Marília Cunha Lignon

**ECOLOGIA DE MANGUEZAIS:
DESENVOLVIMENTO ESPAÇO-TEMPORAL NO
SISTEMA COSTEIRO CANANÉIA-IGUAPE, SÃO PAULO,
BRASIL**

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

**Orientadora:
Prof^a Dr^a. Yara Schaeffer Novelli**

**São Paulo
2005**

Universidade de São Paulo
Instituto Oceanográfico

Ecologia de manguezais: desenvolvimento espaço-temporal no Sistema
Costeiro Cananéia-Iguape, São Paulo, Brasil

Marília Cunha Lignon

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

Aprovada em ____ / ____ / ____

Profa. Dra. Yara Schaeffer Novelli
Orientadora

Profa. Dra. Cláudia Vale Câmara do Vale
Professora Doutora no Departamento de Geociências da Universidade Federal
do Espírito Santo

Prof. Dr. Dimas Dias Brito
Professor Livre Docente no Departamento de Geologia Aplicada do Instituto de
Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho (UNESP) de Rio Claro

Prof. Dr. Valdenir Veronese Furtado
Professor Doutor no Departamento de Oceanografia Física do Instituto
Oceanográfico da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Moysés Tessler
Professor Doutor no Departamento de Oceanografia Física do Instituto
Oceanográfico da Universidade de São Paulo

INDICE

AGRADECIMENTOS.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABELAS.....	XV
RESUMO.....	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
INTRODUÇÃO.....	1
ZONAS ÚIDAS.....	1
ECOLOGIA DA PAISAGEM.....	7
<i>Paisagem na Geografia.....</i>	8
<i>Paisagem na Ecologia.....</i>	8
<i>Paisagem como disciplina integradora.....</i>	9
<i>Ecologia da Paisagem no Brasil.....</i>	11
<i>Teoria da Hierarquia.....</i>	12
FERRAMENTAS.....	13
<i>Cartografia.....</i>	13
<i>Fotografias Aéreas e Fotointerpretação.....</i>	14
<i>Sistema de Informação Geográfica (SIG).....</i>	16
<i>Sensoriamento Remoto.....</i>	19
<i>Testemunhagens em Áreas de Manguezal.....</i>	19
JUSTIFICATIVAS.....	21
OBJETIVOS.....	23
GERAIS.....	23
ESPECÍFICOS.....	23
ÁREA DE ESTUDO.....	24
MATERIAL E MÉTODOS.....	29
NÍVEIS HIERÁRQUICOS.....	29
DINÂMICA DE CRESCIMENTO DOS BOSQUES DE MANGUE – NÍVEL <i>SITE</i>	35
<i>Parcelas Fixas.....</i>	35
<i>Bancos de sedimento e de <i>Spartina alterniflora</i>.....</i>	37
COLETA DE DADOS DE COBERTURA VEGETAL.....	38
MAPEAMENTO DE ÁREAS EM PROGRADAÇÃO.....	39
TESTEMUNHAGENS.....	41
CARACTERIZAÇÃO DO SEDIMENTO.....	42
<i>Salinidade intersticial.....</i>	43
<i>Cor do sedimento.....</i>	43
<i>Análise Granulométrica.....</i>	43
RESULTADOS.....	45
SENSORIAMENTO REMOTO – NÍVEL <i>STAND</i>	45
<i>Trabalho de campo.....</i>	45
<i>Registro.....</i>	45
<i>Composição e Classificação.....</i>	46
DINÂMICA DE CRESCIMENTO DOS BOSQUES DE MANGUE – NÍVEL <i>SITE</i>	53
<i>Parcelas Fixas.....</i>	53
Baguaçu.....	53
Nóbrega.....	62
Sítio Grande.....	71

<i>Bancos de sedimento e de Spartina alterniflora</i>	80
MAPEAMENTO DE ÁREAS EM PROGRADAÇÃO	93
<i>Mar de Cananéia</i>	94
<i>Baía do Trapandê</i>	95
<i>Mar de Cananéia e Baía do Trapandê</i>	95
TESTEMUNHAGENS.....	97
CARACTERIZAÇÃO DO SEDIMENTO	112
<i>Salinidade intersticial</i>	112
<i>Cor do sedimento</i>	115
<i>Granulometria e Matéria Orgânica</i>	117
DISCUSSÕES	125
SENSORIAMENTO REMOTO – NÍVEL <i>STAND</i>	125
DINÂMICA DE CRESCIMENTO DOS BOSQUES DE MANGUE – NÍVEL <i>SITE</i>	126
BANCOS DE SEDIMENTO E DE <i>SPARTINA ALTERNIFLORA</i> – NÍVEL <i>SITE</i>	131
MAPEAMENTO DE ÁREAS EM PROGRADAÇÃO	133
CARACTERIZAÇÃO DO SEDIMENTO	134
SUCESSÃO	138
CONCLUSÕES	142
CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES PARA CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZOS	145
GLOSSÁRIO	147
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	165

AGRADECIMENTOS

Essa tese foi desenvolvida com apoio institucional, instrumental, emocional e espiritual de muitos! Não tenho palavras para agradecer a todos. Passamos momentos alegres, intensos, difíceis, divertidos, importantes... Ao vivo, por MSN, por telefone, celular, Skype, na lama, no laboratório, na biblioteca, em frente ao computador... Deixo aqui algumas das lembranças que estão no meu coração e que foram registradas. Tantas outras foram vividas e ficarão comigo para a vida toda! Muito obrigada!

Aos amigos do IOUSP e do BIOMA, companheiros de horas de lama, baladas, furadas e das mais variadas situações....

Aos homens e às mulheres da minha vida...

Aos amigos do coração espalhados pelo mundo...

As agências de fomento pelo financiamento, ao IOUSP pelo apoio logístico e sobretudo às pessoas que dão vida a essas instituições...

BIOMA

Ao melhor lugar do mundo.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1: Localização dos sítios Ramsar no Brasil. Mapa base obtido no Programa POESIA, Série Recursos Hídricos 2.0 (MMA, 2005). Esquema adaptado de RAMSAR (2005).
- Figura 2: Representação esquemática das etapas de trabalho em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) no hardware, adaptada de Davis (1996).
- Figura 3: Localização do Estado de São Paulo e do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape.
- Figura 4: Pontos de estudo: Baguaçu e Nóbrega, no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape.
- Figura 5: Fotografia aérea de 1981. Ausência do ponto de estudo Baguaçu.
- Figura 6: Fotografia aérea de 1997. Destaque para o ponto de estudo Baguaçu.
- Figura 7: Composição colorida das fotografias aéreas de 1981 e 1997. Destaque para áreas em verde, ao longo da Ilha Comprida e Baguaçu indicando progradação do manguezal.
- Figura 8: Classificação da vegetação dominante na fotografia aérea de 1997.
- Figura 9: Composição colorida das fotografias aéreas de 1981 e 1997 do ponto de estudo Nóbrega. Destaque para área em laranja, indicando progradação do manguezal no período de 1981 a 1997.
- Figura 10: Altura média dos bosques de mangue, nas parcelas fixas de Baguaçu, nos meses de monitoramento e dado de fev/2001 de Cunha-Lignon (2001).
- Figura 11: Diâmetro à altura do peito médio dos bosques de mangue, nas parcelas fixas em Baguaçu, nos meses de monitoramento e dado de fev/2001 de Cunha-Lignon (2001).
- Figura 12: Regressão linear de altura e DAP de *Laguncularia racemosa*, nas parcelas fixas de Baguaçu, nos meses de monitoramento.
- Figura 13: DAP médio e altura média, por classe de DAP da parcela 5, de Baguaçu. A. novembro/2003; B. novembro/2004.
- Figura 14: Regressão linear de altura e DAP de *Avicennia schaueriana*, na parcela 5, de Baguaçu, de novembro/03, maio/04 e novembro/04.

