço-temporal no sistema costeiro Cananéia-Iguape, São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 178p.
- CURTIS, J. T. 1959. Vegetation of Wisconsin: An ordination of plant communities. University of Wisconsin Press. 657 p.
- CUZZUOL, G. R. F.; CAMPOS, A. 2001. Aspectos nutricionais na vegetação de manguezal do estuário do Rio Mucuri, Bahia, Brasil. Rev. Bras. Botânica, v. 24, n. 2, p. 227-234.
- DAEE/CETESB. 1977. Levantamento de dados referentes a padrões de circulação das águas do estuário e baía de Santos. CETESB, São Paulo. 69p.
- DAY Jr., J. W.; CONNER, W.; LEY-LOU, F.; DAY, R. H. & MACHADO, A. N. 1987. The productivity and composition of mangrove forests, Laguna de Términos, México. Aquatic Botany, v. 27, p. 267-284.
- DAY Jr., J. W.; CORONADO-MOLINA, C.; VERA-HERRERA, F.; TWILLEY, R. R.; RIVERA-MONROY, V. H.; ALVAREZGUILIEN, H.; DAY, R. & CONNER, W. 1996. A 7 year record of above-ground net primary production in a southeastern Mexican mangrove forest. Aquatic Botany, v. 55, p. 39-60.
- DEHAIRS, F.; RAO, R.G.; CHANDRA MOHAN, P.; RAMAN, A. V.; MARGUILLIER, S. & HELLINGS, L. 2000. Tracing mangrove carbon in suspended matter and aquatic fauna of the Gautami-Godavari Delta, Bay of Bengal (India). Hydrobiologia, v. 431, p. 225-241.
- DUKE, N. C., BRICH, W. R. & WILLIAMS, W. T., 1984. Observations on the floral and vegetative phenologies of north-eastern Australian mangroves. Austr. Journal of Botany, v. 32, p. 87-99.

- EMBRAPA. 2009. Banco de dados climáticos do Brasil. Disponível em: <<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/balanco.php?UF=&COD=450>> Acesso em: dez 2008.
- FOLK, R. L. & WARD, W. C. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 27, n. 1, p. 3-26.
- FUKUMOTO, M. M. Determinação da história deposicional recente do Alto Estuário Santista, com base nos teores de metais e na suscetibilidade magnética dos sedimentos. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, Área de Oceanografia Química e Geológica, 123p.
- FRUEHAUF, S. P. 2005. *Rhizophora mangle* (Mangue vermelho) em áreas contaminadas de manguezal na Baixada Santista. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, ESALQ, 223p.
- GILL, A. M. & TOMLINSON, P. B. 1971. Studies on growth of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) 3. Phenology of the shoot. *Biotropica*, v. 3, n. 2, p. 109-124.
- GOLDENSTEIN, L. 1972. A industrialização da Baixada Santista. Estudo de um centro industrial satélite. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia. Série Teses e Monografias n. 7. 342p.
- GREEN, R. H. 1979. Sampling design and statistical methods for environmental biologists. John Wiley & Sons. 257p.
- HAMMER, O; HARPER, D. A. T. & RYAN, P. D. 2001. PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, v. 4, n. 1, p.1-9.
- HARARI, J. & CAMARGO, R. 1995. Tides and mean sea level variabilities in Santos (SP), 1944 to 1989. *Relat. int. Inst. oceanogr. Univ. S Paulo*, v. 36, p. 1-15.

- HARARI, J.; MESQUITA, A. R.; MARONE, E.; FRANÇA, C. A. S.; CAMARGO, R.; PEREIRA, J. E. R.; ADÃO, C. J. G. P. & SÁ Jr, I. L. 1990. Technical report of the Project Flow Measurements in the Bay of Santos. FUNDESPA, São Paulo. 56 p.
- HARARI, J.; FRANÇA, C. A. S. & CAMARGO, R. 2008. Climatology and hidrography of Santos estuary. In: NEVES, R.; BARETA, J. & MATEUS, M. (Eds). Perspective on integrated coastal zone management in South America. Lisboa: IST Press, p. 147 - 160.
- HERZ, R. 1991. Manguezais do Brasil. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo. 233 p.
- HOLDRIDGE, L. R.; GRENKE, W. C.; HATHEWAY, W. H.; LIANG, T. & TOSI, J. A. 1971. Forest environments in tropical life zones. N.Y.: Pergamon Press. 747p.
- HORTELLANI, M. A.; SARKIS, J. E. S.; ABESSA, D. M. S. & SOUSA, E. C. P. M. 2008. Avaliação da contaminação por elementos metálicos dos sedimentos do estuário de Santos – São Vicente. Quim. Nova, v. 31, n. 1, p. 10-19.
- HUTCHINGS, P. A. & SAENGER, P. 1987. Ecology of mangroves. University of Queensland Press. Brisbane. 388 p.
- IPT. 1981. Mapa geológico do estado de São Paulo. Governo do estado de São Paulo. Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, v. 1. 126p.
- JAGER, J. C. & LOOMAN, C. W. N. 1995. Data collection. In: JONGMAN, R. H. G.; TER BRAAK, C. J. F. & VAN TONGEREN, O. F. R. (eds). Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, p. 10-28.
- JIMENEZ, J. A. ; LUGO, A. E. & CINTRÓN, G. 1985. Tree mortality in mangrove forests. Biotropica, v. 17, n. 3, p. 177-185.

- KJERFVE, B.; LACERDA, L. D. 1993. Mangroves of Brazil. In: LACERDA, L. D. Conservation and Sustainable Utilization of Mangroves Forests in Latin America e Africa Regions. Mangroves Ecosystems technical reports, vol. 2, ITTO TS-'3 Vol.1 Project PD1 14190 (F), 254 -272.
- LACERDA, L. D. 1999. Os manguezais do Brasil In: VANNUCCI, M. Os Manguezais. São Paulo: EDUSP, p.185-196.
- LACERDA, L. D. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1999. Mangroves of Latin America: the need for conservation and sustainable utilization, In: Yañez-Arancibia, A. & Lara-Dominguez, A. L. (eds.) Ecosistemas de manglar en América Tropical. Instituto de Ecología, A.C. México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS, Silver Spring, MD, USA, p. 5-8.
- LAMPARELLI, C. C. 1995. Dinâmica da serapilheira, em manguezais de Bertioxa, região sudeste do Brasil. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, 138p + anexos.
- LAMPARELLI C. C. & MOURA D. O. 1998. Mapeamento dos ecossistemas costeiros do Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, CETESB. 108p.
- LEGENDRE, P. 2001. K-Means least-squares partitioning method. Département de Sciences Biologiques / Université de Montreal. Disponível em: <<http://www.bio.umontreal.ca/casgrain/en/telecharger/index.html#KMeans>> Acesso em: Nov. 2008.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 1998. Numerical ecology, 2nd English edition. Amsterdam: Elsevier Science. 853 p.
- LUEDERWALDT, H. 1919. Os mangueses de Santos. Revista do Museu Paulista, v. 11, p. 309-408.
- LUGO, A. E. 2002. Conserving Latin American and Caribbean mangroves: issues and challenges. Madeira y Bosques, número especial, p. 5-25.

- LUGO, A. E. & SNEDAKER, S. C. 1974. The ecology of mangroves. *Annu. Rev. Ecol. System*, v. 5, p. 39-64.
- LUGO, A. E. & CINTRÓN, G. 1975. Mangrove forests of Puerto Rico and their management. In: WALSH, G. E.; SNEDAKER, S. C. & TEAS, H. J. (eds). *Proc. of the International Symposium on Biology and Management of Mangroves*. East-Weast Center, Honolulu, Hawaii, p. 825-846.
- MARTIN, L. & SUGUIO, K. 1989. Excursion route along the Brazilian coast between Santos (State of São Paulo) and Campos (north of State of Rio de Janeiro). *International Symposium on Global Changes in South America during the Quaternary*, São Paulo. ABEQUA, Special Publ., v. 2, p. 1-136.
- MASUDA, L. S. M.; SOUZA, M. L. T.; MANTELATTO, M. C.; CHIMELLO, A. N.; IDERIHA, G. F.; OLIVEIRA, T. C. F.; ROVAI, A. S. & SARTOR, S. M. 2005. Caracterização estrutural e grau de perturbação de um bosque de mangue às margens do rio Morrão, estuário de Santos, Baixada Santista (São Paulo, Brasil). In: *Congresso Brasileiro de Oceanografia, II, Anais*, 9-12/10/05, Vitória-ES. CD.
- MATTEUCCI, S. D. & COLMA, A. 1982. Metodologia para el estudio de la vegetacion. Washington, D.C; OEA. 168 p. (Serie de biología, 22).
- MENEZES, G. V. 1994. Produção e decomposição de bosque de mangue da Ilha do Cardoso, Cananéia, SP. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 116 p.
- MENEZES, G. V. 1999. Recuperação de manguezais: um estudo de caso na Baixada Santista, Estado de São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 164 p.
- MENGHINI, R. P. 2004. Ecologia de Manguezais: Grau de Perturbação e processos regenerativos em bosque de mangue da Ilha Barnabé, São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 96 p.

- MENGHINI, R. P. 2008. Dinâmica da recomposição natural em bosques de mangue impactados: Ilha Barnabé (Baixada Santista), SP, Brasil. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 207 p.
- MIRANDA, L. B. 1990. Sistemas estuarinos de planície costeira: estrutura dinâmica, processos de mistura e aplicações. In: Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: estrutura, função e manejo. 6-11/4/1990, Águas de Lindóia, II, ACIESP, v. 2, p. 247-253.
- MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M. & KJERFVE, B. 2002. Princípios de Oceanografia Física de Estuários. São Paulo: EDUSP. 411p.
- MOSER, G. A. O. 2002. Aspectos da eutrofização no sistema estuarino de Santos: distribuição espaço-temporal da biomassa e produtividade primária fitoplanctônica e transporte instantâneo de sal, clorofila-a, material em suspensão e nutrientes. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 2v.
- ODUM, W. E. & HEALD, E. J. 1972. Trophic analyses of an estuarine mangrove community. *Bulletin of Marine Science*, v. 22, n. 3, p. 671-738.
- ODUM, W. E. & HEALD, E. J. 1975. The detritus-based food web of an estuarine mangrove community. In: *Estuarine Research*. G. E. Cronin (ed.). New York: Academic Press, v. 1, p. 265-286.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L. & MCMAHON, T. A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci*, v. 11, p. 1633-1644.
- PELLEGATTI, C. H. G. 2007. Avaliação espaço-temporal da precipitação no perfil da Baixada Santista - Vertentes Oceânicas - Rebordo Interiorano da escarpa da Serra do Mar - SP. Dissertação de Mestrado. FFLCH, Departamento de Geografia, 127p.

- PERIA, L. C. S.; FERNANDES, P. P. C. P.; MENEZES, G. V.; GRASSO, M.; TOGNELLA, M. M. P. 1990. Estudos estruturais comparativos entre bosques de mangue impactados (Canal da Bertioga) e não impactados (Ilha do Cardoso), Estado de São Paulo. In: II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste brasileira. Estrutura, Função e Manejo, Anais, ACIESP. Águas de Lindóia, v. 2, p. 183-193.
- PONTE, A. C. E.; FONSECA, I. A. Z.; MARQUES, M.; FREITAS, M. L. & CLARO, S. M. C. A. 1984. Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em ecossistema de mangue. In: Simpósio da Sociedade de Botânica de São Paulo. Anais, IV, p.103-107.
- PONTE, A. C. E.; FONSECA, I. A. Z. & CLARO, S. M. C. A. 1987. Impacto causado por petróleo no manguezal do Canal da Bertioga - estrutura da vegetação. In: Simpósio sobre Ecossistema da Costa Sul e Sudeste: Síntese dos Conhecimentos, 11-16/04/1987, Cananéia. Anais. ACIESP, v. 2, p. 138-147.
- PONTE, A. C. E.; FONSECA, I. A. Z. & CLARO, S. M. C. A. 1990. Produção de serapilheira em mangue impactado por petróleo. In: II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: estrutura, função e manejo. 6-11/4/1990, Águas de Lindóia. Anais. ACIESP v. 2, p. 247-253.
- POOL, D. J.; LUGO, A. E. & SNEDAKER, S. C.. 1975. Litter production in mangrove forests of Southern Florida and Puerto Rico. In: WALSH, G., SNEDAKER, S. C. & TEAS, H. (eds) Proceedings of the International Symposium on Biology and Management of mangroves, Gainesville, 1975. Institute of Food and Agriculture Sciences, University of Florida, v. 1, p. 213-237.
- POOL, D. J.; SNEDAKER, S. C. & LUGO, A. E. 1977. Structure of mangrove forests in Florida, Puerto Rico, México, and Costa Rica. Biotropica, v. 9, n. 3, p. 195-212.

- PORTUGAL, A. M. M. 2002. Manguezais de Guaratiba frente à perspectiva de elevação do nível médio relativo do mar, Baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro - Brasil. Dissertação de mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 163 p.
- POZZI-NETO, D. 2000. Baixada Santista, Manguezal e vazamentos de óleo : uma valoração econômico-ecológica. Dissertação de mestrado. PROCAM, Universidade de São Paulo, 114 p.
- RABINOWITZ, D. 1978. Dispersal properties of mangrove propagules. *Biotropica*, v.10, n.1, p.47-57.
- RODRIGUES, J. C. 1965. As bases geológicas In: AZEVEDO, A.. A Baixada Santista - Aspectos Geográficos. v. 1: As Bases Físicas. São Paulo: EDUSP, p. 23-48.
- RODRIGUES, F. O.; MOURA, D. O. & LAMPARELLI, C. C. 1990. Evolução das alterações estruturais e funcionais provocadas por óleo no manguezal do Rio Iriri. In: Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. Estrutura, função e manejo. II, Águas de Lindóia, São Paulo: ACIESP, v. 2, p. 194-208.
- RODRIGUES, F. O. LAMPARELLI, C. C., MOURA, D. O. & BRUNI, A. C. 1995. Os manguezais da Baixada Santista: uma proposta para classificação. In: ESTEVES, F. A. (ed.). Estrutura, funcionamento e manejo de Ecossistemas. *Oecologia Brasiliensis*, Rio de Janeiro, v. 1, p.421-437.
- SAENGER, P.; HEAGERL, E. J.; DAVIE, J. D. S. 1983. Global status of mangrove ecosystems. *Environmentalist*, v. 3, n. 3, p. 1-88.
- SANTOS, E. O. 1965. Características climáticas. In: AZEVEDO, A.. A Baixada Santista - Aspectos Geográficos. v. 1: As Bases Físicas. São Paulo: EDUSP, p. 95-150.

- SANTOS, L. C. M.; CUNHA-LIGNON, M. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 2007. Áreas de manguezal em um trecho do canal de Bertioga (Baixada Santista, Brasil): alterações espaço-temporais pela introdução de estruturas náuticas. In: Colacmar. Livro de Resumos, XII, Florianópolis, 15-19/04/07. Resumo 10639, p. 204.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1984. Barcaça Gisela. Avaliação de impacto ambiental. Baixada Santista, Brasil. *Vistoria ad Perpetuam Rei Memoriam*. Relatório Técnico (peritagem judicial. Medida cautelar antecipatória de prova). Comarca de Santos, SP, 5a Vara Cível.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1989. Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiro, com especial ênfase sobre o ecossistema manguezal. Publicação Especial do Instituto Oceanográfico de São Paulo, v. 7, p. 1-16.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1991. Manguezais brasileiros. Tese de Livre Docência. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 2 vols.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1995. Manguezal: Ecossistema entre a Terra e o Mar. Caribbean Ecological Research, São Paulo. 64p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 2000. Manguezal, os dispositivos legais como instrumento de conservação. In: Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação. 4, Anais. Vitória: ACIESP, v.1, p.10-17.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. & CINTRÓN, G. 1986. Guia para estudo de áreas de manguezal, estrutura, função e flora. Caribbean Ecological Research, São Paulo. 150p. + 3 apêndices.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G. & ADAIME, R. R. 1980. Algumas características dos manguezais da região de Cananéia. São Paulo, Brasil. In: Seminários de Biologia Marinha, 3, São Sebastião, p. 61-62.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G; ADAIME, R. R. & CAMARGO, T. M. 1990. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. *Estuaries*, v. 13, n. 2, p. 204-218.

- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; PERLA, L. C. S.; SOARES, M. L. G.; TOGNELLA, M. M. P.; GRASSO, M. & MENEZES, G. V. 1991. Manguezais de Caravelas (17° 44'S, 039° 15'W), Bahia, Brasil. In: Simpósio sobre Oceanografia. Anais, II, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo. Resumos, p. 106.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y; CINTRÓN-MOLERO, G.; SOARES, M. L. G. & DE-ROSA, T. 2000. Brazilian mangroves. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, v. 3, p. 561-570.
- SCHMIEGELOW, J. M. M.; GIANESELLA, S. M. F; SIMONETTI, C.; SALDANHA-CORRÊA, F. M. P.; FEOLI, E.; SANTOS, J. A. P.; SANTOS, M. P., RIBEIRO, R. B. & SAMPAIO A. F. P. 2008. Primary producers in Santos estuarine system. In: NEVES, R.; BARETA, J. & MATEUS, M. (eds). *Perspective on integrated coastal zone management in South America*. Lisboa: IST Press, p. 161 - 174.
- SESSEGOLO, G. C. 1997. Estrutura e produção de serapilheira do manguezal do Rio Baguaçu, Baía de Paranaguá, PR. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, 109 p.
- SHEPHERD, G. J. 2006. FitopacShell 1.6.4 - Manual (versão preliminar). FITOPACSHHELLhelp.pdf (freeware).
- SILVEIRA, J. D. 1964. Morfologia do litoral. In: Azevedo, A. (ed.). *Brasil - a terra e o homem*. Vol. 1: As bases físicas. São Paulo: Cia. Editora Nacional, p. 253-305.
- SIMÕES, E. C. 2007. Diagnóstico ambiental em manguezais dos complexos estuarinos da Baixada Santista e de Cananéia - São Paulo, no tocante a metais e compostos organoclorados. Dissertação de Mestrado. Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, 160p.
- SNEDAKER, S. C. 1982. Mangrove species zonation: why? In: SEN, D .N. & RAJPUROHIT, K. S. (eds). *Contributions to the ecology of halophytes*. The Hague: Dr. W. Junk (Tasks for vegetation science, 2), p. 111-125.

- SNEDECOR, G. W. & COCHRAN, W. G. 1980. Statistical methods. 7th edition. The Iowa State University Press. 507p.
- SANT'ANNA NETO, J. L. 1990. Ritmo climático e as chuvas na zona costeira paulista. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 168p.
- SOARES, M. L. G. 1996. Caracterização estrutural dos manguezais da Lagoa da Tijuca (Rio de Janeiro, RJ): estado de degradação e recomposição. In: Reunião Especial da SBPC - Ecossistemas Costeiros. Anais, 32^a. Florianópolis. UFSC, p. 394-395.
- SOARES, M. L. G. 1997. Estudo da biomassa aérea de manguezais do sudeste do Brasil – análise de modelos. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 2 vols.
- SOARES, M. L. G. 1999. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Revista Brasileira de Biologia, v. 59, n. 3, p. 503-515.
- STATSOFT. 2007. Statistica (data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com.
- SUGUIO, K. 1973. Introdução à sedimentologia. EDUSP: São Paulo. 317p.
- THORNTHWAITE, C. W. 1931. The climates of North America: according to a new classification Geographical Review, v. 21, n.4, p. 633-655.
- TOGNELLA, M. M. P. 1995. Valorização econômica: estudo de caso para o ecossistema manguezal - Bertioga e Cananéia, estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 161p.
- TOMLINSON, P. B. 1986. The botany of mangroves. Cambridge: Cambridge University press. 413p.

- TOMMASI, L. R. 1979. Considerações ecológicas sobre o sistema estuarino de Santos (SP). Tese de livre-docência. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 2v.
- TUTIEMPO. 2008. http://www.tutiempo.net/clima/Santos_Aeroporto/838180.htm. Acesso em Nov/2008.
- TWILLEY, R. R. 1995. Properties of mangrove ecosystems related to the energy signature of coastal environments. In: Maximum Power. C. Hall (ed.). University of Colorado Press. Boulder, Colorado, p. 43-62.
- TWILLEY, R. R.; LUGO, A. E. & PATTERSON-ZUCCA, C.. 1986. Litter production and turnover in basin mangrove forests in Southwest Florida. Ecology, v. 67, n. 3, p. 670-683.
- UNDERWOOD, A. J. 1997. Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge: University Press. 504p.
- VANNUCCI, M. 1999. Os manguezais e nós: uma síntese de percepções. São Paulo: EDUSP. 233p.
- WALSH, G. E. 1974. Mangroves: a review. In: Reimold, R. J. & Queen W. H. (eds.). Ecology of halophytes. Academic Press. New York, p. 51 -174.
- WOODROFFE, C. D. 1982. Litter production and decomposition in the New Zealand mangrove, *Avicennia marina* var. *resinifera*. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, v.16, p. 179-188.

FIGURAS

Figura 1: Sub-bacias da Baixada Santista que contribuem com água doce para o sistema estuarino de Santos (exceção é a sub-bacia do rio Cabuçu, que lança suas águas no canal de Bertioga) (CETEC, 2000).

Figura 2: Pluviosidade (barras) e temperaturas médias mensais (linha) para o município de Santos (dados de 1941 a 1970), segundo EMBRAPA (2009).

Figura 3: Exemplo da escolha aleatória para posicionamento das transversais, a partir de fotografia do Google Earth. O grid foi feito pelo próprio programa e a partir dele numerou-se os quadrados que margeiam o curso d'água considerado (neste caso o Rio Diana). A margem direita com números ímpares e a esquerda com pares (sentido jusante – montante).

Figura 4: Local das 20 transversais usadas para o estudo do manguezal; o comprimento das transversais é proporcional ao tamanho real. Em amarelo está a área que foi sorteada para a escolha delas. A área de manguezal (em verde) foi

obtida por Schmiegelow *et al.* (2008).

Figura 5: Exemplo de posicionamento de transversal que acompanha o gradiente ambiental; neste exemplo é a transversal do canal de Bertioga, em fotografia do Google Earth.

Figura 6: Exemplo da forma de posicionamento dos cestos coletores de serapilheira. Os quadrados pequenos são os locais centrais onde foram posicionadas as parcelas (faixas) e, a partir deste ponto, traçou-se 15 m para cada lado da transversal onde, por sorteio aleatório, três cestos foram posicionados. O local em questão é a transversal da Ilha Barnabé, sendo a posição das parcelas referidas nesta figura como barb1, barb2, barb3 e barb4. A foto de satélite foi obtida pelo Google Earth.

Figura 7: Densidade média em cada uma das faixas e média total. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). Na caixa de texto estão os resultados da ANOVA para as quatro faixas.

Figura 8: Densidade média relativa (%) em cada uma das faixas, para as três espécies arbóreas.

Figura 9: Frequência das densidades das árvores por parcela (transformadas para áreas de 0,1 ha), para todas as transversais estudadas. Cada classe no eixo horizontal corresponde a valores iguais ou menores que ele e maiores que o valor anterior.

Figura 10: Densidade média arbórea em três categorias, nas transversais estudadas.

Figura 11: Densidade média das três espécies, por transversal.

Figura 12: Densidade média das três espécies. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). Na caixa de texto estão os resultados da ANOVA para as três espécies.

Figura 13: Frequência das densidades das árvores por parcela (transformadas para áreas de 0,1ha) e por espécie para todas as transversais estudadas. Cada classe no eixo horizontal corresponde a valores iguais ou menores que ele e maiores que o valor anterior.

Figura 14: Proporção entre árvores mortas e vivas (barras laranjas) e número total de árvores mortas (barras roxas) para as transversais que possuem este dado. O número total de árvores mortas foi dividido por 3000 para ser possível a representação de

ambos valores na mesma escala.

Figura 15: Densidade média de árvores mortas em três categorias, nas transversais estudadas.

Figura 16: Altura média das árvores em cada uma das faixas e média total. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). Na caixa de texto estão os resultados da ANOVA para as quatro faixas.

Figura 17: Frequência das alturas das árvores por parcela, para todas as transversais estudadas. Cada classe no eixo horizontal corresponde a valores menores ou iguais a ele e maiores que o valor anterior.

Figura 18: Altura média das árvores em três categorias, nas várias transversais.

Figura 19: Altura média das três espécies e média total nas transversais. Estas estão organizadas em ordem decrescente pelos valores médios da altura.

Figura 20: Altura média das três espécies arbóreas. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). Na caixa de texto estão os resultados da ANOVA para as três espécies.

Figura 21: Frequência das alturas das três espécies arbóreas. Cada classe no eixo horizontal corresponde a valores menores ou iguais a ele e maiores que o valor anterior.

Figura 22: Perfil genérico do manguezal do sistema estuarino de Santos, segundo modelo publicado em Schaeffer-Novelli *et al.* (1990). O solo foi representado em linha plana para melhor se observar a variação das alturas médias. Para a elaboração desta ilustração, a região foi dividida nas quatro faixas, representando-se as características médias de altura e densidade em cada um deles.

Figura 23: Área basal média para cada uma das faixas. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). A linha é o intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). Na caixa de texto estão os resultados da ANOVA para as quatro faixas.

Figura 24: Área basal (%) em cada faixa para as três espécies arbóreas.

Figura 25: Distribuição dos valores das áreas basais médias, por parcela (transformadas para áreas de 0,1 ha), para todas as transversais estudadas. Cada classe no eixo horizontal corresponde a valores iguais ou menores que ele e maiores que o valor anterior.

Figura 26: Área basal segundo três categorias de DAP (diâmetro na altura do peito), em cada transversal estudada.

Figura 27: Diâmetro na altura do peito (DAP) segundo três categorias, em cada transversal.

Figura 28: Área basal em três categorias, nas várias transversais.

Figura 29: Área basal média por transversal para as três espécies arbóreas.

Figura 30: Área basal média de cada espécie arbórea. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). Na caixa de texto estão os resultados da ANOVA para as três espécies.

Figura 31: Frequência da área basal de cada espécie arbórea, nas parcelas (transformadas para áreas de 0,1 ha). Cada classe no eixo horizontal corresponde a valores iguais ou menores que ele e maiores que o valor anterior

Figura 32: Somatória do Índice de Valor de Importância para as três espécies arbóreas em todas as transversais estudadas. Na caixa de texto estão os resultados da ANOVA para os três valores.

Figura 33: Índice de Valor de Importância para as 20 transversais estudadas.

Figura 34: Índice de Complexidade de Holdridge para todas as transversais.

Figura 35: Índice de Complexidade de Holdridge em três categorias, para as 20 transversais estudadas.

Figura 36: Produção média mensal da serapilheira para todas as transversais. Os valores não incluem o peso da madeira. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).

Figura 37: Produção média de serapilheira (sem incluir a madeira) em três categorias, para as 20 transversais estudadas.

Figura 38: Produção média mensal de serapilheira nas quatro faixas e média total (sem incluir a madeira). As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). Na caixa de texto estão os resultados da ANOVA para as quatro faixas.

Figura 39: Produção média de serapilheira, para as quatro faixas. A unidade do eixo vertical é g/m²/mês. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). A escala do Rio Cascalho de Cima é diferente das outras.

Figura 40: Produção média mensal da serapilheira das três espécies arbóreas para todas as transversais.

Figura 41: Produção média mensal da serapilheira para todas as transversais, sem incluir a madeira. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).

Figura 42: Produção média mensal da serapilheira nas quatro estações do ano. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$). Na caixa de texto estão os resultados da ANOVA para as quatro estações.

Figura 43: Produção média mensal das folhas de *R. mangle* para todas as transversais, nos meses avaliados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).

Figura 44: Produção média mensal das folhas de *A. schaueriana* para todas as transversais, nos meses avaliados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).

Figura 45: Produção média mensal das folhas de *L. racemosa* para todas as transversais, nos meses avaliados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).

Figura 46: Produção média das flores de *R. mangle* para os meses estudados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).

Figura 47: Produção média das flores de *A. schaueriana* para os meses estudados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).

Figura 48: Produção média das flores de *L. racemosa* para os meses estudados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).

Figura 49: Produção média dos frutos de *R. mangle* para os meses estudados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).

Figura 50: Produção média dos frutos de *A. schaueriana* para os meses estudados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).

Figura 51: Produção média dos frutos de *L. racemosa* para os meses estudados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).

Figura 52: Produção média de estípulas (*R. mangle*) para os meses estudados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).

Figura 53: Produção média de madeira para os meses estudados. As linhas correspondem ao intervalo de confiança ($\alpha = 0,05$).

Figura 54: Valores diários médios para os vários descritores climáticos, para os intervalos de coleta da serapilheira. Fonte: TuTiempo (2009).

Figura 55: Análise de agrupamento dos cinco descritores para as características estruturais e produção de serapilheira do manguezal, usando o método de Ward.

Figura 56: Resultado dos quatro grupos formados pela análise de agrupamento.

Figura 57: Análise de Componentes Principais de cinco descritores para as 20 transversais estudadas. O grupo representado pela cor vermelha correspondem ao de número 1, os de cor amarela o 2, os de cor azul o 3 e os de cor verde o 4.

Figura 58: Valores médios dos vários descritores nos quatro grupos formados pela análise de agrupamento.

TABELAS

Tabela 1: Cursos d'água doce da Baixada Santista que fluem para o sistema estuarino de Santos, onde Q_{lp} = vazão média de longo período; * flui parcialmente para o sistema estuarino.

BACIA HIDROGRÁFICA	ÁREA (km ²)	Q_{lp} (m ³ /s)
Rio Cubatão	175,55	8,09
Rio Branco ou Boturoca	182,84	7,28
Ilha de Santo Amaro*	142,70	6,58
Rio Quilombo	86,88	4,55
Rio Jurubatuba	79,36	3,91
Ilha de São Vicente	85,81	3,68
Rio Mogi	68,39	3,58
Rio Piaçabuçu	58,60	2,70

Fonte: CETEC (2000)

Tabela 2: Local, nome usado neste trabalho, comprimentos e posicionamento geográfico das 20 transversais usadas para o estudo das áreas de manguezal.

LOCAL	NOME	COMPRIMENTO (m)	FAIXA	POSIÇÃO GEOGRÁFICA*
Canal de Bertioga	Bertioga	159	1	23°55'10,9"S 46°17'31,3"W
			2	23°54'40,0"S 46°19'32,6"W
			3	23°54'39,6"S 46°19'30,8"W
			4	23°54'39,2"S 46°19'29,1"W
Rio Diana	Diana	280	1	23°54'13,9"S 46°17'58,0"W
			2	23°54'28,8"S 46°18'09,6"W
			3	23°54'31,6"S 46°18'11,1"W
			4	23°54'34,2"S 46°18'12,5"W
Rio Jurubatuba	Jurubatuba	215	1	23°53'47,4"S 46°19'36,9"W
			2	23°53'48,9"S 46°19'35,0"W
			3	23°53'50,4"S 46°19'33,0"W
			4	23°53'51,9"S 46°19'31,0"W
Ilha Barnabé	Barnabé	153	1	23°54'40,5"S 46°19'34,3"W
			2	23°54'40,0"S 46°19'32,6"W
			3	23°54'39,6"S 46°19'30,8"W
			4	23°54'39,2"S 46°19'29,1"W
Córrego Nossa Sra das Neves	Neves	172	1	23°54'01,9"S 46°19'58,2"W
			2	23°54'01,2"S 46°19'59,4"W
			3	23°54'01,1"S 46°20'01,4"W
			4	23°54'01,0"S 46°20'03,5"W
Rio Quilombo	Quilombo	282	1	23°53'02,4"S 46°21'58,6"W
			2	23°52'59,4"S 46°21'58,6"W
			3	23°52'52,5"S 46°21'58,6"W
			4	23°52'53,3"S 46°21'58,7"W
Canal de Piaçaguera	Piaçaguera	117	1	23°54'34,7"S 46°22'49,4"W
			2	23°54'34,5"S 46°22'50,9"W
			3	23°54'34,4"S 46°22'52,4"W
			4	23°54'34,1"S 46°22'53,5"W
Rio Pedreira	Pedreira	250	1	23°54'01,5"S 46°21'59,0"W
			2	23°54'01,7"S 46°21'56,0"W
			3	23°54'01,8"S 46°21'53,1"W
			4	23°54'02,0"S 46°21'50,2"W
Ilha Duas Barras	Duas Barras	153	1	23°54'59,6"S 46°23'06,5"W
			2	23°55'00,5"S 46°23'05,0"W
			3	23°55'01,3"S 46°23'03,5"W
			4	23°55'02,2"S 46°23'01,9"W
Rio Cubatão	Cubatão	152	1	23°53'51,9"S 46°23'19,1"W
			2	23°53'53,1"S 46°23'20,3"W
			3	23°53'54,3"S 46°23'21,5"W
			4	23°53'55,5"S 46°23'22,7"W

* Datum: WGS 84

Tabela 2 (cont.): Local, nome usado neste trabalho, comprimentos e posicionamento geográfico das 20 transversais usadas para o estudo das áreas de manguezal.