Figura 15: Densidade absoluta dos bosques de mangue, nas parcelas fixas em Baguaçu, nos meses de monitoramento.

Figura 16: Dominância em área basal por espécie dos bosques de mangue nas parcelas fixas de Baguaçu. A. novembro/2002; B. maio/03.

Figura 17: Dominância em área basal por espécie dos bosques de mangue nas parcelas fixas de Baguaçu. A. maio/2003; B. novembro/2003; C. novembro/2004.

Figura 18: Dominância em área basal por espécie dos bosques de mangue no Nóbrega, em janeiro/2001 (Cunha-Lignon, 2001).

Figura 19: Esquemas do desenvolvimento estrutural dos bosques de mangue na área de estudo Baguaçu. **A.** parcelas estudadas por CUNHA-LIGNON (2001); **B.** bosques de mangue monitorados, em novembro/2003; e **C.** bosques de mangue monitorados, em novembro/2004. Esquemas elaborados por Ricardo Menghini e Marília Cunha-Lignon.

Figura 20: Altura média dos bosques de mangue, nas parcelas fixas de Nóbrega, nos meses de monitoramento e dado de fev/2001 de Cunha-Lignon (2001).

Figura 21: Diâmetro à altura do peito médio dos bosques de mangue, nas parcelas fixas no Nóbrega, nos meses de monitoramento e dado de fev/2001 de Cunha-Lignon (2001).

Figura 22: Regressão linear de altura e DAP de *Laguncularia racemosa*, nas parcelas fixas 1 e 1A do Nóbrega, nos meses de monitoramento.

Figura 23: DAP médio e altura média, por classe de DAP da parcela 5, do Nóbrega. A. novembro/2003; B. novembro/2004.

Figura 24: Regressão linear de altura e DAP de *Rhizophora mangle*, na parcela 5 do Nóbrega, nos meses de monitoramento.

Figura 25: Densidade absoluta dos bosques de mangue, nas parcelas fixas no Nóbrega, nos meses de monitoramento e dado de fev/2001 de CUNHA-LIGNON (2001).

Figura 26: Dominância em área basal por espécie dos bosques de mangue nas parcelas fixas do Nóbrega. A. novembro/2002; B. maio/2003.

Figura 27: Dominância em área basal por espécie dos bosques de mangue nas parcelas fixas do Nóbrega. A. novembro/2003; B. maio/2004; C. novembro/2004.

Figura 28: Dominância em área basal por espécie dos bosques de mangue no Nóbrega, em janeiro/2001 (Cunha-Lignon, 2001).

Figura 29: Esquemas do desenvolvimento estrutural dos bosques de mangue na área de estudo Nóbrega. **A.** parcelas estudadas por CUNHA-LIGNON (2001); **B.** bosques de mangue monitorados, em novembro/2003; e **C.** bosques de mangue monitorados, em novembro/2004. Esquemas elaborados por Ricardo Menghini e Marília Cunha-Lignon.

Figura 30: Altura média dos bosques de mangue, nas parcelas fixas do Sítio Grande, nos meses de monitoramento e dado de fev/2001 de Cunha-Lignon (2001).

Figura 31: Diâmetro à altura do peito médio dos bosques de mangue, nas parcelas fixas no Sítio Grande, nos meses de monitoramento e dado de fev/2001 de Cunha-Lignon (2001).

Figura 32: Regressão linear de altura e DAP de *Rhizophora mangle*, nas parcelas fixas do Sítio Grande nos meses de monitoramento.

Figura 33: DAP médio e altura média, por classe de DAP da parcela 4, do Sítio Grande. A. novembro/2003; B. novembro/2004.

Figura 34: Regressão linear de altura e DAP de *Rhizophora mangle*, na parcela 4 do Sítio Grande, nos meses de monitoramento.

Figura 35: Densidade absoluta dos bosques de mangue, nas parcelas fixas no Sítio Grande, nos meses de monitoramento.

Figura 36: Dominância em área basal por espécie dos bosques de mangue nas parcelas fixas do Sítio Grande. A. junho/2003; B. novembro/2003; C. maio/2004.

Figura 37: Dominância em área basal por espécie dos bosques de mangue nas parcelas fixas do Sítio Grande. A. novembro/2004; B. fevereiro/2001 (Cunha-Lignon, 2001).

Figura 38: Esquemas do desenvolvimento estrutural dos bosques de mangue na área de estudo Sítio Grande. **A.** parcelas estudadas por CUNHA-LIGNON (2001); **B.** bosques de mangue monitorados, em

novembro/2003; e **C.** bosques de mangue monitorados, em novembro/2004. Esquemas elaborados por Ricardo Menghini e Marília Cunha-Lignon.

Figura 39: Cobertura vegetal de *Spartina alterniflora*, na área de estudo Baguaçu. A. novembro/2002; B. maio/2003; C. novembro/2003.

Figura 40: Cobertura vegetal de *Spartina alterniflora*, na área de estudo Baguaçu. A. maio/2004 1ª amostragem; B. maio/2004 2ª amostragem; C. novembro/2004.

Figura 41: Densidade absoluta das espécies de mangue nos bancos de *Spartina alterniflora* e de sedimento, na área de estudo Baguaçu. A. novembro/2002; B. maio/2003; C. novembro/2003.

Figura 42: Densidade absoluta das espécies de mangue nos bancos de *Spartina alterniflora* e de sedimento, na área de estudo Baguaçu. A. maio/2004 1ª amostragem; B. maio/2004 2ª amostragem; C. novembro/2004.

Figura 43: Área de estudo Nóbrega. Região de erosão no banco de *Spartina alterniflora*. Foto: Marc Lignon. Novembro/2004.

Figura 44: Cobertura vegetal de *Spartina alterniflora*, na área de estudo Nóbrega. A. novembro/2003; B. maio/2004; C. novembro/2004.

Figura 45: Densidade absoluta das espécies de mangue nos bancos de *Spartina alterniflora* e de sedimento, na área de estudo Nóbrega. A. novembro/2003; B. maio/2004; C. novembro/2004.

Figura 46: Cobertura de *Spartina alterniflora* na área de estudo Sítio Grande. Foto: Marília Cunha Lignon. Novembro/2004.

Figura 47: Cobertura vegetal de *Spartina alterniflora*, na área de estudo Sítio Grande. A. maio/2003; B. novembro/2003; C. maio/2004; D. novembro/2004.

Figura 48: Densidade absoluta das espécies de mangue nos bancos de *Spartina alterniflora* e de sedimento, na área de estudo Sítio Grande. A. maio/2003; B. novembro/2003; C. maio/2004; D. novembro/2004.