LOCAL	NOME	COMPRIMENTO (m)	FAIXA	POSIÇÃO GEOGRÁFICA*
Rio Cascalho de Cima	Casc. Cima	178	1	23°54'41,5"S 46°24'22,3"W
			2	23°54'43,3"S 46°24'23,0"W
			3	23°54'45,1"S 46°24'23,7"W
			4	23°54'47,0"S 46°24'24,4"W
Rio Cascalho de Baixo	Casc. Baixo	197	1	23°54'16,5"S 46°23'40,6"W
			2	23°54'14,5"S 46°23'40,4"W
			3	23°54'12,3"S 46°23'40,3"W
			4	23°54'10,1"S 46°23'40,2"W
Rio Mariana	Mariana	255	1	23°57'10,6"S 46°26'04,0"W
			2	23°57'13,0"S 46°26'05,3"W
			3	23°57'15,5"S 46°26'06,7"W
			4	23°57'18,0"S 46°26'08,1"W
Rio Piaçabuçu	Piaçabuçu	179	1	23°58'46,4"S 46°25'58,0"W
			2	23°58'46,5"S 46°25'55,9"W
			3	23°58'46,6"S 46°25'53,8"W
			4	23°58'46,7"S 46°25'51,7"W
Rio Queirozes	Queirozes	160	1	23°54'28,0"S 46°26'58,4"W
			2	23°54'26,3"S 46°26'57,8"W
			3	23°54'24,7"S 46°26'57,4"W
			4	23°54'23,0"S 46°26'56,8"W
Rio Maranhos	Maranhos	137	1	23°54'20,5"S 46°26'47,3"W
			2	23°54'21,5"S 46°26'48,5"W
			3	23°54'22,6"S 46°26'49,6"W
			4	23°54'23,6"S 46°26'50,8"W
Rio Santana	Santana	242	1	23°56'14,4"S 46°26'37,5"W
			2	23°56'12,0"S 46°26'36,3"W
			3	23°56'09,7"S 46°26'35,1"W
			4	23°56'07,3"S 46°26'33,8"W
Rio Branco	Branco	287	1	23°55'58,3"S 46°27'22,4"W
			2	23°56'01,3"S 46°27'23,5"W
			3	23°56'04,2"S 46°27'24,6"W
			4	23°56'07,1"S 46°27'25,8"W
Largo da Pompeba	Pompeba	231	1	23°55'59,0"S 46°25'19,4"W
			2	23°55'56,6"S 46°25'19,2"W
			3	23°55'54,0"S 46°25'19,0"W
			4	23°55'51,5"S 46°25'18,9"W
Canal dos Barreiros	Barreiros	132	1	23°57'55,6"S 46°25'26,1"W
			2	23°57'55,1"S 46°25'27,6"W
			3	23°57'54,7"S 46°25'29,0"W
			4	23°57'54,2"S 46°25'30,5"W

* Datum: WGS 84

Tabela 3: Densidade de árvores mortas e vivas (valores multiplicados por 10 para padronização de área), altura média (desvio padrão entre parêntesis), área basal total e por categorias (em porcentagem), para cada uma das três espécies em cada faixa. O asterisco significa ausência de dado. DAP = diâmetro na altura do peito.

BERTIOGA									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	*	<i>R. mangle</i>	280	300	3,6 (±1,7)	0,241	15,7	49,3	34,9
		<i>A. schaueriana</i>	550	670	4,9 (±1,5)	1,474	3,0	84,1	12,9
		<i>L. racemosa</i>	30	40	4,9 (±0,6)	0,098	1,2	98,8	0
2	*	<i>R. mangle</i>	270	360	3,8 (±1,3)	0,136	41,3	58,7	0
		<i>A. schaueriana</i>	300	380	5,3 (±2,6)	0,963	4,1	78,8	17,0
		<i>L. racemosa</i>	20	20	6,0 (±0,4)	0,062	0	100,0	0
3	*	<i>R. mangle</i>	60	70	4,1 (±1,7)	0,038	14,1	85,9	0
		<i>A. schaueriana</i>	700	940	4,9 (±1,7)	0,876	11,3	88,7	0
		<i>L. racemosa</i>	30	60	4,6 (±1,7)	0,294	1,0	39,2	59,8
4	*	<i>R. mangle</i>	120	150	3,4 (±2,3)	0,119	6,1	93,9	0
		<i>A. schaueriana</i>	480	640	4,2 (±1,8)	0,607	11,6	88,4	0
		<i>L. racemosa</i>	10	20	4,0	0,088	0	0	100,0
Total/Média	*		712,5 (±133,3)	912,5 (±150,6)	4,5 (±1,8)	1,249	7,3	78,7	14,0
DIANA									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	*	<i>R. mangle</i>	110	120	3,0 (±1,2)	0,052	45,2	54,8	0
		<i>A. schaueriana</i>	270	410	6,0 (±2,5)	0,951	4,1	53,0	42,9
		<i>L. racemosa</i>	10	10	5,9	0,211	0	0	100,0
2	*	<i>R. mangle</i>	560	610	4,4 (±1,9)	1,082	3,3	66,5	30,2
		<i>A. schaueriana</i>	40	40	3,6 (±0,4)	0,235	0,0	100,0	0
		<i>L. racemosa</i>	0	0					
3	*	<i>R. mangle</i>	270	270	3,8 (±2,4)	0,916	3,2	16,2	80,6
		<i>A. schaueriana</i>	180	280	3,8 (±2,4)	0,840	4,0	18,7	77,3
		<i>L. racemosa</i>	0	10					
4	10	<i>R. mangle</i>	50	50	3,2 (±1,7)	0,287	0,8	0,9	98,3
		<i>A. schaueriana</i>	60	90	4,7 (±1,7)	0,301	0,7	62,8	36,6
		<i>L. racemosa</i>	0	0					
Total/Média			387,5 (±205,0)	472,5 (±226,8)	4,3 (±2,2)	1,219	3,4	40,7	55,9
JURUBATUBA									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	*	<i>R. mangle</i>	110	110	9,0 (±3,1)	1,239	0,1	15,9	84,0
		<i>A. schaueriana</i>	20	50	8,5 (±5,7)	0,383	0,4	6,5	93,0
		<i>L. racemosa</i>	30	30	5,2 (±1,2)	0,088	0	100,0	0,0
2	*	<i>R. mangle</i>	50	60	5,5 (±4,0)	0,313	0,2	23,8	76,0
		<i>A. schaueriana</i>	50	100	6,6 (±3,4)	0,699	0,9	8,9	90,2
		<i>L. racemosa</i>	10	10	1,8	0,001	100,0	0	0
3	*	<i>R. mangle</i>	560	580	4,2 (±2,5)	1,391	2,5	44,8	52,7
		<i>A. schaueriana</i>	20	20	2,4 (±1,1)	0,007	11,2	88,8	0
		<i>L. racemosa</i>	50	70	6,5 (±1,5)	0,191	0	100,0	0
4	*	<i>R. mangle</i>	460	680	3,0 (±1,8)	0,565	9,4	90,6	0
		<i>A. schaueriana</i>	50	50	4,2 (±1,1)	0,030	35,4	64,6	0
		<i>L. racemosa</i>	80	250	3,7 (±2,0)	0,249	10,0	90,0	0
Total/Média	*		372,5 (±275,5)	502,5 (±393,4)	4,2 (±2,8)	1,289	2,6	39,3	58,1
BARNABÉ									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	*	<i>R. mangle</i>	20	20	2,1 (±0,4)	0,012	27,7	72,3	0
		<i>A. schaueriana</i>	100	120	4,8 (±3,0)	0,434	2,1	38,3	59,6
		<i>L. racemosa</i>	100	160	7,4 (±3,2)	1,070	0,4	20,6	79,0
2	*	<i>R. mangle</i>	0	0					
		<i>A. schaueriana</i>	90	90	7,1 (±3,7)	2,118	0,2	5,8	94,0
		<i>L. racemosa</i>	0	0					
3	*	<i>R. mangle</i>	10	10	12,1	0,291	0	0	100,0
		<i>A. schaueriana</i>	100	100	8,7 (±2,0)	2,207	0	4,0	96,0
		<i>L. racemosa</i>	0	0					
4	*	<i>R. mangle</i>	30	30	5,5 (±0,6)	0,120	0	100,0	0
		<i>A. schaueriana</i>	440	560	5,0 (±1,5)	1,342	66,1	2,5	31,4
		<i>L. racemosa</i>	20	50	4,0 (±0,6)	0,083	0	100,0	0

Total/Média	*		227,5 (±184,1)	285,0 (±254,9)	5,8 (±2,7)	1,919	0,7	22,1	77,2
Tabela 3 (cont.): Densidade de árvores mortas e vivas (valores multiplicados por 10 para padronização de área), altura média (desvio padrão entre parêntesis), área basal total e por categorias (em porcentagem), para cada uma das três espécies em cada faixa. O asterisco significa ausência de dado. DAP = diâmetro na altura do peito.									
NEVES									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	60	<i>R. mangle</i>	290	330	3,7 (±2,3)	0,531	5,6	40,0	54,4
		<i>A. schaueriana</i>	120	160	4,7 (±2,5)	1,105	0,6	20,1	79,2
		<i>L. racemosa</i>	30	40	6,7 (±1,0)	0,121	0	24,1	75,9
2	130	<i>R. mangle</i>	350	350	3,3 (±1,5)	0,224	17,3	82,7	0
		<i>A. schaueriana</i>	220	390	5,6 (±1,7)	0,970	1,1	98,9	0
		<i>L. racemosa</i>	80	80	5,3 (±1,4)	0,197	2,1	53,1	44,8
3	170	<i>R. mangle</i>	850	860	3,5 (±1,4)	0,406	27,2	49,9	22,9
		<i>A. schaueriana</i>	60	100	5,9 (±2,5)	1,488	0,6	3,6	95,8
		<i>L. racemosa</i>	360	430	4,1 (±1,4)	0,440	7,5	91,7	0,8
4	100	<i>R. mangle</i>	470	490	3,4 (±1,4)	0,354	11,9	88,1	0
		<i>A. schaueriana</i>	170	230	3,9 (±1,5)	0,922	1,9	20,8	77,2
		<i>L. racemosa</i>	190	230	3,8 (±1,4)	0,591	2,3	40,8	56,8
Total/Média	115 (±46,5)		797,5 (±353,0)	922,5 (±357,7)	3,9 (±1,7)	1,837	4,3	42,4	53,3
PEDREIRA									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	*	<i>R. mangle</i>	560	560	2,1 (±1,3)	0,343	22,1	5,2	72,7
		<i>A. schaueriana</i>	80	140	5,3 (±3,6)	0,937	0,5	20,6	78,9
		<i>L. racemosa</i>	0	0					
2	*	<i>R. mangle</i>	180	180	2,8 (±2,6)	1,372	1,2	8,2	90,5
		<i>A. schaueriana</i>	10	20	3,0	0,019	20,5	79,5	0,0
		<i>L. racemosa</i>	0	0					
3	40	<i>R. mangle</i>	140	140	3,1 (±2,1)	0,296	5,1	13,6	81,3
		<i>A. schaueriana</i>	170	240	4,5 (±1,9)	0,568	3,4	26,3	70,3
		<i>L. racemosa</i>	10	10	6,9	0,058	0	100,0	0
4	20	<i>R. mangle</i>	400	520	3,9 (±1,6)	0,257	31,8	68,2	0
		<i>A. schaueriana</i>	110	160	5,7 (±2,1)	0,246	6,3	61,2	32,5
		<i>L. racemosa</i>	70	170	5,5 (±1,7)	0,420	1,7	98,3	0
Total/Média			432,5 (±213,1)	535,0 (±294,2)	3,4 (±2,2)	1,129	5,3	29,4	65,3
QUILOMBO									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	50	<i>R. mangle</i>	530	630	4,0 (±2,5)	1,777	3,3	20,0	76,8
		<i>A. schaueriana</i>	70	90	3,3 (±1,2)	0,031	37,5	62,5	0
		<i>L. racemosa</i>	10	10	2,5	0,002	100,0	0	0
2	40	<i>R. mangle</i>	50	50	7,7 (±2,3)	0,666	0	10,9	89,1
		<i>A. schaueriana</i>	50	120	7,3 (±2,7)	1,256	0,5	20,4	79,1
		<i>L. racemosa</i>	10	10	2,3	0,003	100,0	0	0
3	20	<i>R. mangle</i>	40	40	11,6 (±2,4)	0,996	0	0	100,0
		<i>A. schaueriana</i>	40	70	9,5 (±3,2)	0,581	0	26,5	73,5
		<i>L. racemosa</i>	0	0					
4	0	<i>R. mangle</i>	210	220	10,0 (±1,9)	1,930	0	41,6	58,4
		<i>A. schaueriana</i>	0	0					
		<i>L. racemosa</i>	0	0					
Total/Média	27,5 (±22,2)		252,5 (±244,7)	310,0 (±283,7)	6,1 (±3,7)	1,810	1,1	22,9	76,0
CUBATÃO									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	240	<i>R. mangle</i>	0	0					
		<i>A. schaueriana</i>	630	1280	5,3 (±2,1)	1,709	7,5	69,3	23,2
		<i>L. racemosa</i>	40	70	8,0 (±1,7)	0,316	0	100,0	0
2	80	<i>R. mangle</i>	250	310	7,1 (±2,0)	1,008	0,4	73,4	26,3
		<i>A. schaueriana</i>	160	190	4,3 (±2,0)	0,459	4,7	41,1	54,2
		<i>L. racemosa</i>	20	20	9,1 (±2,8)	0,162	0	46,6	53,4
3	40	<i>R. mangle</i>	140	190	6,8 (±1,6)	0,579	0,8	99,2	0
		<i>A. schaueriana</i>	170	250	4,7 (±2,3)	0,436	5,1	94,9	0
		<i>L. racemosa</i>	10	10	4,5	0,005	0	100,0	0
4	80	<i>R. mangle</i>	110	250	6,2 (±1,4)	1,195	0	84,4	15,6
		<i>A. schaueriana</i>	180	260	6,4 (±2,6)	0,531	3,4	75,5	21,1
		<i>L. racemosa</i>	30	30	8,0 (±1,2)	0,117	0	100,0	0