Figura 49: Registro fotográfico do banco de *Spartina alterniflora*, sendo colonizado por *Rhizophora mangle* na área de estudo Sítio Grande. Referência em destaque com 1m73. Fotos: Marília Cunha Lignon. A. Junho/2001; B. Dezembro/2003; C. Novembro/2004.

Figura 50: Área navegada (em laranja) no Mar de Cananéia e na Baía do Trapandé, para mapeamento dos bosques de mangue em progradação.

Figura 51: Localização da coleta de testemunhos na área de estudo Baguaçu. BA-SD: Baguaçu - sedimento; BA-SP: Baguaçu - *Spartina*; BA-LG: Baguaçu - *Laguncularia*; e BA-AV: Baguaçu – *Avicennia*.

Figura 52: Legenda das descrições macroscópicas dos testemunhos.

Figura 53: Testemunho da área de estudo Baguaçu, no banco de sedimento (BA-SD). A. Foto-montagem do testemunho coletado. Fotos: Clodoaldo V. Tolentino. Esquema da descrição macroscópica do testemunho.

Figura 54: Testemunho da área de estudo Baguaçu, no banco de *Spartina alterniflora* (BA-SP). Foto-montagem do testemunho coletado. Fotos: Clodoaldo V. Tolentino. Esquema da descrição macroscópica do testemunho.

Figura 55: Testemunho da área de estudo Baguaçu, em bosque dominado por *Laguncularia racemosa* (BA-LG). A. Foto-montagem do testemunho coletado. Fotos: Clodoaldo V. Tolentino. B. Esquema da descrição macroscópica do testemunho.

Figura 56: Testemunho da área de estudo Baguaçu, em bosque dominado por *Avicennia schaueriana* (BA-AV). A. Foto-montagem do testemunho coletado. Fotos: Clodoaldo V. Tolentino. B. Esquema da descrição macroscópica do testemunho.

Figura 57: Suscetibilidade magnética do testemunho coletado no banco de sedimento, da área de estudo Baguaçu.

Figura 58: Suscetibilidade magnética do testemunho coletado no banco de *Spartina alterniflora*, da área de estudo Baguaçu.

Figura 59: Suscetibilidade magnética do testemunho coletado no bosque dominado por *Laguncularia racemosa*, da área de estudo Baguaçu, excluindo-se os primeiros 50mm de profundidade, com valores acima de $4,0 \cdot 10^{-5}$ S.I.

Figura 60: Suscetibilidade magnética do testemunho coletado no bosque dominado por *Avicennia schaueriana*, da área de estudo Baguaçu,

excluindo-se os primeiros 50mm de profundidade, com valores acima de $4,0 \cdot 10^{-5}$ S.I.

Figura 61: Suscetibilidade magnética do testemunho coletado no bosque dominado por *Laguncularia racemosa*, da área de estudo Baguaçu.

Figura 62: Suscetibilidade magnética do testemunho coletado no bosque dominado por *Avicennia schaueriana*, da área de estudo Baguaçu.

Figura 63: Salinidade intersticial nos bosques de mangue, a 10 e 50cm de profundidade, nas três áreas de estudo. A. Baguaçu; B. Nóbrega; e C. Sítio Grande.

Figura 64: Lama, areia e matéria orgânica (M.O.) a 10cm de profundidade, na área de estudo Baguaçu.

Figura 65: Lama, areia e matéria orgânica (M.O.) a 50cm de profundidade, na área de estudo Baguaçu.

Figura 66: Fracionamento granulométrico, a 10cm de profundidade, na área de estudo Baguaçu.

Figura 67: Fracionamento granulométrico, a 50cm de profundidade, na área de estudo Baguaçu.

Figura 68: Lama, areia e matéria orgânica (M.O.) a 10cm de profundidade, na área de estudo Nóbrega.

Figura 69: Lama, areia e matéria orgânica (M.O.) a 50cm de profundidade, na área de estudo Nóbrega.

Figura 70: Fracionamento granulométrico, a 10cm de profundidade, na área de estudo Nóbrega.

Figura 71: Fracionamento granulométrico, a 50cm de profundidade, na área de estudo Nóbrega.

Figura 72: Lama, areia e matéria orgânica (M.O.) a 10cm de profundidade, na área de estudo Sítio Grande.

Figura 73: Lama, areia e matéria orgânica (M.O.) a 10cm de profundidade, na área de estudo Sítio Grande.

Figura 74: Fracionamento granulométrico, a 10cm de profundidade, na área de estudo Sítio Grande.

Figura 75: Fracionamento granulométrico, a 50cm de profundidade, na área de estudo Sítio Grande.

Figura 76: Esquema elaborado por GERLACH (1958). Zonação de bosques de mangue duas faces diferentes de uma gamboa. Face A de deposição, com banco de sedimento, *Spartina* e *Laguncularia racemosa*; e Face B de erosão, onde domina *Rhizophora mangle* com maior desenvolvimento estrutural, na franja.

Figura 77: Esquema de bosque de mangue com estágio de progradação; adaptado de DIAS-BRITO & ZANINETTI (1979).

Figura 78: Dominância em área basal, por espécie, nas parcelas da área de estudo Baguaçu, em fevereiro de 2001 (CUNHA-LIGNON, 2001).

Figura 79: Dominância em área basal, por espécie, nas parcelas da área de estudo Sítio Grande, em janeiro de 2001 (CUNHA-LIGNON, 2001).

Figura 80: Esquema do modelo sucessional dos bosques de mangue nas áreas de estudo Baguaçu, Nóbrega e Sítio Grande, adaptado do modelo facilitador, proposto por CONNEL & SLATYER (1977).

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I: Níveis de organização hierárquica e suas escalas espaciais.

Adaptada de SCHAEFFER-NOVELLI *et al.* (2005).

Tabela II: Características das fotografias aéreas utilizadas.

Tabela III: Período de coleta de dados estruturais nas áreas de estudo.

Tabela IV: Parcelas fixas delimitadas nas áreas de estudo, para monitoramento do crescimento dos bosques de mangue.

Tabela V: Período de coleta de dados da cobertura vegetal, nos bancos de sedimento e de *Spartina alterniflora*, nas três áreas de estudo.

Tabela VI: Dados do registro das fotografias aéreas.

Tabela VII: Altura média e desvio padrão por classes de DAP da parcela 5, do Baguaçu.

Tabela VIII: Altura média e desvio padrão por classes de DAP da parcela 5, do Nóbrega.

Tabela IX: Altura média e desvio padrão por classes de DAP da parcela 4, do Sítio Grande.

Tabela X: Localização dos pontos de coleta de testemunhos em Baguaçu.

Tabela XI: Salinidades intersticiais a 10 e 50cm de profundidade, média e desvio padrão, em três sub-amostras de cada parcela, na área de estudo Baguaçu.

Tabela XII: Salinidades intersticiais a 10 e 50cm de profundidade, média e desvio padrão, em três sub-amostras de cada parcela, na área de estudo Nóbrega.

Tabela XIII: Salinidades intersticiais a 10 e 50cm de profundidade, média e desvio padrão, em três sub-amostras de cada parcela, na área de estudo Sítio Grande.

Tabela XIV: Cor do sedimento nas três sub-amostras, a 10 e 50cm de profundidade, no Baguaçu.

Tabela XV: Cor do sedimento nas três sub-amostras, a 10 e 50cm de profundidade, no Nóbrega.