Total/Média	110 (±88,7)		435,0 (±165,0)	715,0 (±425,1)	5,9 (±2,3)	1,629	3,0	77,1	19,9
Tabela 3 (cont.): Densidade de árvores mortas e vivas (valores multiplicados por 10 para padronização de área), altura média (desvio padrão entre parêntesis), área basal total e por categorias (em porcentagem), para cada uma das três espécies em cada faixa. O asterisco significa ausência de dado. DAP = diâmetro na altura do peito.									
CASC. CIMA									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	60	<i>R. mangle</i>	200	200	2,1 (±0,5)	0,043	68,3	31,7	0
		<i>A. schaueriana</i>	180	480	4,3 (±2,3)	1,163	3,5	27,7	68,8
		<i>L. racemosa</i>	10	10	4,0	0,006	0	100,0	0
2	40	<i>R. mangle</i>	120	280	4,4 (±2,6)	0,857	1,3	87,3	11,4
		<i>A. schaueriana</i>	170	270	6,3 (±2,7)	1,069	0,9	99,1	0
		<i>L. racemosa</i>	10	40	8,3	0,129	0	100,0	0
3	30	<i>R. mangle</i>	200	220	4,2 (±1,7)	0,189	16,0	84,0	0
		<i>A. schaueriana</i>	300	430	5,7 (±2,5)	0,904	5,6	71,8	22,5
		<i>L. racemosa</i>	50	150	7,4 (±0,9)	0,383	0	100,0	0
4	80	<i>R. mangle</i>	240	300	5,6 (±1,8)	0,502	5,3	94,7	0
		<i>A. schaueriana</i>	320	460	5,4 (±1,7)	0,504	10,1	89,9	0
		<i>L. racemosa</i>	80	130	6,8 (±1,3)	0,359	0	100,0	0
Total/Média	52,5 (±22,2)		470,0 (±153,4)	742,5 (±130,5)	4,9 (±2,4)	1,527	4,1	77,9	18,0
CASC. BAIXO									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	*	<i>R. mangle</i>	160	270	7,1 (±2,1)	0,654	0,1	99,9	0
		<i>A. schaueriana</i>	730	1120	5,4 (±2,4)	1,102	9,8	82,8	7,4
		<i>L. racemosa</i>	10	20	7,6	0,064	0	100,0	0
2	60	<i>R. mangle</i>	280	370	5,7 (±2,8)	0,775	2,8	86,6	10,6
		<i>A. schaueriana</i>	140	240	3,9 (±1,6)	0,170	17,2	82,8	0
		<i>L. racemosa</i>	30	110	5,3 (±0,3)	0,153	5,9	94,1	0
3	*	<i>R. mangle</i>	310	350	4,1 (±2,5)	0,323	14,0	86,0	0
		<i>A. schaueriana</i>	350	460	6,0 (±3,2)	0,838	3,4	84,7	11,9
		<i>L. racemosa</i>	70	130	7,2 (±3,2)	0,332	1,2	98,8	0
4	0	<i>R. mangle</i>	240	440	5,9 (±1,2)	0,923	1,1	98,9	0
		<i>A. schaueriana</i>	40	70	5,9 (±1,7)	0,105	6,5	93,5	0
		<i>L. racemosa</i>	70	80	6,0 (±1,5)	0,205	2,4	97,6	0
Total/Média			607,5 (±252,8)	915,0 (±360,2)	5,5 (±2,5)	1,411	4,7	90,6	4,7
PIAÇAGUERA									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	60	<i>R. mangle</i>	70	70	2,8 (±0,7)	0,010	100,0	0	0
		<i>A. schaueriana</i>	370	460	2,7 (±1,5)	0,250	20,9	34,5	44,6
		<i>L. racemosa</i>	100	250	4,6 (±1,8)	1,169	0,4	45,2	54,4
2	20	<i>R. mangle</i>	190	250	5,5 (±1,4)	0,896	0,9	55,2	43,9
		<i>A. schaueriana</i>	10	10	5,2	0,068	0	100,0	0
		<i>L. racemosa</i>	20	20	6,5 (±1,0)	0,188	0	0	100,0
3	10	<i>R. mangle</i>	100	140	3,4 (±1,9)	0,087	28,6	71,4	0
		<i>A. schaueriana</i>	30	30	3,1 (±1,1)	0,010	32,6	67,4	0
		<i>L. racemosa</i>	50	120	4,9 (±0,6)	0,724	0,2	61,2	38,6
4	10	<i>R. mangle</i>	10	10	5,0	0,018	0	100,0	0
		<i>A. schaueriana</i>	20	130	4,4 (±1,3)	1,098	2	0,6	97,9
		<i>L. racemosa</i>	190	240	3,7 (±0,9)	0,460	1,8	98,2	0
Total/Média	25,0 (±23,8)		290,0 (±167,7)	432,5 (±236,0)	3,8 (±1,8)	1,244	2,6	43,5	53,9
DUAS BARRAS									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	20	<i>R. mangle</i>	0	0					
		<i>A. schaueriana</i>	220	290	5,2 (±1,8)	1,642	0,4	25,2	74,4
		<i>L. racemosa</i>	0	0					
2	30	<i>R. mangle</i>	100	110	2,6 (±1,3)	0,068	18,6	81,4	0
		<i>A. schaueriana</i>	120	190	8,1 (±2,8)	1,123	0,5	21,3	78,2
		<i>L. racemosa</i>	40	40	5,5 (±2,7)	0,049	11,9	88,1	0
3	10	<i>R. mangle</i>	600	670	2,7 (±0,8)	0,322	31,9	0	68,1
		<i>A. schaueriana</i>	120	190	5,2 (±1,2)	0,258	6,5	93,5	0
		<i>L. racemosa</i>	20	40	3,0 (±2,1)	0,025	2,5	97,5	0
4	70	<i>R. mangle</i>	60	60	1,9 (±0,4)	0,008	100,0	0	0
		<i>A. schaueriana</i>	190	260	5,5 (±3,2)	1,130	1,7	38,8	59,5
		<i>L. racemosa</i>	10	20	2,2	0,002	0	100,0	0

Total/Média	32,5 (±26,3)		370,0 (±247,4)	467,5 (±289,3)	4,1 (±2,5)	1,157	3,9	31,5	64,6
Tabela 3 (cont.): Densidade de árvores mortas e vivas (valores multiplicados por 10 para padronização de área), altura média (desvio padrão entre parêntesis), área basal total e por categorias (em porcentagem), para cada uma das três espécies em cada faixa. O asterisco significa ausência de dado. DAP = diâmetro na altura do peito.									
MARANHOS									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	0	<i>R. mangle</i>	190	220	4,9 (±3,2)	1,014	0,6	31,9	67,4
		<i>A. schaueriana</i>	90	190	6,8 (±1,8)	0,752	2,0	38,7	59,3
		<i>L. racemosa</i>							
2	0	<i>R. mangle</i>	170	180	5,2 (±1,7)	0,845	0,2	51,0	48,7
		<i>A. schaueriana</i>							
		<i>L. racemosa</i>	20	20	4,7 (±2,8)	0,164	1,5	0	98,5
3	30	<i>R. mangle</i>	510	530	3,6 (±2,5)	1,400	2,5	40,2	57,3
		<i>A. schaueriana</i>	80	80	2,4 (±0,9)	0,025	52,4	47,6	0
		<i>L. racemosa</i>	10	10	7,5	0,154	0	0	100,0
4	120	<i>R. mangle</i>	550	580	3,1 (±2,2)	1,191	4,5	43,5	52,0
		<i>A. schaueriana</i>							
		<i>L. racemosa</i>	50	60	4,1 (±2,2)	0,082	2,4	97,6	0
Total/Média	37,5 (±56,8)		417,5 (±213,9)	467,5 (±206,5)	3,9 (±2,6)	1,407	2,3	39,4	58,2
QUEIROZES									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	10	<i>R. mangle</i>	220	240	6,6 (±2,8)	1,440	0,4	33,9	65,7
		<i>A. schaueriana</i>	30	30	9,3 (±3,1)	0,713	0	0	100,0
		<i>L. racemosa</i>	10	10	6,0	0,176	0	0	100,0
2	20	<i>R. mangle</i>	150	150	7,5 (±1,1)	1,012	0	52,3	47,7
		<i>A. schaueriana</i>	20	20	9,5 (±2,1)	0,295	0	20,1	79,9
		<i>L. racemosa</i>							
3	20	<i>R. mangle</i>	290	340	7,6 (±1,4)	1,723	0,3	48,8	50,9
		<i>A. schaueriana</i>							
		<i>L. racemosa</i>							
4	60	<i>R. mangle</i>	590	600	4,6 (±2,3)	1,732	3,0	60,3	36,8
		<i>A. schaueriana</i>							
		<i>L. racemosa</i>	40	50	5,9 (±1,4)	0,170	0	100,0	0
Total/Média	27,5 (±22,2)		337,5 (±201,6)	360,0 (±205,8)	6,1 (±2,5)	1,815	0,8	43,2	56,0
BRANCO									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	60	<i>R. mangle</i>	260	260	2,3 (±0,9)	0,241	12,5	16,1	71,4
		<i>A. schaueriana</i>	270	350	6,4 (±3,5)	1,689	2,4	34,8	62,8
		<i>L. racemosa</i>	40	50	6,1 (±3,0)	0,089	2,2	97,8	0
2	40	<i>R. mangle</i>	610	610	2,9 (±1,9)	0,968	8,3	39,4	52,3
		<i>A. schaueriana</i>	90	140	5,2 (±1,3)	0,237	0,7	99,3	0
		<i>L. racemosa</i>	10	20	4,5	0,038	0	100,0	0
3	20	<i>R. mangle</i>	810	850	2,6 (±1,6)	0,565	17,1	32,0	50,9
		<i>A. schaueriana</i>	90	150	6,8 (±1,8)	0,421	3,1	35,6	61,4
		<i>L. racemosa</i>	30	40	5,2 (±1,7)	0,037	3,5	96,5	0
4	10	<i>R. mangle</i>	410	450	3,5 (±2,6)	0,946	3,0	44,9	52,0
		<i>A. schaueriana</i>	10	30	2,5	0,002	100,0	0	0
		<i>L. racemosa</i>	0	260					
Total/Média	32,5 (±22,2)		657,5 (±216,9)	737,5 (±234,4)	3,5 (±2,5)	1,308	5,6	41,3	53,1
SANTANA									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	0	<i>R. mangle</i>	230	330	3,2 (±1,8)	0,432	11,6	8,1	80,3
		<i>A. schaueriana</i>	210	220	3,9 (±2,3)	0,352	6,4	93,6	0
		<i>L. racemosa</i>	40	40	4,6 (±0,1)	0,031	4,4	95,6	0
2	60	<i>R. mangle</i>	180	240	3,7 (±2,2)	0,339	5,1	94,9	0
		<i>A. schaueriana</i>	130	170	5,3 (±1,9)	0,415	3,6	73,8	22,7
		<i>L. racemosa</i>	110	300	5,4 (±1,3)	0,735	0,5	99,5	0
3	40	<i>R. mangle</i>	230	370	4,3 (±1,0)	0,244	17,3	82,7	0
		<i>A. schaueriana</i>	200	280	4,2 (±2,1)	0,308	10,2	89,8	0
		<i>L. racemosa</i>	170	240	4,9 (±1,3)	0,387	1,5	98,5	0
4	110	<i>R. mangle</i>	190	220	3,0 (±1,5)	0,270	8,8	26,1	65,1
		<i>A. schaueriana</i>	210	310	4,1 (±1,8)	0,447	9,8	57,3	32,9
		<i>L. racemosa</i>	60	60	4,1 (±1,6)	0,294	1,4	6,2	92,4

Total/Média	52,5 (±45,7)		490,0 (±77,5)	695,0 (±141,8)	4,1 (±1,9)	1,064	6,1	69,5	24,3
Tabela 3 (cont.): Densidade de árvores mortas e vivas (valores multiplicados por 10 para padronização de área), altura média (desvio padrão entre parêntesis), área basal total e por categorias (em porcentagem), para cada uma das três espécies em cada faixa. O asterisco significa ausência de dado. DAP = diâmetro na altura do peito.									
POMPEBA									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	130	<i>R. mangle</i>	480	600	3,8 (±1,6)	0,713	11,1	40,4	48,5
		<i>A. schaueriana</i>	130	180	3,8 (±1,6)	0,144	9,2	90,8	0
		<i>L. racemosa</i>	90	150	6,5 (±1,2)	0,939	0,1	50,6	49,3
2	20	<i>R. mangle</i>	290	300	3,0 (±1,3)	0,131	23,8	76,2	0
		<i>A. schaueriana</i>	110	130	7,7 (±2,9)	1,277	0,1	19,6	80,3
		<i>L. racemosa</i>	30	30	8,3 (±2,2)	0,288	0	18,7	81,3
3	60	<i>R. mangle</i>	380	410	4,0 (±2,0)	0,391	10,6	89,4	0
		<i>A. schaueriana</i>	170	170	7,2 (±2,1)	0,967	0,9	33,5	65,6
		<i>L. racemosa</i>	20	20	6,9 (±2,7)	0,129	0	24,6	75,4
4	30	<i>R. mangle</i>	150	160	3,1 (±1,2)	0,159	18,2	17,0	64,8
		<i>A. schaueriana</i>	260	340	5,2 (±3,0)	2,468	0,6	21,3	78,1
		<i>L. racemosa</i>	30	30	3,7 (±1,2)	0,022	12,9	87,1	0
Total/Média	60,0 (±49,7)		535,0 (±127,1)	630,0 (±208,0)	4,5 (±2,4)	1,907	2,9	33,8	63,3
MARIANA									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	10	<i>R. mangle</i>	10	10	11,5	0,413	0	0	100,0
		<i>A. schaueriana</i>	330	540	5,1 (±2,6)	1,315	3,5	63,7	32,8
		<i>L. racemosa</i>	10	10	4,5	0,008	0	100,0	0
2	200	<i>R. mangle</i>							
		<i>A. schaueriana</i>	1000	1130	4,2 (±1,9)	0,822	16,4	73,0	10,5
		<i>L. racemosa</i>	30	30	7,8 (±0,9)	0,072	0	100,0	0
3	60	<i>R. mangle</i>	50	50	3,9 (±4,8)	0,103	5,7	0	94,3
		<i>A. schaueriana</i>	660	790	4,4 (±2,4)	1,225	7,2	46,5	46,2
		<i>L. racemosa</i>	20	20	5,0 (±2,1)	0,026	0	100,0	0
4	20	<i>R. mangle</i>	80	80	3,1 (±2,6)	0,163	3,1	30,2	66,7
		<i>A. schaueriana</i>	130	140	7,3 (±2,2)	1,273	0	18,5	81,5
		<i>L. racemosa</i>	10	10	9,0	0,105	0	0	100,0
Total/Média	72,5 (±87,7)		582,5 (±368,5)	702,5 (±399,0)	4,6 (±2,5)	1,381	5,1	43,4	51,5
BARREIROS									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	240	<i>R. mangle</i>	530	580	4,8 (±1,1)	0,712	5,2	94,8	0
		<i>A. schaueriana</i>	180	350	3,9 (±2,9)	0,318	12,8	87,2	0
		<i>L. racemosa</i>	40	100	8,5 (±0,4)	0,540	0	58,5	41,5
2	160	<i>R. mangle</i>	220	280	5,5 (±1,2)	0,499	2,2	97,8	0
		<i>A. schaueriana</i>	170	180	4,9 (±2,0)	0,279	3,9	96,1	0
		<i>L. racemosa</i>	50	150	8,1 (±1,3)	0,680	0	100,0	0
3	110	<i>R. mangle</i>	360	420	4,6 (±1,0)	0,498	9,4	52,3	38,4
		<i>A. schaueriana</i>	90	100	4,7 (±2,5)	0,150	7,5	92,5	0
		<i>L. racemosa</i>	140	410	7,0 (±0,8)	1,122	0	100,0	0
4	50	<i>R. mangle</i>	100	120	4,9 (±0,8)	0,073	21,8	78,2	0
		<i>A. schaueriana</i>	150	240	6,1 (±2,2)	0,594	18,1	81,9	0
		<i>L. racemosa</i>	260	530	6,7 (±1,3)	1,318	1,3	98,7	0
Total/Média	140,0 (±80,4)		572,5 (±133,3)	865,0 (±179,9)	5,3 (±1,8)	1,695	4,4	89,5	6,1
PIAÇABUÇU									
FAIXA	DENSIDADE (árvores mortas/0,1ha)	ESPÉCIE	DENSIDADE (árvores vivas /0,1ha)	DENSIDADE (troncos /0,1ha)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA BASAL TOTAL (m ² /0,1ha)	ÁREA BASAL (DAP<2,5m ²) (%)	ÁREA BASAL (DAP≥2,5≤10m) (%)	ÁREA BASAL (DAP>10m ²) (%)
1	40	<i>R. mangle</i>	100	130	4,3 (±2,9)	0,241	6,3	17,7	76,0
		<i>A. schaueriana</i>	400	450	5,2 (±3,5)	1,935	2,0	27,0	71,0
		<i>L. racemosa</i>	60	70	6,0 (±4,0)	0,232	1,1	39,9	59,0
2	40	<i>R. mangle</i>	80	80	1,9 (±0,5)	0,015	60,9	39,1	0
		<i>A. schaueriana</i>	490	670	3,1 (±1,7)	0,473	16,2	33,6	50,2
		<i>L. racemosa</i>	140	220	3,7 (±1,3)	0,210	8,8	91,2	0
3	50	<i>R. mangle</i>	10	20	7,0	0,212	0	27,4	72,6
		<i>A. schaueriana</i>	660	790	4,8 (±2,0)	0,619	15,3	71,5	13,2
		<i>L. racemosa</i>	220	390	6,5 (±1,6)	0,803	2,6	57,9	39,5
4	80	<i>R. mangle</i>	10	10	2,5	0,001	100,0	0	0
		<i>A. schaueriana</i>	720	770	4,3 (±2,0)	0,929	8,6	66,0	25,3
		<i>L. racemosa</i>	20	20	1,9 (±0,1)	0,003	100,0	0	0

Tabela 5: Densidade relativa, dominância relativa, frequência relativa e Valor de Importância para as três espécies arbóreas, nos locais estudados.