Tabela XVI: Cor do sedimento nas três sub-amostras, a 10 e 50cm de profundidade, no Sítio Grande.

Tabela XVII: Símbolos da Tabela de Munsell e cores correspondentes.

RESUMO

Ecologia de manguezais: desenvolvimento espaço-temporal no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, São Paulo, Brasil

Marília Cunha Lignon

Manguezais desenvolvem-se de formas distintas, em função dos cenários ambiental e geomorfológico. O desenvolvimento espaço-temporal de bosques de mangue, no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, foi estudado no contexto da ecologia da paisagem. Manguezais foram analisados nos níveis hierárquicos *Stand* (unidade de paisagem) e *Site* (bosque ou parcela). No nível *Stand*, o tratamento de fotografias aéreas com uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG), indicou variação espacial distinta, em duas áreas de estudo do Mar de Cananéia, no mesmo intervalo temporal, 16 anos (1981 – 1997). No nível *Site*, bosques de mangue adjacentes ao Mar de Cananéia e à Baía do Trapandé foram monitorados durante 2 anos (2002 – 2004), em parcelas fixas, fornecendo informações sobre o desenvolvimento destes. Bancos de sedimento emersos são, primeiramente, colonizados pela gramínea *Spartina alterniflora*, espécie pioneira e determinante no estabelecimento de propágulos. Os bosques de mangue, estudados no Mar de Cananéia, nas fases inicial e jovem são dominados por *Laguncularia racemosa*, em áreas em progradação, como proposto na literatura. Na área de estudo da Baía do Trapandé, a espécie dominante é *Rhizophora mangle*. Bosques maduros são dominados pelas espécies *R. mangle* ou *Avicennia schauerianna*, em função das características das áreas de estudo. Padrões de sucessão dos bosques de mangue estudados seguem modelo proposto na literatura.

Palavras-chave: manguezal, ecologia da paisagem, escalas espaço-temporais, monitoramento, SIG, zonação, sucessão.

ABSTRACT

Mangrove Ecology: spatial and temporal development at Cananéia-Iguape Coastal System, São Paulo, Brazil

Marília Cunha Lignon

Mangrove forests get developed in distinct patterns, depending on geomorphological and environmental scenarios. Its spatial and temporal development was studied in a landscape ecology context, at the Cananéia-Iguape Coastal System. Stand and Site hierarchical levels had been used to analyze mangrove forests. At Stand level, aerial photography processing along with Geographical Information System (GIS) showed distinct spatial variations during the same 16 years period (1981-1997) in the two case areas: Mar de Cananéia and Baia de Trapandé. At Site level, mangrove forests surrounding Mar de Cananéia and Baia de Trapandé had been monitored during 2 years (2002-2004) using fixed plots, providing information on its development. Gramineous *Spartina alterniflora*, pioneer species and determinative for propagule establishment, colonize at first emerged sandbanks. Studied mangrove forests surrounding Mar de Cananéia are, during initial and youth phases, dominated by *Laguncularia racemosa*, in deposition areas, as suggested in bibliography. At Baia de Trapandé surround, the dominant species was *Rhizophora mangle*. Mature forests are dominated by *R. mangle* or *Avicennia schauerianna*, depending on area's characteristics. Studied mangrove forests follow model of succession seen in bibliography.

Keywords: mangrove, spatial and temporal scales, monitoring, SIG, zonation, succession, landscape ecology.

INTRODUÇÃO

Zonas Úmidas

Zonas úmidas são extensões de marismas, pântanos e turfeiras, superfícies cobertas de água, sob regime temporário ou permanente, naturais ou artificiais, águas estancadas ou correntes, doces, salobras ou salgadas, incluídas extensões de água marinha cuja profundidade na maré baixa não excede 6m (RAMSAR CONVENTION, 1971).

As zonas úmidas são essenciais para a saúde e bem-estar das comunidades que vivem nessas áreas ou nas proximidades, apresentando-se como as áreas mais produtivas no mundo (DUGAN, 1992).

Funções das zonas úmidas:

- armazenamento de água;
- proteção contra tempestades e controle de inundações;
- estabilização da linha de costa e controle de erosão;
- recarga e descarga de aquíferos;
- purificação da água;
- retenção de nutrientes;
- retenção de sedimentos;
- retenção de contaminantes;
- estabilização das condições climáticas locais.

Valores das zonas úmidas:

- reservatório de água (populações humanas, fauna e flora);
- pesca (populações tradicionais);
- agricultura;
- pastagem;
- recursos como flora e fauna;
- transporte;
- recreação e turismo;
- educação e pesquisa.

Atributos das zonas úmidas

- diversidade biológica (mamíferos, aves, répteis, anfíbios, peixes e invertebrados e espécies vegetais);
- patrimônio cultural (paisagens; fauna e flora; e tradições locais).

Conservando as funções, os valores e os atributos das zonas úmidas, mantém-se os processos ecológicos (DUGAN, 1992).

As zonas úmidas podem ser classificadas em água salgada, água doce e artificiais, considerando-se as seguintes sub-divisões (DUGAN, *op. cit.*):

1. água salgada

- 1.1. marinha - costões rochosos e recifes de corais;
- 1.2. estuarina - estuários, marismas e manguezais;
- 1.3. lagunar – lagunas costeiras;
- 1.4. lago salgado.

2. água doce

- 2.1. ribeirão - rios e arroios;
- 2.2. lacustre - lagos;
- 2.3. palustre - pântanos, alagados, lodaçais e várzeas.

3. artificiais

- 3.1. agricultura – terras irrigadas, incluindo arrozais;
- 3.2. exploração de sal – salinas;
- 3.3. represas e reservatórios de água.

A “convenção das zonas úmidas de importância internacional especialmente como habitat de aves aquáticas”, referida como “Convenção das Zonas Úmidas” ou “Convenção de Ramsar”, foi firmada na cidade de Ramsar, (Irã), aos 2 de fevereiro de 1971. É o primeiro dos tratados modernos, de caráter intergovernamental, sobre conservação e uso racional de recursos naturais.

A missão da Convenção Ramsar é fomentar o desenvolvimento sustentável, mediante a conservação e o uso racional das zonas úmidas, graças a medidas nacionais e à cooperação internacional (RAMSAR CONVENTION, 2002).

As escolhas dos sítios Ramsar fundamentam-se em critérios gerais e/ou específicos, em termos ecológicos, botânicos, zoológicos, imunológicos ou hidrológicos, dando-se prioridade àquelas áreas que sejam relevantes, em qualquer época do ano, para aves aquáticas, migratórias ou não.

Benefícios a um país com sítios Ramsar:

- País atento às suas zonas úmidas conservadas;
- Sítios de importância internacional;
- Auxílio internacional para proteger áreas;
- Planificação e estratégias com países signatários;
- Articular com outras convenções internacionais: Biodiversidade, Mudanças Climáticas, Oceanos, Desertificação etc.

Sítios Ramsar no Brasil:

O Brasil aprovou o texto da Convenção de Ramsar apenas aos 24 de fevereiro de 1993. Inicialmente, foram incluídas cinco zonas na Lista de Zonas Úmidas de Importância Internacional. Atualmente são oito sítios, compreendendo área de 6.434.086 ha (Figura 1):

- Reserva do Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (AM);
- Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense (MA);
- Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses (MA);
- Parque Estadual Marinho do Parcel Manuel Luiz (MA);
- Parque Nacional do Araguaia (TO);
- Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense (MT);
- Reserva Particular do Patrimônio Natural do SESC Pantanal (MT);
- Parque Nacional da Lagoa do Peixe (RS).