LOCAL	ESPÉCIE	DENSIDADE RELATIVA	DOMINÂNCIA RELATIVA	FREQÜÊNCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTÂNCIA
BERTIOGA	<i>R. mangle</i>	25,6	10,7	33,3	69,6
	<i>A. schaueriana</i>	71,2	78,5	33,3	183,0
	<i>L. racemosa</i>	3,2	10,8	33,3	47,3
DIANA	<i>R. mangle</i>	63,9	47,9	44,4	156,3
	<i>A. schaueriana</i>	35,5	47,7	44,4	127,7
	<i>L. racemosa</i>	0,6	4,3	11,1	16,1
JURUBATUBA	<i>R. mangle</i>	79,2	68,0	33,3	180,6
	<i>A. schaueriana</i>	9,4	21,7	33,3	64,4
	<i>L. racemosa</i>	11,4	10,3	33,3	55,0
BARNABÉ	<i>R. mangle</i>	6,6	5,5	33,3	45,4
	<i>A. schaueriana</i>	80,2	79,5	44,4	204,1
	<i>L. racemosa</i>	13,2	15,0	22,2	50,4
NEVES	<i>R. mangle</i>	61,4	20,6	33,3	115,4
	<i>A. schaueriana</i>	17,9	61,0	33,3	112,2
	<i>L. racemosa</i>	20,7	18,4	33,3	72,4
PEDREIRA	<i>R. mangle</i>	74,0	50,2	40,0	164,2
	<i>A. schaueriana</i>	21,4	39,2	40,0	100,6
	<i>L. racemosa</i>	4,6	10,6	20,0	35,2
QUILOMBO	<i>R. mangle</i>	82,2	74,1	44,4	200,8
	<i>A. schaueriana</i>	15,8	25,8	33,3	75,0
	<i>L. racemosa</i>	2,0	0,1	22,2	24,3
CUBATÃO	<i>R. mangle</i>	28,7	42,7	27,3	98,7
	<i>A. schaueriana</i>	65,5	48,1	36,4	150,0
	<i>L. racemosa</i>	5,7	9,2	36,4	51,3
CASC. CIMA	<i>R. mangle</i>	40,4	26,0	33,3	99,8
	<i>A. schaueriana</i>	51,6	59,6	33,3	144,5
	<i>L. racemosa</i>	8,0	14,4	33,3	55,7
CASC. BAIXO	<i>R. mangle</i>	40,7	47,4	33,3	121,4
	<i>A. schaueriana</i>	51,9	39,3	33,3	124,4
	<i>L. racemosa</i>	7,4	13,4	33,3	54,1

Tabela 5 (cont.): Densidade relativa, dominância relativa, frequência relativa e Valor de Importância para as três espécies arbóreas, nos locais estudados.

LOCAL	ESPÉCIES	DENSIDADE RELATIVA	DOMINÂNCIA RELATIVA	FREQÜÊNCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTÂNCIA
PIAÇAGUERA	<i>R. mangle</i>	31,9	20,3	33,3	85,5
	<i>A. schaueriana</i>	37,1	28,6	33,3	99,0
	<i>L. racemosa</i>	31,0	51,1	33,3	115,4
DUAS BARRAS	<i>R. mangle</i>	51,4	8,6	30,0	90,0
	<i>A. schaueriana</i>	43,9	89,8	40,0	173,7
	<i>L. racemosa</i>	4,7	1,6	30,0	36,4
MARANHOS	<i>R. mangle</i>	85,0	79,1	44,4	208,6
	<i>A. schaueriana</i>	10,2	13,8	22,2	46,2
	<i>L. racemosa</i>	4,8	7,1	33,3	45,2
QUEIROZES	<i>R. mangle</i>	92,6	81,4	50,0	224,0
	<i>A. schaueriana</i>	3,7	13,9	25,0	42,6
	<i>L. racemosa</i>	3,7	4,8	25,0	33,5
BRANCO	<i>R. mangle</i>	79,5	52,0	36,4	167,8
	<i>A. schaueriana</i>	17,5	44,9	36,4	98,8
	<i>L. racemosa</i>	3,0	3,1	27,3	33,4
SANTANA	<i>R. mangle</i>	42,3	30,2	33,3	105,9
	<i>A. schaueriana</i>	38,3	35,8	33,3	107,4
	<i>L. racemosa</i>	19,4	34,0	33,3	86,8
POMPEBA	<i>R. mangle</i>	60,7	18,3	33,3	112,4
	<i>A. schaueriana</i>	31,3	63,7	33,3	128,3
	<i>L. racemosa</i>	7,9	18,1	33,3	59,3
MARIANA	<i>R. mangle</i>	6,0	12,3	27,3	45,6
	<i>A. schaueriana</i>	91,0	83,9	36,4	211,2
	<i>L. racemosa</i>	3,0	3,8	36,4	43,2
BARREIROS	<i>R. mangle</i>	52,8	26,3	33,3	112,4
	<i>A. schaueriana</i>	25,8	19,8	33,3	78,9
	<i>L. racemosa</i>	21,4	54,0	33,3	108,7
PIAÇABUÇU	<i>R. mangle</i>	6,9	8,3	33,3	48,5
	<i>A. schaueriana</i>	78,0	69,7	33,3	181,1
	<i>L. racemosa</i>	15,1	22,0	33,3	70,5

Tabela 6: Índice de Complexidade de Holdridge nas várias transversais estudadas, mostrando o número de espécies, número de árvores com diâmetro na altura do peito (DAP) maior que 10 cm, área basal (para DAP maior que 2,5 cm) e altura média das três maiores árvores por transversal.

	Espécies	DAP>10cm	Área Basal (m ² /0,1ha)	Altura média (m)	Índice de Complexidade
BERTIOGA	3	7	0,4996	4,5	15,0
DIANA	3	18	0,4875	4,3	25,8
JURUBATUBA	3	17	0,5156	4,2	24,7
BARNABÉ	3	28	0,7678	5,8	37,6
NEVES	3	18	0,7350	3,9	25,6
PEDREIRA	3	13	0,4515	3,4	19,8
QUILOMBO	3	32	0,7241	6,1	41,8
CUBATÃO	3	11	0,6517	5,9	20,6
CASC. CIMA	3	11	0,6109	4,9	19,5
CASC. BAIXO	3	3	0,5644	5,5	12,1
PIAÇAGUERA	3	16	0,4977	3,8	23,0
DUAS BARRAS	3	10	0,4627	4,1	17,5
MARANHOS	3	28	0,5626	3,9	35,5
QUEIROZES	3	30	0,7259	6,1	39,8
BRANCO	3	22	0,5233	3,5	29,0
SANTANA	3	7	0,4255	4,1	14,5
POMPEBA	3	21	0,7628	4,5	29,2
MARIANA	3	15	0,5524	4,6	23,2
BARREIROS	3	3	0,6782	5,3	12,0
PIAÇABUÇU	3	13	0,5675	4,4	21,0

Tabela 7: Datas de instalação dos cestos coletores de serapilheira, das coletas (“Data coleta”), dias de intervalo entre coletas (“Dias”) e mês considerado para fins de visualização nas figuras (“Mês”), nas 20 transversais estudadas (“Local”). Na coluna “Mês”, os meses estão abreviados pelas três primeiras letras.

LOCAL	Data de Instalação	1° mês			2° mês			3° mês			4° mês			5° mês			6° mês			7° mês			8° mês			9° mês			10° mês			11° mês			12° mês		
		Data coleta	Dias	Mês	Data coleta	Dias	Mês	Data coleta	Dias	Mês	Data coleta	Dias	Mês	Data coleta	Dias	Mês	Data coleta	Dias	Mês	Data coleta	Dias	Mês	Data coleta	Dias	Mês	Data coleta	Dias	Mês	Data coleta	Dias	Mês	Data coleta	Dias	Mês	Data coleta	Dias	Mês
BERTIOGA	03/12/2006	10/01/2006	38	Jan/2006	09/02/2006	30	Fev/2006	06/03/2006	25	Mar/2006	04/04/2006	29	Abr/2006	02/05/2006	28	Mai/2006	02/06/2006	31	Jun/2006	29/06/2006	27	Jul/2006	03/08/2006	35	Ago/2006	01/09/2006	29	Set/2006	29/09/2006	28	Out/2006	26/10/2006	27	Nov/2006	28/11/2006	33	Dez/2006
QUILOMBO	13/12/2006	16/01/2006	34	Jan/2006	09/02/2006	24	Fev/2006	06/03/2006	25	Mar/2006	04/04/2006	29	Abr/2006	02/05/2006	28	Mai/2006	02/06/2006	31	Jun/2006	29/06/2006	27	Jul/2006	03/08/2006	35	Ago/2006	01/09/2006	29	Set/2006	29/09/2006	28	Out/2006	26/10/2006	27	Nov/2006	28/11/2006	33	Dez/2006
PIAÇAGUERA	13/12/2006	16/01/2006	34	Jan/2006	09/02/2006	24	Fev/2006	06/03/2006	25	Mar/2006	04/04/2006	29	Abr/2006	02/05/2006	28	Mai/2006	02/06/2006	31	Jun/2006	29/06/2006	27	Jul/2006	03/08/2006	35	Ago/2006	01/09/2006	29	Set/2006	29/09/2006	28	Out/2006	26/10/2006	27	Nov/2006	28/11/2006	33	Dez/2006
PEDREIRA	13/12/2006	16/01/2006	34	Jan/2006	09/02/2006	24	Fev/2006	06/03/2006	25	Mar/2006	04/04/2006	29	Abr/2006	02/05/2006	28	Mai/2006	02/06/2006	31	Jun/2006	29/06/2006	27	Jul/2006	03/08/2006	35	Ago/2006	01/09/2006	29	Set/2006	29/09/2006	28	Out/2006	26/10/2006	27	Nov/2006	28/11/2006	33	Dez/2006
DUAS BARRAS	15/12/2006	16/01/2006	32	Jan/2006	09/02/2006	24	Fev/2006	06/03/2006	25	Mar/2006	04/04/2006	29	Abr/2006	02/05/2006	28	Mai/2006	02/06/2006	31	Jun/2006	29/06/2006	27	Jul/2006	03/08/2006	35	Ago/2006	01/09/2006	29	Set/2006	29/09/2006	28	Out/2006	26/10/2006	27	Nov/2006	28/11/2006	33	Dez/2006
CUBATÃO	15/12/2006	16/01/2006	32	Jan/2006	09/02/2006	24	Fev/2006	06/03/2006	25	Mar/2006	04/04/2006	29	Abr/2006	02/05/2006	28	Mai/2006	02/06/2006	31	Jun/2006	29/06/2006	27	Jul/2006	03/08/2006	35	Ago/2006	01/09/2006	29	Set/2006	29/09/2006	28	Out/2006	26/10/2006	27	Nov/2006	28/11/2006	33	Dez/2006
CASC. CIMA	16/12/2006	16/01/2006	31	Jan/2006	09/02/2006	24	Fev/2006	06/03/2006	25	Mar/2006	04/04/2006	29	Abr/2006	02/05/2006	28	Mai/2006	02/06/2006	31	Jun/2006	29/06/2006	27	Jul/2006	03/08/2006	35	Ago/2006	01/09/2006	29	Set/2006	29/09/2006	28	Out/2006	26/10/2006	27	Nov/2006	28/11/2006	33	Dez/2006
CASC. BAIXO	16/12/2006	16/01/2006	31	Jan/2006	09/02/2006	24	Fev/2006	06/03/2006	25	Mar/2006	04/04/2006	29	Abr/2006	02/05/2006	28	Mai/2006	02/06/2006	31	Jun/2006	29/06/2006	27	Jul/2006	03/08/2006	35	Ago/2006	01/09/2006	29	Set/2006	29/09/2006	28	Out/2006	26/10/2006	27	Nov/2006	28/11/2006	33	Dez/2006
DIANA	16/01/2006	09/02/2006	24	Fev/2006	06/03/2006	25	Mar/2006	04/04/2006	29	Abr/2006	02/05/2006	28	Mai/2006	02/06/2006	31	Jun/2006	29/06/2006	27	Jul/2006	03/08/2006	35	Ago/2006	01/09/2006	29	Set/2006	29/09/2006	28	Out/2006	26/10/2006	27	Nov/2006	28/11/2006	33	Dez/2006	29/12/2006	31	Jan/2007
JURUBATUBA	10/01/2006	09/02/2006	30	Fev/2006	06/03/2006	25	Mar/2006	04/04/2006	29	Abr/2006	02/05/2006	28	Mai/2006	02/06/2006	31	Jun/2006	29/06/2006	27	Jul/2006	03/08/2006	35	Ago/2006	01/09/2006	29	Set/2006	29/09/2006	28	Out/2006	26/10/2006	27	Nov/2006	28/11/2006	33	Dez/2006	29/12/2006	31	Jan/2007
BARNABÉ	10/01/2006	09/02/2006	30	Fev/2006	06/03/2006	25	Mar/2006	04/04/2006	29	Abr/2006	02/05/2006	28	Mai/2006	02/06/2006	31	Jun/2006	29/06/2006	27	Jul/2006	03/08/2006	35	Ago/2006	01/09/2006	29	Set/2006	29/09/2006	28	Out/2006	26/10/2006	27	Nov/2006	28/11/2006	33	Dez/2006	29/12/2006	31	Jan/2007
NEVES	10/01/2006	09/02/2006	30	Fev/2006	06/03/2006	25	Mar/2006	04/04/2006	29	Abr/2006	02/05/2006	28	Mai/2006	02/06/2006	31	Jun/2006	29/06/2006	27	Jul/2006	03/08/2006	35	Ago/2006	01/09/2006	29	Set/2006	29/09/2006	28	Out/2006	26/10/2006	27	Nov/2006	28/11/2006	33	Dez/2006	29/12/2006	31	Jan/2007
MARIANA	06/01/2006	10/02/2006	35	Fev/2006	07/03/2006	25	Mar/2006	04/04/2006	28	Abr/2006	02/05/2006	28	Mai/2006	02/06/2006	31	Jun/2006	29/06/2006	27	Jul/2006	03/08/2006	35	Ago/2006	01/09/2006	29	Set/2006	29/09/2006	28	Out/2006	26/10/2006	27	Nov/2006	28/11/2006	33	Dez/2006	29/12/2006	31	Jan/2007
PIAÇABUÇU	06/01/2006	10/02/2006	35	Fev/2006	07/03/2006	25	Mar/2006	04/04/2006	28	Abr/2006	02/05/2006	28	Mai/2006	02/06/2006	31	Jun/2006	29/06/2006	27	Jul/2006	03/08/2006	35	Ago/2006	01/09/2006	29	Set/2006	29/09/2006	28	Out/2006	26/10/2006	27	Nov/2006	28/11/2006	33	Dez/2006	29/12/2006	31	Jan/2007
QUEIROZES	06/01/2006	10/02/2006	35	Fev/2006	07/03/2006	25	Mar/2006	03/04/2006	27	Abr/2006	03/05/2006	30	Mai/2006	01/06/2006	29	Jun/2006	28/06/2006	27	Jul/2006	02/08/2006	35	Ago/2006	30/08/2006	28	Set/2006	27/09/2006	28	Out/2006	25/10/2006	28	Nov/2006	27/11/2006	33	Dez/2006	29/12/2006	32	Jan/2007
MARANHOS	06/01/2006	10/02/2006	35	Fev/2006	07/03/2006	25	Mar/2006	03/04/2006	27	Abr/2006	03/05/2006	30	Mai/2006	01/06/2006	29	Jun/2006	28/06/2006	27	Jul/2006	02/08/2006	35	Ago/2006	30/08/2006	28	Set/2006	27/09/2006	28	Out/2006	25/10/2006	28	Nov/2006	27/11/2006	33	Dez/2006	29/12/2006	32	Jan/2007
SANTANA	07/01/2006	10/02/2006	34	Fev/2006	07/03/2006	25	Mar/2006	04/04/2006	28	Abr/2006	02/05/2006	28	Mai/2006	02/06/2006	31	Jun/2006	29/06/2006	27	Jul/2006	03/08/2006	35	Ago/2006	01/09/2006	29	Set/2006	29/09/2006	28	Out/2006	26/10/2006	27	Nov/2006	28/11/2006	33	Dez/2006	29/12/2006	31	Jan/2007
BRANCO	07/01/2006	10/02/2006	34	Fev/2006	07/03/2006	25	Mar/2006	04/04/2006	28	Abr/2006	02/05/2006	28	Mai/2006	02/06/2006	31	Jun/2006	29/06/2006	27	Jul/2006	03/08/2006	35	Ago/2006	01/09/2006	29	Set/2006	29/09/2006	28	Out/2006	26/10/2006	27	Nov/2006	28/11/2006	33	Dez/2006	29/12/2006	31	Jan/2007
POMPEBA	07/01/2006	10/02/2006	34	Fev/2006	07/03/2006	25	Mar/2006	04/04/2006	28	Abr/2006	02/05/2006	28	Mai/2006	02/06/2006	31	Jun/2006	29/06/2006	27	Jul/2006	03/08/2006	35	Ago/2006	01/09/2006	29	Set/2006	29/09/2006	28	Out/2006	26/10/2006	27	Nov/2006	28/11/2006	33	Dez/2006	29/12/2006	31	Jan/2007
BARREIROS	07/01/2006	10/02/2006	34	Fev/2006	07/03/2006	25	Mar/2006	04/04/2006	28	Abr/2006	02/05/2006	28	Mai/2006	02/06/2006	31	Jun/2006	29/06/2006	27	Jul/2006	03/08/2006	35	Ago/2006	01/09/2006	29	Set/2006	29/09/2006	28	Out/2006	26/10/2006	27	Nov/2006	28/11/2006	33	Dez/2006	29/12/2006	31	Jan/2007