A perda de zonas úmidas deve-se ao desconhecimento do verdadeiro valor dos recursos em questão. Por muitos anos, as zonas úmidas foram consideradas como áreas improdutivas e insalubres.

Atividades de recreação, turismo, pesca, educação e pesquisa em zonas úmidas são possíveis de serem desenvolvidas e compatibilizadas com a conservação e não requerem grandes manejos nos sistemas. Se não forem minimamente planejadas, estas atividades poderão ocasionar importantes alterações locais (CINTRÓN, 1987).

Figura 1: Localização dos sítios Ramsar no Brasil. Figura base obtido no Programa POESIA, Série Recursos Hídricos 2.0 (MMA, 2005). Esquema adaptado de RAMSAR (2005).

É necessário melhorar, tanto em quantidade como em qualidade, as informações sobre zonas úmidas e seus valores. É fundamental que todos os níveis da sociedade (público em geral, comunidades locais, ONGs e governo) compreendam os valores das zonas úmidas (DUGAN, 1992).

Em muitos casos, os tomadores de decisão modificam as zonas úmidas devido à falta de entendimento adequado de seus valores. É necessário demonstrar que as zonas úmidas proporcionam, sem custo algum, serviços que de outra forma a população teria de pagar por meio de impostos.

A sustentabilidade da pesca, ecoturismo, acesso igualitário aos recursos, redução dos conflitos sociais, manutenção das funções dos ecossistemas e dos valores culturais e espirituais geram benefícios, a médio e longo prazo, à conservação de zonas úmidas costeiras (RAMSAR CONVENTION BUREAU, 2000a).

O apoio local é um pré-requisito para o êxito de atividades de conservação de zonas úmidas. Programas de educação junto à comunidade devem ser realizados a longo prazo (RAMSAR CONVENTION, 2000b).

Os manguezais são usualmente considerados entre as zonas úmidas mais importantes do planeta. São ecossistemas característicos das zonas estuarinas tropicais e subtropicais. As espécies vegetais (mangues) apresentam uma série de adaptações morfológicas, fisiológicas e reprodutivas comuns, que as permitem desenvolver-se em ambientes instáveis e estressantes. Sob condições ambientais apropriadas, os mangues podem formar bosques extensos e produtivos, sendo utilizados, há milhares de anos, por populações humanas costeiras, como um importante recurso econômico (DUGAN, *op. cit.*).

O melhor uso para qualquer manguezal é continuar como área protegida, mantendo valores culturais, estéticos, paisagísticos, recreacionais, educacionais, estabilização da linha de costa, proteção da vida e dos recursos pesqueiros (MACIEL, 1987).

Criado em 1999, o Programa de Comunicação, Educação e Conscientização Pública da Convenção Ramsar (Programme on Communication, Education and Public Awareness) tem como meta a ação da população em favor do uso racional das zonas úmidas (RAMSAR CONVENTION, 1999).

Desde os anos 80, o BIOMA (Bioecologia de Manguezais), localizado no Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo e coordenado pela Profa. Dra. Yara Schaeffer Novelli, vem estudando e acumulando informações sobre diversos aspectos do ecossistema manguezal: tipos fisiográficos, estrutura e funcionamento, valoração econômica, conservação, turismo, entre outros. Desde 1999, o BIOMA desempenha atividades como centro de ensino e informação sobre zonas úmidas costeiras tropicais, com ênfase no ecossistema manguezal, atuando na capacitação de monitores direcionada para o mercado turístico e na transferência de informação junto às agências de turismo e professores da rede de ensino do litoral sul do Estado de São Paulo (Sistema Costeiro Cananéia-Iguape). Informações sobre turismo, conservação e zonas úmidas, com ênfase no ecossistema manguezal estão sendo transferidas aos monitores ambientais por meio de cursos de capacitação. Também foram adotadas palestras em escolas da rede pública local. Cartazes demonstrando a caracterização da atividade turística regional e a problemática ambiental gerada pelo turismo de massa, foram confeccionados e distribuídos em pontos estratégicos de abordagem ao turista (museu e centro de informação dos monitores ambientais) (CUNHA-LIGNON *et al.*, 2003).

Textos com linguagem simplificada e adequada para o público em geral têm sido elaborados pelo BIOMA e divulgados em meios de comunicação digital (CARVALHO, 2002; CUNHA-LIGNON, 2002; ALMEIDA, 2003; CUNHA-LIGNON, 2003; SCHAEFFER-NOVELLI, 2003; POZZI NETO, 2004).

Ecologia da Paisagem

Os significados modernos da palavra paisagem datam do fim do século XVI e início do XVII, quando a influência dos pintores alemães encorajaram uma recuperação e redefinição do termo paisagem para referir-se a representações do cenário. A concepção popular de paisagem ficou sendo uma porção de terra ou território que o olho pode apreender em um golpe de vista; ou área ou cenário como vista por um observador humano (MIKESELL, 1972). Na 2ª metade do século XVIII, a literatura e sobretudo a pintura faziam referência à paisagem. Atualmente, paisagem é definida como “um espaço de terreno que se abrange num lance de vista” (FERREIRA, 2005).

A palavra “paisagem” possui conotações diversas em função do contexto e da pessoa que a usa. Pintores, geógrafos, geólogos, arquitetos, ecólogos, todos têm uma interpretação própria do que é paisagem. Em todos os casos, há sempre uma noção de amplitude, de distanciamento, pois a paisagem é o que se vê de longe.

No âmbito científico, a primeira pessoa a introduzir o termo “paisagem” foi o geo-botânico, Alexander von Humboldt, no século XIX, no sentido de “característica total de uma região terrestre”. Em 1939, o termo “ecologia de paisagens” foi pela primeira vez empregado pelo biogeógrafo alemão Carl Troll, apenas quatro anos após TANSLEY (1935) ter introduzido o conceito de “ecossistema”. O ponto de partida da ecologia de paisagens é muito semelhante ao da ecologia de ecossistemas: a observação das inter-relações da biota (incluindo o homem) com o seu ambiente, formando um todo. Tansley ao definir ecossistema, deixa claro que se trata de um sistema, onde há interdependência de seus componentes, existência de um ciclo de matéria e de mecanismos de auto-regulação. Para TROLL (1971) a noção básica de paisagem é a espacialidade, a heterogeneidade do espaço onde o homem habita.

O ecólogo da paisagem estuda a heterogeneidade espacial (relações horizontais), contrastando com a visão do ecólogo de ecossistema que busca

entender as interações de uma comunidade com o sistema abiótico (relações verticais) em um ambiente relativamente homogêneo.

A Associação Internacional de Ecologia da Paisagem (IALE), criada nos anos 80, tem como objetivos básicos desenvolver a Ecologia da Paisagem como base para a análise, planificação e gestão das paisagens do mundo. Segundo IALE (1998), a Ecologia da Paisagem é o estudo da variação espacial das paisagens em diversas escalas, incluindo causas e conseqüências biológicas, físicas e sociais.

Paisagem na Geografia

Surgiu a partir dos trabalhos de Carl Troll e outros pesquisadores, essencialmente geógrafos, da Europa Oriental e da Alemanha, no final da década de 1930. Essa abordagem teve forte influência da geografia humana, da fitossociologia e da biogeografia, e de disciplinas da geografia e da arquitetura, relacionadas com o planejamento ambiental.

Três pontos caracterizam essa abordagem: o planejamento da ocupação territorial; a paisagem modificada pelo homem (paisagens culturais de TRICARD, 1979); análise de amplas áreas espaciais. A paisagem é definida por TROLL (1971) como a “entidade visual e espacial total do espaço vivido pelo homem”.

Paisagem na Ecologia

Essa abordagem se deu na década de 1980, influenciada particularmente por biogeógrafos e ecólogos americanos que procuravam adaptar a teoria de biogeografia de ilhas para o planejamento de reservas naturais em ambientes continentais. Influenciada pela ecologia de ecossistemas, pela modelagem e análise espacial, seu desenvolvimento beneficiou-se muito do advento das imagens de satélite (nos anos 1970-1980), e das facilidades de tratamento de

imagens e de análises geo-estatísticas propiciadas pela popularização dos computadores pessoais.

Essa abordagem dá maior ênfase às paisagens naturais ou a unidades naturais da paisagem, à aplicação de conceitos da ecologia de paisagens para a conservação da diversidade biológica e ao manejo de recursos naturais, não enfatizando, obrigatoriamente, macro-escalas. A escala espaço-temporal de análise dependerá do objeto de estudo.

Em função do autor, o termo paisagem pode ser definido como:

- “uma área heterogênea composta por conjuntos interativos de ecossistemas (FORMAN & GORDON, 1986);
- “um mosaico de relevos, tipos de vegetação, formas de ocupação (URBAN *et al.*, 1987); ou como
- “uma área espacialmente heterogênea” (TURNER, 1989).

A ecologia de paisagens é entendida como:

- estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos (FORMAN & GODRON, 1986);
- uma área de conhecimento que dá ênfase às escalas espaciais amplas e aos efeitos ecológicos (TURNER, 1989);
- uma forma de considerar a heterogeneidade ambiental em termos espacialmente explícitos (WIENS *et al.*, 1993); ou como
- uma ciência interdisciplinar que lida com as interações entre a sociedade humana e seu espaço de vida, natural e construído (NAVEH & LIEBERMAN, 1994).

Paisagem como disciplina integradora

Estas abordagens apresentam conceitos e definições distintas, e por vezes, conflitantes. METZGER (2001) propõe uma definição integradora de paisagem, sendo “um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente com relação a pelo menos um fator, segundo um

observador, e em uma determinada escala de observação”. O “mosaico heterogêneo” é essencialmente visto pelos olhos do homem, na abordagem geográfica, e pelo olhar das espécies ou comunidades estudadas na abordagem ecológica.

As definições muitas vezes associam paisagem como uma escala de análise mais global e a um nível hierárquico logo acima de ecossistemas, dando um sentido mais restrito do que o proposto por METZGER (*op. cit.*). As unidades de paisagem não são obrigatoriamente “ecossistemas”. As unidades são, em geral, unidades de uso/ocupação e cobertura do território, na abordagem geográfica, e habitats, na abordagem ecológica. Nenhuma dessas unidades se caracteriza por ter as propriedades de sistemas. A ecologia de paisagens pode ser entendida como uma ecologia de interações espaciais entre as unidades da paisagem (METZGER, *op. cit.*).

Segundo METZGER (*op. cit.*), a paisagem não é obrigatoriamente um amplo espaço geográfico ou um novo nível hierárquico de estudo em ecologia, logo acima do nível hierárquico de ecossistemas, pois a escala e o nível biológico de análise dependem do observador e do objeto de estudo.

O reconhecimento da homogeneidade ou heterogeneidade de um objeto está diretamente 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.

Tanto na geografia quanto na ecologia, o conceito de paisagem encontra-se associado à espacialidade, à heterogeneidade e às interrelações entre processos naturais e socioculturais em diferentes níveis, dependendo da abordagem. A abordagem ecológica enfoca a espacialidade, a heterogeneidade e as inter-relações entre os processos naturais podendo incluir o homem (cultura) ou não. O conceito de paisagem pode ser definido como o recorte do espaço heterogêneo onde ocorrem as interrelações entre processos naturais e socio-culturais.

Segundo METZGER *et al.* (2004), a ecologia da paisagem apresenta-se como disciplina integradora de abordagens social, biológica e física, em escalas compatíveis com o manejo de territórios, apresentando grande potencialidade para o planejamento de um desenvolvimento sustentável.

A compreensão dos componentes dos sistemas naturais e as relações em diferentes escalas é essencial. A ecologia da paisagem é uma excelente ferramenta para promover a conservação ambiental juntamente com a expansão econômica (METZGER & PIVELLO, 2000). O desenvolvimento da ecologia da paisagem tem crescido, desde os anos 90, em função dos problemas sociais em escala global (BRANDT, 2000).

Ecologia da Paisagem no Brasil

No Brasil, o início da Ecologia da Paisagem data dos anos 60, quando um grupo de biogeógrafos europeus iniciou a interpretação da paisagem do país. Primeiramente, foram consideradas a abordagem fisiográfica e biológica e o aspecto social foi incluído, posteriormente. Nos anos 80, a ecologia da paisagem ganha força com o auxílio da análise espacial e novas tecnologia computacionais (METZGER & PIVELLO, 2000).

Análises na escala da paisagem vêm-se difundindo recentemente no Brasil, tanto em centros de pesquisa quanto em projetos aplicados de ordenamento territorial ou de estudo de impacto ambiental (METZGER *et al.*, 2004). Aqueles autores concluíram que compreensão e aplicação de conceitos de ecologia da paisagem no desenvolvimento sustentável, necessitam de pesquisas de longo prazo desenvolvidas ao nível de bacias hidrográficas, com a participação da população local.

ROPERO *et al.* (2001) desenvolveram cartilha educativa com linguagem acessível para alunos de 5^a a 8^a séries com enfoque de ecologia da paisagem para a região de Cotia (SP). A cartilha foi criada a partir de pesquisas realizadas na região de Caucaia (SP), em parceria da Secretaria de Educação,

Cultura e Turismo com a Prefeitura do Município de Cotia, a fim de estimular a conservação da biodiversidade local.

A partir de 1986, as preocupações com a sustentabilidade começam a se refletir nas tomadas de decisão no Brasil. Análises na escala da paisagem vêm se difundindo recentemente no Brasil, tanto em centros de pesquisa quanto em projetos aplicados de ordenamento territorial ou de estudo de impacto ambiental (METZGER *et al.*, 2004).

Em pesquisa realizada por METZGER & PIVELLO (2000), foram levantados 34 laboratórios que desenvolvem trabalhos com enfoque em Ecologia da Paisagem, distribuídos em vinte universidades, quatro instituições de pesquisa e uma organização não governamental. Em relação à distribuição geográfica desses laboratórios de pesquisa, 60% estão no Sudeste (35% no Estado de São Paulo), 21% no Sul, 12% no Centro-Oeste e 7% no Norte e Nordeste. De acordo com o levantamento, floresta atlântica é o ecossistema mais estudado (50%), enquanto que a zona costeira juntamente com a floresta amazônica, cerrado, e áreas urbanas e agrícolas foram citados numa margem de 10 a 20% dos laboratórios de pesquisa que trabalham com Ecologia da Paisagem no país. Muitos estudos foram baseados em sensoriamento remoto e SIG, utilizando principalmente imagens do satélite Landsat e fotografias aéreas.