Tabela 8: Produção média de serapilheira nos vários locais estudados

Locais	Produção diária s/madeira (g/m ² /dia)	Produção diária c/madeira (g/m ² /dia)	Produção mensal s/madeira (g/m ² /mês)	Produção mensal c/madeira (g/m ² /mês)	Produção anual s/madeira (g/m ² /ano)	Produção anual c/madeira (g/m ² /ano)
BERTIOGA	1,8	2,0	55,2	60,1	662,3	721,1
DIANA	1,8	2,0	56,1	60,8	673,1	729,5
JURUBATUBA	1,8	2,0	53,9	62,2	646,5	746,1
BARNABÉ	1,7	1,9	52,0	57,4	623,8	688,4
NEVES	1,7	2,1	50,9	63,3	610,9	760,0
PEDREIRA	2,2	2,7	67,1	80,8	805,5	970,1
QUILOMBO	2,2	2,4	67,0	73,8	803,7	886,1
CUBATÃO	2,6	3,2	80,0	98,5	960,5	1181,5
CASC. CIMA	2,5	2,7	75,1	82,9	900,9	995,0
CASC. BAIXO	2,0	2,4	61,2	72,7	734,9	872,8
PIAÇAGUERA	1,6	1,9	48,9	56,6	586,8	679,2
DUAS BARRAS	1,4	1,7	43,4	51,5	521,2	618,0
MARANHOS	2,1	2,4	63,5	74,5	762,2	893,6
QUEIROZES	1,8	2,1	55,6	62,5	667,1	750,4
BRANCO	1,9	2,3	59,1	68,6	708,6	822,8
SANTANA	1,6	1,8	48,4	56,0	580,7	672,6
POMPEBA	1,9	2,2	57,0	67,2	684,1	806,3
MARIANA	1,7	2,2	50,9	67,1	610,9	805,5
BARREIROS	2,0	2,4	60,2	72,1	723,0	865,3
PIAÇABUÇU	1,2	1,4	36,1	42,0	433,3	504,4
Médias	1,9	2,2	56,9	67,1	682,6	805,2

Tabela 9: Peso médio da serapilheira (sem madeira) por transversal e faixa (Fx.) por mês considerado. A unidade é g/m². O valor entre parêntesis na médias é o desvio padrão. Os meses estão abreviados pelas três primeiras letras.

Tran- secção	Fx.	Jan/06	Fev/06	Mar/06	Abr/06	Mai/06	Jun/06	Jul/06	Ago/06	Set/06	Out/06	Nov/06	Dez/06	Jan/07	Média
BER- TIOGA	1	70,3	53,3	57,8	45,8	77,1	49,0	76,4	40,2	26,7	26,0	31,0	82,0		53,0 (±20,1)
	2	67,1	49,6	93,4	64,3	49,5	26,4		29,6	30,0	34,0	64,6	62,4		51,9 (±20,8)
	3	73,1	70,7	71,6	64,3	64,7	49,5	94,2	38,3	42,6	37,9	48,5	62,2		59,8 (±16,9)
	4	63,0	62,0	74,0	53,8	54,7	38,9	119,5	32,8	43,5	43,6	61,3	71,5		59,9 (±22,7)
	Mé- dia	68,4 (±4,4)	58,9 (±9,4)	74,2 (±14,7)	57,0 (±9,0)	61,5 (±12,2)	40,9 (±10,9)	96,7 (±21,7)	35,2 (±4,9)	35,7 (±8,6)	35,4 (±7,4)	51,4 (±15,2)	69,5 (±9,4)		
DIANA	1		55,4	49,4	56,9	62,7	54,7	22,9	33,3	31,6	20,6	31,8	68,8	74,4	46,9 (±18,2)
	2		152,5	200,2	106,9	66,4	52,5	88,6	30,7	33,6	28,0	61,5	83,0	82,6	82,2 (±51,4)
	3		77,8	93,0	47,1	51,1	38,8	97,4	24,8	34,4	26,7	54,9	57,2	58,3	55,1 (±23,8)
	4		64,2	56,6	27,9	81,4	5,2	56,9	10,2	20,1	16,2	24,8	38,4	43,0	37,1 (±23,8)
	Mé- dia		87,5 (±44,3)	99,8 (±69,6)	59,7 (±33,7)	65,4 (±12,5)	37,8 (±22,8)	66,4 (±33,8)	24,8 (±10,3)	29,9 (±6,7)	22,9 (±5,5)	43,2 (±17,7)	61,9 (±18,9)	64,6 (±17,6)	
JURUBA- TUBA	1		50,4	77,2	35,7	60,8	17,5	35,5	26,1	24,8	27,0	41,4	86,4		43,9 (±22,5)
	2		68,2	76,8	60,5	43,8	42,3	108,7	23,6	27,4	30,5	43,2	70,2		54,1 (±25,6)
	3		58,2	93,3	69,6	28,5	19,5		21,9	21,9	24,6	52,9	61,4	89,8	49,2 (±27,7)
	4		73,6	96,3	83,9	69,6	44,4	87,6	32,4	42,4	28,7	47,4	91,1	130,6	69,0 (±30,7)
	Mé- dia		62,6 (±10,3)	85,9 (±10,3)	62,4 (±20,3)	50,6 (±18,3)	30,9 (±14,4)	77,2 (±37,7)	26,0 (±4,6)	29,1 (±9,2)	27,7 (±2,5)	46,2 (±5,1)	77,3 (±13,9)	110,2 (±28,9)	
BARNABÉ	1		85,2	94,3	68,9	66,6	23,1	106,2	80,0	131,1	52,4	44,6	81,4	102,5	78,0 (±29,5)
	2		58,4	78,5	42,2	59,5			45,1	84,4	29,9	38,3			54,5 (±19,3)
	3		52,0	57,9	38,6	73,1	34,4	50,5	12,8	47,8	30,1	16,1			41,3 (±18,7)
	4		34,0	109,8	44,0	25,8	11,9	11,8	4,1	11,4	11,1	14,0	42,0	21,5	28,4 (±28,7)
	Mé- dia		62,8(±2 1,2)	43,1(±2 2,2)	62,8(±1 3,8)	45,8(±2 1,1)	28,2(±1 1,2)	33,3(±4 7,4)	37,8(±3 4,5)	68,0(±5 1,2)	91,1(±1 6,9)	92,5(±1 5,5)	61,7(±2 7,9)	62,0(±5 7,3)	
NEVES	1		123,4	148,6	109,8	60,3	30,5	35,3	39,6	37,1	32,3	52,9	63,4	132,2	72,1 (±43,7)
	2		33,7	59,7	37,5	28,6	30,0	32,1	16,6	19,5	24,8	23,9	33,3	21,3	30,1 (±11,3)
	3		52,1	84,5	42,6	58,6	35,2	58,1	24,6	29,4	32,5	58,9	56,7	83,5	51,4 (±19,6)
	4		44,4	75,9	67,5	43,9	40,7	59,1	26,4	37,8	32,3	44,8	47,7	59,8	48,4 (±14,6)
	Mé- dia		63,4 (±40,7)	92,2 (±39,0)	64,3 (±33,0)	47,8 (±14,8)	34,1 (±5,0)	46,1 (±14,4)	26,8 (±9,6)	31,0 (±8,5)	30,5 (±3,8)	45,1 (±15,3)	50,3 (±13,0)	74,2 (±46,4)	
PE- DREIRA	1		80,3	51,0	95,8	66,8	63,2	56,7	67,7	22,5	20,6	25,0	33,2		53,0 (±25,0)
	2		87,4	79,1	93,6	78,2	49,8	37,6	102,8		29,9	38,0	45,9	58,6	63,7 (±25,4)
	3		90,9	94,7	105,4	95,6	70,8	58,1	64,6	39,6	51,1	47,5	62,2	89,3	72,5 (±21,9)
	4		66,8	60,8	92,2	85,7	55,9	74,9	101,2	46,5	67,3	64,9	68,1	140,3	77,0 (±25,2)
	Mé- dia		81,3 (±10,7)	71,4 (±19,4)	96,7 (±6,0)	81,6 (±12,1)	59,9 (±9,1)	56,8 (±15,2)	84,1 (±20,7)	36,2 (±12,3)	42,2 (±21,0)	43,9 (±16,8)	52,4 (±15,8)	96,1 (±41,3)	
QUI- LOMBO	1		96,2	77,2	195,3	107,0	80,2	32,2	81,4	44,5	56,7	35,5	77,4	98,7	81,9 (±43,3)
	2		57,9	37,6	104,6	74,0	38,3	31,4	44,6	20,3	44,7	29,2	55,2	69,6	50,6 (±23,4)
	3		86,0	37,9	86,6	72,5	50,1	30,2	73,9	37,7	44,7	51,7	62,0	102,4	61,3 (±22,9)
	4		86,9	50,2	104,1	105,8	91,5	39,0	49,4	50,6	55,0	36,0	86,6	85,8	70,1 (±25,7)
	Mé- dia		81,8 (±16,6)	50,7 (±18,6)	122,6 (±49,1)	89,8 (±19,1)	65,0 (±25,0)	33,2 (±4,0)	62,3 (±18,1)	38,3 (±13,1)	50,3 (±6,5)	38,1 (±9,6)	70,3 (±14,3)	89,1 (±14,8)	

Tabela 9 (cont.): Peso médio da serapilheira (sem madeira) por transversal e faixa (Fx.) por mês considerado. A unidade é g/m². O valor entre parêntesis na médias é o desvio padrão. Os meses estão abreviados pelas três primeiras letras.

Tran- secção	Fx.	Jan/06	Fev/06	Mar/06	Abr/06	Mai/06	Jun/06	Jul/06	Ago/06	Set/06	Out/06	Nov/06	Dez/06	Jan/07	Média
CUBA- TÃO	1	80,7	84,7	122,1	89,4	62,6	59,5	83,0	61,6	89,9	77,9	76,9	143,4		86,0 (±24,6)
	2	98,1	124,7	165,0	95,9	85,6	52,7	102,2	50,3	67,4	37,5	62,0	90,0		86,0 (±35,6)
	3	90,1	114,3	71,6	48,7	54,3	45,6	84,3	43,0	62,7	59,2	73,3	132,7		73,3 (±27,9)
	4	81,8	82,5	87,4	50,3	64,8	46,6	85,6	41,8	55,5	74,9	62,8	210,9		78,7 (±44,5)
	Mé- dia	87,7 (±8,1)	101,5 (±21,2)	111,5 (±41,4)	71,1 (±25,1)	66,8 (±13,3)	51,1 (±6,4)	88,8 (±9,0)	49,2 (±9,1)	68,9 (±14,8)	62,3 (±18,5)	68,7 (±7,5)	144,2 (±50,0)		
CASC. CIMA	1	83,6	77,5	109,5	85,2	197,8	57,3	86,6	46,8	36,2	44,9	64,2	98,5		82,3 (±42,8)
	2	99,4	87,6	87,9	61,7	80,5	44,9	91,1	70,0	62,0	57,5	79,6	104,3		77,2 (±18,1)
	3	88,8	78,6	84,6	61,3	68,3	58,3	97,8	49,4	51,5	55,4	57,0	87,4		69,9 (±16,7)
	4	85,8	70,4	86,5	76,1	65,0	52,8	79,1	43,6	54,8	52,7	66,3	83,4		68,1 (±14,6)
	Mé- dia	89,4 (±7,0)	78,5 (±7,1)	92,1 (±11,7)	71,1 (±11,7)	102,9 (±63,6)	53,3 (±6,1)	88,7 (±7,8)	52,5 (±11,9)	51,1 (±10,9)	52,6 (±5,5)	66,8 (±9,4)	93,4 (±9,7)		
CASC. BAIXO	1	77,1	54,0	61,8	43,3	51,4	48,7	74,6	41,4	60,3	55,9	49,5	138,7		63,1 (±26,2)
	2	82,6	76,2	120,4	63,1	89,5	57,1	76,4	47,4	59,9	43,6	91,3	77,1		73,7 (±21,4)
	3	56,4	50,1	55,6	38,0	40,0	35,4	43,8	36,6	50,2	58,9	44,7	83,4		49,4 (±13,4)
	4	64,7	63,5	115,3	51,0	50,9	51,3	83,1	36,6	36,9	41,2	39,3	66,8		58,4 (±22,8)
	Mé- dia	70,2 (±11,9)	61,0 (±11,6)	88,3 (±34,3)	48,9 (±10,9)	57,9 (±21,7)	48,1 (±9,2)	69,5 (±17,5)	40,5 (±5,1)	51,8 (±11,0)	49,9 (±8,8)	56,2 (±23,8)	91,5 (±32,2)		
PIAÇA- GUERA	1	67,5	81,0	137,1	53,9	82,7	34,5	69,5	33,3	59,9	28,2	69,6	91,5		67,4 (±30,0)
	2	55,9	60,3	53,1	38,2	37,7	24,2	34,8	34,0	36,3	29,6	50,6	48,6		41,9 (±11,4)
	3	66,5	88,9	126,4	91,6	57,3	29,8	29,8	54,3	44,6	28,4	57,3	62,4		61,4 (±29,2)
	4	26,2	24,3	78,6	9,3	20,9	6,2		7,6	11,2	8,6	12,6	19,8		20,5 (±20,5)
	Mé- dia	54,0 (±19,3)	63,6 (±28,8)	98,8 (±39,7)	48,3 (±34,3)	46,1 (±21,1)	23,7 (±12,4)	44,7 (±21,6)	32,3 (±19,1)	38,0 (±20,4)	23,7 (±10,1)	47,5 (±24,6)	55,5 (±29,8)		
DUAS BARRAS	1	76,7	106,1	79,8	46,4	48,1	38,6	32,6	24,0	39,7	50,0	35,0	116,1		57,8 (±29,9)
	2	64,2	50,1	43,9	37,6	33,8	23,4	27,3	16,9	31,5	30,6	34,2	69,2		38,6 (±15,8)
	3	39,7	43,8	53,5	33,9	33,5	39,3	44,7	28,1	29,9	49,7	36,3	65,2		41,5 (±10,7)
	4	49,1	39,5	38,3	29,6	33,0	31,5	29,6	23,3	28,5	33,0	24,6	68,7		35,7 (±12,5)
	Mé- dia	57,4 (±16,4)	59,9 (±31,1)	53,9 (±18,4)	36,9 (±7,1)	37,1 (±7,4)	33,2 (±7,4)	33,6 (±7,8)	23,1 (±4,6)	32,4 (±5,0)	40,8 (±10,5)	32,5 (±5,4)	79,8 (±24,2)		
MARA- NHOS	1		60,7	63,3	71,0	68,6	52,7	70,3	32,2				62,5		60,2 (±12,8)
	2		59,3	83,8	80,9	64,5	34,8	84,9	36,7	25,7	34,4	94,6	83,3	80,2	63,6 (±24,6)
	3		46,6	74,4	86,7	61,2	30,0	89,3	45,9	44,3	40,3	74,9	71,9	82,2	62,3 (±20,2)
	4		43,5	94,2	53,9	62,0	45,5	66,2	41,3	29,6	33,0	78,5	107,3	82,2	61,4 (±24,8)
	Mé- dia		52,5 (±8,7)	78,9 (±13,2)	73,1 (±14,3)	64,1 (±3,4)	40,8 (±10,3)	77,7 (±11,2)	39,0 (±5,9)	33,2 (±9,8)	35,9 (±3,9)	82,7 (±10,5)	87,5 (±18,1)	76,8 (±9,6)	
QUEIRO- ZES	1		44,7	58,9	48,3	33,3	18,9	44,4	18,8	29,6	9,9	47,8	174,4	67,5	49,7 (±42,8)
	2			45,5	45,8	51,3	20,8	44,9	33,0	34,3	31,2	63,9	74,9		44,5 (±16,1)
	3			51,0	52,9	44,2	51,2	27,7	77,5	32,8	30,7	34,8	46,5	64,2	55,3 (±33,1)
	4			49,6	91,5	75,0	51,9	32,4	80,2	48,8	42,9	41,1	77,8	79,7	70,5 (±38,1)
	Mé- dia		48,4 (±3,3)	62,2 (±20,3)	53,3 (±14,5)	46,9 (±9,1)	24,9 (±6,2)	61,8 (±19,7)	33,4 (±12,3)	34,4 (±6,0)	29,2 (±13,6)	59,0 (±14,8)	98,3 (±51,1)	130,9 (±56,3)	

Tabela 9 (cont.): Peso médio da serapilheira (sem madeira) por transversal e faixa (Fx.) por mês considerado. A unidade é g/m². O valor entre-parênteses na médias é o desvio padrão. Os meses estão abreviados pelas três primeiras letras.

Tran- secção	Fx.	Jan/06	Fev/06	Mar/06	Abr/06	Mai/06	Jun/06	Jul/06	Ago/06	Set/06	Out/06	Nov/06	Dez/06	Jan/07	Média
BRANCO	1		116,0	100,6	52,2	68,9	38,9	30,7	28,5	23,1	24,6	42,2	37,2	160,1	60,2 (±43,4)
	2		84,2	193,0	127,0	49,6	28,8	28,4	27,6	28,3	24,8	39,1	38,9	112,9	65,2 (±53,5)
	3		98,4	83,6	45,0	62,4	33,3	43,0	38,1	53,0	16,9	33,4	58,5	58,8	52,0 (±22,6)
	4		71,3	128,7	65,0	54,3	30,8	54,5	39,7	28,7	18,3	46,0	41,0	104,2	56,9 (±32,1)
	Mé- dia		92,5 (±19,2)	126,5 (±48,1)	72,3 (±37,4)	58,8 (±8,6)	32,9 (±4,4)	39,1 (±12,1)	33,5 (±6,3)	33,3 (±13,4)	21,2 (±4,1)	40,2 (±5,3)	43,9 (±9,9)	109,0 (±41,5)	
SAN- TANA	1		38,0			30,4	24,8	17,2	33,0	25,4	26,0	25,7	47,8		29,8 (±8,9)
	2			77,8	42,1	85,1	33,3	72,7	54,0	42,2	43,0	59,8	85,1	100,8	63,3 (±22,3)
	3		56,6	60,2	45,9	84,5	42,9	53,6	33,0	44,8	34,3	48,9	77,9	60,7	53,6 (±15,7)
	4		37,6	60,3	41,3	48,6	29,5	56,7	29,9	43,3	38,4	26,6	38,0	73,6	43,6 (±14,0)
	Mé- dia		44,0 (±10,9)	66,1 (±10,1)	43,1 (±2,5)	62,1 (±27,2)	32,6 (±7,7)	50,0 (±23,5)	37,5 (±11,1)	38,9 (±9,1)	35,4 (±7,2)	40,2 (±16,9)	62,2 (±22,8)	78,3 (±20,4)	
POM- PEBA	1		64,0	150,9	109,8				56,9	55,4	45,9	86,9	69,3	78,3	79,7 (±32,9)
	2		83,7	79,4	39,8	58,3	24,9	39,8	30,6	30,5	33,9	47,5	54,2	71,7	49,5 (±20,0)
	3		61,7	75,3	31,7	56,3	30,9	92,8	31,8	31,4	19,9	82,3	42,5	23,1	48,3 (±24,7)
	4		106,7	75,7	39,3	67,7	28,3	31,8	25,3	28,6	24,1	16,1	38,4	45,3	43,9 (±26,5)
	Mé- dia		79,0 (±20,9)	95,3 (±37,1)	55,1 (±36,6)	60,7 (±6,1)	28,0 (±3,0)	54,8 (±33,1)	36,1 (±14,1)	36,5 (±12,6)	31,0 (±11,6)	58,2 (±33,1)	51,1 (±13,9)	54,6 (±25,4)	
MARIA- NA	1		65,4	88,5	63,7	91,8	78,4	93,0	43,4	63,0	33,7	28,6	60,4	85,2	66,3 (±22,2)
	2		56,5	63,6	51,7	71,8	47,4	76,1	31,1	58,2	34,8	32,6	88,8	51,0	55,3 (±17,9)
	3		54,2	44,4	39,0	66,5	33,4	44,0	24,9	26,1	26,1	30,2	52,7	50,1	41,0 (±13,3)
	4		39,0	54,7	43,0	58,7	39,6	50,2	18,9	19,7	25,6	40,7	53,9	36,9	40,1 (±13,3)
	Mé- dia		53,8 (±11,0)	62,8 (±18,8)	49,4 (±11,0)	72,2 (±14,1)	49,7 (±20,0)	65,8 (±22,8)	29,6 (±10,5)	41,8 (±22,0)	30,0 (±4,9)	33,0 (±5,4)	63,9 (±16,9)	55,8 (±20,6)	
BAR- REIROS	1		65,3	84,9	78,4	68,7	71,6	84,0	60,0	59,8	30,9	52,5	68,3	108,4	69,4 (±19,1)
	2		56,9	82,9	58,4	64,0	31,3	78,8	30,6	36,5	43,5	25,6	34,5	45,2	49,0 (±19,1)
	3		52,1	98,8	72,2	82,2	38,1	94,1	31,8	45,8	38,0	38,5	52,5	41,2	57,1 (±23,6)
	4		51,8	116,9	65,4	48,5	18,8	80,9	43,4	57,3	47,1	66,3	45,8	70,6	59,4 (±24,1)
	Mé- dia		56,5 (±6,3)	95,9 (±15,7)	68,6 (±8,6)	65,8 (±13,9)	39,9 (±22,6)	84,4 (±6,8)	41,5 (±13,7)	49,9 (±10,8)	39,9 (±7,0)	45,7 (±17,6)	50,3 (±14,1)	66,3 (±30,9)	
PIAÇA- BUÇU	1				34,5	52,4	27,2		28,1	34,1	27,3	22,9	77,9	84,8	43,2 (±23,3)
	2		42,6	36,9	30,9	28,6	24,5	42,1	20,2	35,4	32,1	45,8	37,7	50,5	35,6 (±8,9)
	3		43,7			36,8	20,3	25,6	25,4	28,6	15,0	26,6	47,9	56,6	32,7 (±13,2)
	4		44,9	35,9	40,5	60,7	25,6	40,8	29,4	31,9	32,0	17,0	61,4	48,9	39,1 (±13,4)
	Mé- dia		43,7 (±1,1)	36,4 (±0,7)	35,3 (±4,8)	44,6 (±14,6)	24,4 (±2,9)	36,2 (±9,2)	25,8 (±4,1)	32,5 (±2,9)	26,6 (±8,1)	28,1 (±12,4)	56,2 (±17,4)	60,2 (±16,8)	

Tabela 10: Média e desvio padrão dos valores mensais de serapilheira (g/m²/mês), excluindo o peso da madeira

MESES	Jan/06	Fev/06	Mar/06	Abr/06	Mai/06	Jun/06	Jul/06	Ago/06	Set/06	Out/06	Nov/06	Dez/06	Jan/07
MÉDIA	73,8	65,1	87,8	60,0	59,8	37,3	64,5	34,8	41,6	35,4	49,4	74,1	76,6
DESVIO PADRÃO	17,0	24,1	34,6	23,3	22,9	14,4	26,1	13,5	18,5	13,6	19,8	32,4	35,8

Tabela 11: Média dos valores das frações da serapilheira para cada transversal, em porcentagem.

LOCAL	FOLHA	FLOR	FRUTO	ESTÍPULA	MADEIRA
BERTIOGA	77,8	1,0	10,1	2,3	8,8
DIANA	69,5	1,4	15,6	5,3	8,2
JURUBATUBA	64,0	2,3	13,5	6,2	13,9
BARNABÉ	65,0	1,8	22,8	1,3	9,1
NEVES	66,0	0,9	10,4	2,9	19,8
PEDREIRA	66,1	1,6	10,0	3,6	18,7
QUILOMBO	65,7	1,9	16,2	6,7	9,5
CUBATÃO	62,9	0,9	15,5	2,7	18,0
CASC. CIMA	73,1	1,0	11,3	5,0	9,6
CASC. BAIXO	70,4	1,0	9,0	3,7	15,9
PIAÇAGUERA	69,1	1,3	13,2	3,0	13,4
DUAS BARRAS	75,4	1,0	6,7	1,3	15,6
MARANHOS	64,4	2,2	12,1	6,8	14,5
QUEIROZES	71,5	1,7	8,8	7,1	11,0
BRANCO	58,0	1,0	22,5	4,0	14,6
SANTANA	79,1	1,8	3,4	2,8	12,9
POMPEBA	70,5	0,9	10,2	2,6	15,8
MARIANA	67,0	1,1	6,0	0,5	25,4
BARREIROS	68,3	1,0	11,7	2,8	16,2
PIAÇABUÇU	81,8	0,6	3,1	0,2	14,2
Média	68,7	1,3	11,9	3,7	14,5

Tabela 12: Correlações de Pearson (r) significativo ao nível de 1% (em itálico e negrito) e ao nível de 5%, entre as variáveis ambientais e da produção da serapilheira, para as 20 transversais estudadas, onde Rm = *R. mangle*; As = *A. schaueriana*; Lr = *L. racemosa*. * não inclui o peso da madeira.

	Folha Rm	Folha As	Folha total	Estípula	Flor Rm	Flor total	Fruto Rm	Fruto As	Fruto Lr	Fruto total	Produção total*
Temperatura do ar		0,59		<i>0,86</i>		0,56	<i>0,83</i>		<i>0,60</i>	<i>0,68</i>	<i>0,76</i>
Pressão atmosférica	-0,59	-0,63	-0,67	<i>-0,82</i>			-0,66	<i>0,79</i>			<i>-0,80</i>
Umidade relativa					<i>-0,71</i>					-0,59	
Pluviosidade							0,57	-0,56	0,67		
Velocidade do vento			0,64	<i>0,81</i>							0,67

Tabela 13: Correlações de Pearson (r) significativo ao nível de 1% (em itálico e negrito) e ao nível de 5% entre as variáveis climáticas, durante o período de coleta da serapilheira.

	Temperatura do ar	Pressão atmosférica
Pressão atmosférica	<i>-0,91</i>	-
Pluviosidade	<i>0,84</i>	<i>-0,77</i>
Velocidade do vento	0,61	<i>-0,73</i>

Tabela 14: Parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957) e coeficiente de Trask dos sedimentos de dez transversais (médias das faixas 1, 2 e 4).

Local	Diâmetro (Fi)		Desvio padrão		Assimetria		Curtose		Coeficiente de Trask
	Valor médio	Categorização	Valor médio	Categorização	Valor médio	Categorização	Valor médio	Categorização	
PIAÇABUÇU	7,18	Silte muito fino	1,86	Pobremente selecionado	-0,50	Assimetria muito negativa	0,90	Mesocúrtica	0,39
BRANCO	6,57	Silte fino	1,89	Pobremente selecionado	-0,10	Assimetria negativa	0,70	Platicúrtica	0,33
SANTANA	6,73	Silte fino	1,93	Pobremente selecionado	-0,27	Assimetria negativa	0,72	Platicúrtica	0,33
QUILOMBO	6,17	Silte fino	1,78	Pobremente selecionado	0,34	Assimetria muito positiva	0,63	Platicúrtica	0,31
PIAÇAGUERA	4,99	Silte grosso	1,63	Pobremente selecionado	0,41	Assimetria muito positiva	1,28	Leptocúrtica	0,52
QUEIROZES	6,59	Silte fino	1,94	Pobremente selecionado	-0,21	Assimetria negativa	0,68	Platicúrtica	0,31
BARNABÉ	5,65	Silte médio	2,01	Muito pobremente selecionado	0,32	Assimetria muito positiva	0,79	Platicúrtica	0,33
NEVES	7,31	Silte muito fino	1,64	Pobremente selecionado	-0,44	Assimetria muito negativa	0,81	Platicúrtica	0,41
DIANA	6,31	Silte fino	1,67	Pobremente selecionado	-0,28	Assimetria negativa	0,98	Mesocúrtica	0,45
PEDREIRA	7,15	Silte muito fino	1,88	Pobremente selecionado	-0,57	Assimetria muito negativa	0,61	Platicúrtica	0,29
Médias	6,47 ±1,02	Silte fino	1,82 ±0,25	Pobremente selecionado	-0,13 ±0,45	Assimetria negativa	0,81 ±0,31	Platicúrtica	0,37 ±0,13

Tabela 15: Correlação de Pearson (r) significativo ao nível de 1% (em itálico e negrito) e ao nível de 5% entre descritores fitossociológicos e produção de serapilheira (médias das transversais em dados transformados para log10+1).

	Densidade	Altura	Área Basal	Serapilheira
Holdridge				-0,47
Densidade		0,65		
Altura				0,54
Área Basal				

Tabela 16: Resumo dos vários descritores em três classes, e grupos formados pela análise de agrupamento, apresentados nas figuras que mostram o mapa do sistema estuarino com estas classificações. A cor amarela contém as transversais com os menores valores, a cor laranja contém valores intermediários e a vermelha os maiores valores. Os grupos formados pela análise de agrupamento são identificados pelas seguintes cores: Grupo 1 – rosa; Grupo 2 – creme; Grupo 3 – azul; Grupo 4 – verde. Os espaços em branco nas densidades de árvores mortas correspondem à ausência de informações. Dens. = densidade.

	Dens. de árvores vivas	Dens. de árvores mortas	Altura	Área Basal	Complexidade de Holdridge	Produção de Serapilheira	Cluster
BERTIOGA							
DIANA							
JURUBATUBA							
BARNABÉ							
NEVES							
PEDREIRA							
QUILOMBO							
CUBATÃO							
CASC. CIMA							
CASC. BAIXO							
PIAÇAGUERA							
DUAS BARRAS							
MARANHOS							
QUEIROZES							
BRANCO							
SANTANA							
POMPEBA							
MARIANA							
BARREIROS							
PIAÇABUÇU							

Tabela 17: Características dos trabalhos publicados sobre manguezais do sistema estuarino de Santos e canal de Bertioga. As letras em maiúsculo são: A. fitossociologia; B. área foliar; C. altura dos pneumatóforos de *A. schaueriana*; D. taxa de renovação foliar; E. produção de serapilheira; F. taxa de decomposição; G. estoque de serapilheira; H. produção e queda de serapilheira. Os autores são: 1. "Grupo da Bertioga" *apud* Schaeffer-Novelli (1984); 2. Ponte *et al.* (1984); 3. Ponte *et al.* (1987); 4. CETESB (1988); 5. Ponte *et al.* (1990); 6. Peria *et al.* (1990); 7. Rodrigues *et al.* (1990); 8. Comelli *et al.*, 1990 *apud* Comelli *et al.* (1994); 9. Comelli *et al.* (1994); 10. Lamparelli (1995); 11. Pozzi-Neto (2000); 12. Menghini (2004); 13. Fruehauf (2005); 14. Masuda *et al.* (2005); 15. Menghini (2008). Os números entre parêntesis são: (1) = inclui os dados de Ponte *et al.* (1984); (2) = Listadas no trabalho original; (3) = não publicado; (4) = fornecido por Masuda, L.S.M. (email) e NF = Não fornecido e DCPD = Diciclopentadieno.

Autor	Ano	Local	Características	Longitude	Latitude	Parcela	Cestos	Tamanho da parcela	A	B	C	D	E	F	G	H
1	1981 a 1983	Canal de Bertioga	Natural	NF	NF		NF					X	X			
2	1982 a 1983	Canal de Bertioga	Impactado (petróleo)	46°10'30" e 46°10'33"	23°53'02" e 23°53'08"		23						X	X		
3	1980 a 1986	Canal de Bertioga	Impactado (petróleo)	46°10'30" e 46°10'33"	23°53'02" e 23°53'08"	4		100 m ²	X	X						
4	1983 a 1986	Estuário de Santos e canal de Bertioga	Natural	(2)	(2)	65		10 m x 10 m	X							
5	1981 a 1989	Canal de Bertioga	Impactado (petróleo)	46°10'30" e 46°10'33"	23°53'02" e 23°53'08"		22			X		X	X			X
6	NF	Canal de Bertioga – próx. ao rio Itapanhaú e Caiubura	Impactado (petróleo) e natural	NF	NF	5		4 de 100 m ² e 1 de 50 m ²	X							
7	1984 a 1987	Rio Iriri (canal de Bertioga)	Impactado (petróleo)	46°12'02"	23°53'41"	2		10 m x10 m	X	X						
8	1990	Rio Branco (São Vicente)	NF	NF	NF	NF		NF	X							
9	NF	Cubatão, próx. ao rio Maria Ribeira	Natural	46°24'38"	23°54'47"	4		10 m x 10 m	X	X	X					
10	1990 a 1993	Rio Iriri e Itapanhaú (canal de Bertioga)	Natural	NF	NF	4	20	15 m x 15 m	X				X	X	X	
11	NF	Estuário de Santos - próx. ao Largo do Canéu	Impactado (petróleo)	NF	NF	4		variável	X							
12	2001 a 2004	Ilha Barnabé e área controle próxima	Natural e impactado (DCPD)	(2)	(2)	7	9	variável	X	X		X				
13	2002 a 2004	Estuário de Santos - Canal de Piaçaguera, rio Cascalho e Mariana	Natural	incorretos	incorretos	3		5 m x 30 m	X							
14	NF	Estuário de Santos - rio Morraão (Cubatão)	Impactado (material dragado)	46°21'42,5 ⁿ⁽⁴⁾	23°52'47,4 ⁿ⁽⁴⁾	4		10 m x 10 m	X							
15	2002 a 2007	Ilha Barnabé	Natural e impactado (DCPD)	(2)	(2)	15	9	variável	X			X				

Tabela 18: Alguns dos principais resultados de fitossociologia publicados para o sistema estuarino de Santos e canal de Bertioga. Autores: 1. Ponte *et al.* (1987); 2. CETESB (1988); 3. Peria *et al.* (1990); 4. Rodrigues *et al.* (1990); 5. Comelli *et al.* (1990 *apud* Comelli *et al.*, 1994); 6. Comelli *et al.* (1994); 7. Lamparelli (1995); 8. Menghini (2004).

Autores	Características	Altura (m)	Densidade de indivíduos (árvores/0,1ha)	DAP (cm)	Área Basal total viva (m ² /0,1ha)	Densidade <i>A. schaueriana</i> (%)	Densidade <i>R. mangle</i> (%)	Densidade <i>L. racemosa</i> (%)	Dominância <i>A. schaueriana</i> (%)	Dominância <i>R. mangle</i> (%)	Dominância <i>L. racemosa</i> (%)	IVI <i>A. schaueriana</i> (%)	IVI <i>R. mangle</i> (%)	IVI <i>L. racemosa</i> (%)
1	Franja	7,0-8,0 ^(1,2) - 10,3-12,8 ^(1,3)	160,0-180,0 ^(1,2) - 45,0 -90,0 ^(1,3)		1,2-2,2 ^(1,2) - 1,0-1,8 ^(1,3)	50,0-43,3 ^(1,2) - 58,3-50,0 ^(1,3)	29,2-23,9 ^(1,2) - 33,3-25,0 ^(1,3)	20,8-32,8 ^(1,2) - 16,7-16,7 ^(1,3)	67,4-59,6 ^(1,2) - 72,0-68,0 ^(1,3)	18,9-22,3 ^(1,2) - 19,8-21,9 ^(1,3)	13,7-18,3 ^(1,2) - 8,2-10,1 ^(1,3)	50,2-45,4 ^(1,2) - 56,8-56,0 ^(1,3)	27,1-26,5 ^(1,2) - 28,2-26,7 ^(1,3)	22,7-28,1 ^(1,2) - 15,0-17,3 ^(1,3)
	Interna	7,6 ⁽²⁾ - 10,2 ⁽³⁾	207,5 ⁽²⁾ - 85,3 ⁽³⁾		1,8 ⁽²⁾ - 1,4 ⁽³⁾	18,5 ⁽²⁾ - 16,3 ⁽³⁾	51,3 ⁽²⁾ - 55,1 ⁽³⁾	30,2 ⁽²⁾ - 28,6 ⁽³⁾	23,2 ⁽²⁾ - 25,5 ⁽³⁾	52,6 ⁽²⁾ - 55,8 ⁽³⁾	24,8 ⁽²⁾ - 18,7 ⁽³⁾	22,9 ⁽²⁾ - 21,8 ⁽³⁾	48,4 ⁽²⁾ - 51,8 ⁽³⁾	28,7 ⁽²⁾ - 26,3 ⁽³⁾
2	Canal de Bertioga	9,03-13,17 (10,17) ^(4,5)	150-310 (223) ^(4,5)	6,8-10,3 (8,8) ^(4,5)	0,89-2,48 (1,46) ^(4,5)									
	Sistema estuarino (sem Bertioga)	4,53-12,88 (8,42) ^(4,5)	60-380 (182,5) ^(4,5)	3,6-12,8 (7,6) ^(4,5)	0,36-3,11 (1,09) ^(4,5)									
3	Canal de Bertioga/ Itapanhaú ⁽⁶⁾	3,1 ± 0,3	963	2,5	0,48	13,1	9,3	77,5	3,1	1,8	94,7			
	Canal de Bertioga/Caiubura A ⁽⁷⁾	7,7 ± 0,3	370	7,5	1,63	28,4	5,4	41,9	31,6	16,9	33,2			
	Canal de Bertioga/Caiubura B ⁽⁷⁾	5,9 ± 0,5	345	6,8	1,26	27,5	4,3	47,8	40,9	11,8	35,9			
	Canal de Bertioga/Caiubura C ⁽⁷⁾	4,1 ± 0,2	220	5,2	0,47	0	81,8	9,1	0	94,4	1,0			
	Canal de Bertioga/Caiubura D ⁽⁷⁾	7,7 ± 0,7	256	7,5	1,13	26,8	20,0	25,4	28,6	36,6	16,7			
4	Franja		180-230 ^(8,9)	6,0-8,0 ^(8,9)	1,0-1,4 ^(8,9)									
	Interna		190-250 ^(8,9)	6,0-7,5 ^(8,9)	0,9-1,5 ^(8,9)									
5	Rio Branco (São Vicente)					66 ⁽⁹⁾	4 ⁽⁹⁾	25 ⁽⁹⁾				49 ⁽⁹⁾	30 ⁽⁹⁾	20 ⁽⁹⁾
6	Próximo ao Rio Maria Ribeira (Cubatão)	4,5			1,13	70 ⁽⁹⁾	18 ⁽⁹⁾	12 ⁽⁹⁾	76,7	4,8	18,5	22 ⁽⁹⁾	28 ⁽⁹⁾	48 ⁽⁹⁾
7	Rio Iriri	6,55	216	8,48	1,28	40,2	6,2	53,6	36,7	4,7	58,6	37,7	12,8	49,4
	Rio Itapanhaú	6,83	173	10,41	1,69	46,8	37,2	16,0	75,1	16,6	8,9	51,6	28,9	19,4
8	R1 - em regeneração	1,37		1,31	0,907									
	R2 - em regeneração			1,59 e 1,36 ⁽¹⁰⁾	0,960 e 0,810 ⁽¹⁰⁾									
	R3 - em regeneração			0,89 e 1,57 ⁽¹⁰⁾	0,556 e 1,875 ⁽¹⁰⁾									
	IB1 - remanescente	5,13		8,74	0,680									
	IB2 - remanescente	4,23		5,83	0,910									
	IB3 - remanescente	4,59		6,49	0,530									
	C1	2,97		4,48	1,402									

(1) = 1980 e 1985, respectivamente; (2) = classe de DAP entre 2,5 e 10 cm; (3) = classe de DAP maior que 10 cm; (4) = mínimo, máximo e média (entre parêntesis); (5) = média das médias; (6) = $DAP < 2,5$ cm; (7) = $DAP \geq 2,5$ cm; (8) = dados obtidos entre 1984 e 1987; (9) = valor(es) aproximado(s); (10) = 2002 e 2004, respectivamente.

Tabela 18 (cont.): Alguns dos principais resultados de fitossociologia publicados para o sistema estuarino de Santos e canal de Bertioga.
Autores: 9. Fruehauf (2005); 10. Menguini (2008).

Autores	Características	Altura (m)	Densidade de indivíduos (árvores/0,1ha)	DAP (cm)	Área Basal total viva (m ² /0,1ha)	Densidade <i>A. schaueriana</i> (%)	Densidade <i>R. mangle</i> (%)	Densidade <i>L. racemosa</i> (%)	Dominância <i>A. schaueriana</i> (%)	Dominância <i>R. mangle</i> (%)	Dominância <i>L. racemosa</i> (%)	IVI <i>A. schaueriana</i> (%)	IVI <i>R. mangle</i> (%)	IVI <i>L. racemosa</i> (%)
9	Rio Mariana ⁽¹¹⁾	7,63		8,84										
	Rio Cascalho ⁽¹¹⁾	6,22		6,59										
	Canal da Cosipa ⁽¹¹⁾	5,96		7,16										
10	R2 - em regeneração	1,56 a 3,94 ⁽¹²⁾	5670 a 1500 ⁽¹²⁾											
	R3 - em regeneração	1,88 a 2,86 ⁽¹²⁾	7500 a 3500 ⁽¹²⁾											
	Parcela 1	5,8	470,0	8,21	2,433				91,8	7,8	0			
	Parcela 2	9,0	156,7	13,6	1,852				76,4	16,6	0			
	Parcela 3	6,2	180,0	11,0	1,487				77,9	0,2	5,6			
	Parcela 4	6,4	200,0	9,6	1,286				80,6	0	3,7			
	Parcela 5	8,2	222,2	11,4	1,543				66,6	0	11,1			
	Parcela 6	3,9	1680,0	4,3	2,278				0,9	0	0,9			
	Parcela 7	3,9	1320,0	3,6	1,269				0	0	99,6			
	Parcela 8	1,7	1020,4	5,8	0,429				0	0	14,8			
	Parcela 9	5,6	857,1	6,9	1,221				0,1	0	38,5			
	Parcela 10	7,3	1720,0	5,6	2,594				0	0	82,7			
	Parcela 11	6,8	1580,0	5,4	2,556				0	0	84,6			
	Parcela 12	4,5	795,9	4,6	0,931				0,9	16,4	66,8			
	Parcela 13	4,4	1265,3	5,1	1,945				0,7	0	88,8			
Presente trabalho	Sistema estuarino de Santos	4,5	483,8		1,471	41,6	48,7	9,7	47,4	35,6	17,1	40,9 ⁽¹³⁾	40,9 ⁽¹³⁾	18,2 ⁽¹³⁾

(11) = Dados apenas para *R. mangle* e *A. schaueriana* e com DAP > 5 cm; (12) = 2002 a 2007; (13) = porcentagem obtida da soma de todas os valores de importância.

Tabela 19: Dados de produção média de serapilheira ($\text{g/m}^2/\text{ano}$) publicados para a região do sistema estuarino de Santos e canal de Bertioga, segundo diversas fontes. Na tabela 16 constam mais informações sobre estes dados. (1) = médias do primeiro e segundo ano; (2) = menor e maior média (cinco anos de dados); (3) = não incluído o peso da madeira; NF = não fornecido.

AUTORES	CARACTERÍSTICAS/LOCAL	TOTAL	FOLHA	FLOR	FRUTO	ESTÍPULA	MADEIRA	"REPRODUTIVOS"
"Grupo da Bertioga" <i>apud</i> Schaeffer-Novelli (1984)	NF	582,4 - 566,1 ⁽¹⁾	426,3 - 418,6 ⁽¹⁾					
	"Estação I"	447,8	363,4				65,9	19,1
Ponte <i>et al.</i> (1984)	"Estação II"	501,1	416,2				68,4	16,6
	"Bosque"	455,4	370,4				66,2	19,1
Ponte <i>et al.</i> (1990)	1984/85	393,1	312,8					
	1988/89	382,0	295,9					
	Rio Iriri	655 - 457 ⁽¹⁾	347				77	84
Lamparelli (1995)	Rio Itapanhaú	512 - 417 ⁽¹⁾						
Menghini (2008)	Ilha Barnabé	856,0 a 1770,0 ⁽²⁾	129,6 a 280,8 ⁽²⁾	3,6 a 7,2 ⁽²⁾	68,4 a 180,0 ⁽²⁾	10,8 a 18,0 ⁽²⁾	90,0 a 302,4 ⁽²⁾	
Presente trabalho	Sist. estuarino de Santos	682,6 ⁽³⁾	529,9	9,9	91,6	28,3	111,6	