Teoria da Hierarquia

FORMAN (1995) limita a extensão da paisagem em quilômetros que incluem ecossistemas e usos da terra locais, usando manchas de vegetação como unidade de paisagem. No entanto, o conceito de paisagem independe da escala de análise, sendo esse recorte uma forma de operacionalizar o estudo.

A Teoria da Hierarquia foi desenvolvida a partir da Teoria Geral dos Sistemas, proposta por VON BERTALANFFY (1969), para analisar sistemas complexos e multiescalares (O'NEILL, 1988). Segundo FORMAN (1995), essa teoria pode

ser simplificada como um sistema de elementos ou unidades funcionais discretos ligados em duas ou mais escalas de operação.

BAILEY (1987) sugere três níveis de escala: macro (regional: 1:3.000.000), meso (paisagem: 1:1.000.000 a 1:250.000) e micro (local: 1:10.000 a 1:8.000). Na macro-escala os ecossistemas são controlados pela latitude, distância do mar (continentalidade ou influências oceânicas) ou altitude. Na meso-escala, os modelos são respostas à geologia e à topografia. As diferenças locais são controladas pelo micro-clima e condições do solo, especialmente umidade (BAILEY, *op. cit.*).

HOLLING (2001) apresenta exemplo de escalas espaço-temporais e níveis hierárquicos em uma zona úmida nos EUA (Everglades). Segundo aquele autor, cada nível hierárquico está sob ação de algum fenômeno climático: tempestades (poucos quilômetros), frentes frias (10-100km) ou El Niño (1000km).

METZGER & MULLER (1996) utilizaram série temporal de imagens de satélite Landsat e técnicas de sensoriamento remoto para caracterizar paisagens naturais e de uso humano.

Ferramentas

Cartografia

Cartografia é um conjunto de operações científicas, artísticas e técnicas produzidas a partir de resultados de observações diretas ou de explorações de documentação, tendo em vista elaboração de cartas, plantas e outros tipos de apresentação e, também, sua utilização (Recomendação ICA/ Amsterdam/ Holanda, 1966 *apud* LAZZAROTTO, 2004).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), cartografia é a arte de levantamento, construção e edição de mapas e cartas de qualquer natureza (LAZZAROTTO, *op. cit.*).

Conhecer e representar a Terra foram os primeiros objetivos da cartografia (JOLY, 1990). O conceito moderno de cartografia considera organização, apresentação, comunicação e utilização da geoinformação nas formas visual, digital ou tátil, que inclui todos os processos de preparação de dados, no emprego e estudo de todo e qualquer tipo de mapa (Recomendação ICA/ Budapeste/ Hungria, 1989 *apud* LAZZAROTTO, *op. cit.*).

A forte relação entre Cartografia e Geoprocessamento é o espaço geográfico. A Cartografia representa um modelo de representação de dados para os processos que ocorrem no espaço geográfico. Enquanto que o Geoprocessamento utiliza técnicas matemáticas e computacionais, fornecidas pelos sistemas de informação geográfica para tratar os processos que ocorrem no espaço geográfico (D'ALGE, 2004).

Generalização cartográfica é um processo dependente da escala incluindo seleção, simplificação e síntese dos objetos que devem compor o mapa. A complexidade deve diminuir com a escala do mapa, enquanto que a generalização tem como objetivo a redução da complexidade, levando-se em conta a exatidão de posicionamento e os atributos dos dados.

Esquemas apresentados por GERLACH (1958), em seu estudo ecossistêmico sobre os manguezais do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, são importantes registros da dinâmica estuarina. Aqueles esquemas refletem detalhe de trecho de uma gamboa (canal de maré), como dos canais lagunares. O Mar de Cananéia (denominado pelo autor de Mar Pequeno) e suas faces de deposição e erosão são esquematizados.

Fotografias Aéreas e Fotointerpretação

A primeira fotografia aérea foi tomada sobre a cidade de Paris, no século XIX, pelo fotógrafo francês Felix Nadar (De Turnachon), a bordo de um balão. Durante as 1ª e 2ª Grandes Guerras, as fotografias aéreas, obtidas de aviões,

foram utilizadas para fins bélicos. Nos anos 20 e 30, diversos trabalhos foram elaborados aplicando-se a aerofotogrametria à diversas áreas de conhecimento. Entretanto, os princípios da estereoscopia já eram utilizados, desde o século XIX, com pares de fotografias horizontais para fins de lazer (ANDERSON, 1981).

O tipo, a escala e a qualidade das fotografias aéreas determinam a visibilidade dos objetos (ANDERSON, *op. cit.*). As características dos elementos de reconhecimento na foto-imagem auxilia na identificação dos objetos no terreno. Mas somente o trabalho de campo permite uma correta interpretação. Os principais elementos de reconhecimento de uma fotografia aérea são: tonalidade, forma, padrão, densidade, declividade, textura, tamanho, sombra, posição e adjacências.

As fotografias aéreas podem ser classificadas segundo o plano de inclinação do eixo da câmara em relação ao terreno, sendo consideradas verticais, oblíquas e horizontais. As horizontais são obtidas no terreno, com câmaras portáteis. As oblíquas (inclinadas) representam importante fonte de informação para estudos ambientais e podem ser georreferenciadas durante o sobrevôo (SAYRE *et al.*, 2000).

As verticais são tomadas por câmara aérea, cujo eixo é perpendicular ao solo, atingindo 3 graus de inclinação, não chegando a interferir na exatidão das respectivas medidas e interpretações.

As fotografias aéreas verticais apresentam vantagens, como:

- proporcionar um campo de visão mais elevado;
- apresentar melhor resolução do que a do olho humano;
- exibir mais detalhes do que os objetos representados em um mapa, que generaliza informações;
- serem permanentes, possibilitando trabalhos em seqüência temporal de uma mesma área;
- apresentar dimensões geométricas fiéis para mapeamentos e medições;

- disponibilizar informações de regiões de difícil acesso, por condições físico-geográfica, política e financeira;
- permitir reconhecimento de regiões em menor espaço de tempo;
- possuir uma série de aplicações em áreas de conhecimento distintas.

As fotografias aéreas são obtidas por sistema de sensores passivos, detectando a radiação solar refletida ou emitida pelos objetos da superfície que dependem de uma fonte de radiação externa (NOVO, 1992).

Fotografias aéreas constituem importante fonte de dados espaciais em ampla escala temporal, possibilitando comparação e monitoramento de bosques de mangue (DAHDOUH-GUEBAS *et al.*, 2000).

O conjunto de tecnologias digitais, que inclui sistema de informação geográfica (SIG), sensoriamento remoto e sistema de posicionamento (GPS), permite a caracterização geográfica da biodiversidade e dos ecossistemas que constituem a paisagem. Essas tecnologias originaram-se a partir de técnicas tradicionais de cartografia e de fotointerpretação (SAYRE *et al.*, 2000).

Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Em relação às escalas, SIGs combinam e analisam *layers* (camadas justapostas) derivados de diferentes fontes (mapas, cartas, imagens, fotografias aéreas) e, conseqüentemente, de diferentes escalas (SAYRE *et al.*, *op. cit.*).

SIG (Sistema de Informação Geográfica) ou GIS (Geographic Information System) é uma ferramenta computacional do Geoprocessamento, disciplina que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica. O SIG permite armazenar e integrar informações geográficas de diferentes fontes e escalas. As informações no SIG devem ser georeferenciadas, ou seja, com localização geográfica definida por meio de coordenadas geográficas ou UTM (FLORENZANO, 2002).

SIG é um sistema que envolve programas, equipamentos de informática, dados e recursos humanos capacitados capaz de manipular, analisar e apresentar informações georeferenciadas (associadas a uma localização espacial) (GIS, 2004).

Um SIG tem como principais características inserir e integrar informações espaciais, em uma única base de dados, a partir de base cartográfica, dados de campo e imagens de satélite, possibilitando a combinação dessas informações para consulta, visualização e impressão do conteúdo.

Os componentes de um SIG são interface com o usuário; entrada e integração de dados; funções consulta e análise espacial; visualização e plotagem; e armazenamento e recuperação de dados (banco de dados geográficos).

Os componentes se relacionam de forma hierárquica (Figura 2):

- A. nível externo: interface usuário-máquina (etapas 1 a 3);
- B. nível intermediário: processamento de dados espaciais (etapas 4, 5, 6 e 8);
e
- C. nível interno: sistema de gerência de banco de dados geográficos (etapa 7).

Figura 2: Representação esquemática das etapas de trabalho em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), adaptada de Davis (1996).

Sensoriamento Remoto

Imagens de satélite ou fotografias aéreas possuem originalmente distorções introduzidas pela própria aquisição. A correção geométrica remove os erros sistemáticos, como também para possibilitar estudos multi-temporais. Nesse caso, a correção geométrica permite a sobreposição de duas imagens de datas diferentes e a integração com mapas e informações diversas (D'ALGE, 2004).

O processo de correção geométrica compreende as seguintes etapas:

- transformação geométrica (mapeamento direto) – estabelece relação entre coordenadas da imagem (linhas e colunas) e coordenadas geográficas (latitude e longitude), quando se eliminam distorções e se define o espaço a ser ocupado pela imagem corrigida;
- mapeamento inverso – definição dos níveis de cinza que comporão a imagem corrigida;
- reamostragem – interpolação sobre os níveis de cinza da imagem original.

Testemunhagens em Áreas de Manguezal

Segundo SUGUIO (1992), testemunhos de sondagem são amostras de sedimento de forma cilíndrica obtidas perpendicularmente à estratificação, e prestam-se ao estudo das composições química, das características texturais e de estruturas sedimentares.

No Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, TELES (1997) realizou sete testemunhagens rasas no Mar Pequeno e no Valo Grande, a fim de determinar a influência da abertura e do fechamento do Canal do Valo Grande na dinâmica sedimentar quaternária da porção nordeste do sistema costeiro.

Ainda neste sistema, SAITO (2002) realizou quatro testemunhagens nos mares de Iguape e de Cananéia, na Ponta do Arrozal e na região da desembocadura do Rio Carapara. Aquele autor propôs modelo de sedimentação recente e monitorou os níveis de radionuclídeos naturais e artificiais no sistema. Segundo

aquele autor, a taxa de sedimentação na região do Valo Grande é três vezes maior do que a da Ponta do Arrozal e cinco vezes maior do que na Ponta do Frade (Mar de Cananéia).

RODRIGUES *et al.* (2002) apresentaram a reconstrução paleo-ambiental holocênica da região adjacente à Ponta do Arrozal (confluência com Mar de Cananéia com a Baía do Trapandé), a partir de nove testemunhagens de sondagem.

No Rio de Janeiro, PEREIRA (1998) descreveu, por meio de testemunhagens, o desenvolvimento da planície costeira e colonização de bosques de mangue na área de Guaratiba, em três fases: enseada, laguna e manguezal.

JUSTIFICATIVAS

Segundo SCHAEFFER-NOVELLI *et al.* (2004), a aplicação da visão hierárquica exige perspectiva multidimensional, a fim de subsidiar o desenvolvimento de medidas de conservação de zonas úmidas costeiras tropicais.

VALE (2004) utilizou a concepção sistêmica a fim de descrever diferentes tipologias de desembocaduras colonizadas por manguezais, ao longo da costa do Estado do Espírito Santo. Aquela autora baseou-se na Teoria Geral dos Sistemas, proposto por VON BERTALANFFY (1975), pressupostos teórico-metodológicos de THOM (1982; 1984) e estrutura hierárquica sugerida por SCHAEFFER-NOVELLI *et al.* (2000). Segundo VALE (*op. cit.*), em um sistema hierárquico de análise, com diferentes recortes espaciais, todos eles devem ser considerados. Para entender o comportamento dos manguezais em um nível de detalhe, há que se buscar explicações em unidades espaciais maiores.

Técnicas de sensoriamento remoto, *SIG* e *GPS* fornecem informações de comparação do estado atual de áreas naturais com o passado, possibilitando projeções antecipadas de impactos ou alterações em uma dada região. Essa característica subsidia medidas mitigadoras para determinada área (DAHDOUH-GUEBAS, 2002), auxiliando no gerenciamento costeiro.

BLASCO *et al.* (1998) afirmam que o tratamento de fotografias aéreas com técnicas de sensoriamento remoto é a melhor ferramenta para analisar densidade, fenologia e impactos em diferentes bosques de mangue.

DAHDOUH-GUEBAS (2001) afirma que, atualmente, é cada vez mais freqüente o número de pesquisas fornecendo resultados obtidos a partir do tratamento de fotografias aéreas e *SIG*, analisando a dinâmica da estrutura vegetal dos bosques de mangue. Apesar disso, diversas pesquisas limitam-se a analisar a variação em nível espacial (DAHDOUH-GUEBAS, 2002). Segundo aquele autor (2002), além da resolução *espacial*, as resoluções *temporal* e *espectral* também são características básicas inerentes aos dados obtidos por sensoriamento remoto.

OBADE *et al.* (2004) integraram resultados de tratamento de fotografias aéreas em diferentes escalas temporais e dados socioeconômicos a fim de determinar alterações nas condições ambientais da Baía de Gazi (Kenya). Segundo aqueles autores, entre 1965 e 1992, as áreas de bosques de mangue dominados por *Rhizophora mucronata* sofreram redução de 20%, enquanto áreas arenosas aumentaram 35%, refletindo alterações antrópicas na região.

OBJETIVOS

Gerais

Analisar o desenvolvimento espaço-temporal de bosques de mangue em feições de deposição no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, considerando-se proposta de SCHAEFFER-NOVELLI *et al.* (2000) e de SCHAEFFER-NOVELLI *et al.* (2004).

Específicos

- Trabalhar com escalas espaço-temporais distintas, com auxílio de ferramentas adequadas, a fim de melhor compreender o funcionamento do ecossistema manguezal;
- Caracterizar o sedimento (granulometria, salinidade e cor) nas áreas adjacentes às parcelas monitoradas;
- Relacionar estrutura de bosques de mangue com a dinâmica sedimentar;
- Realizar mapeamento das áreas em progradação e relacionar com a espécie típica de mangue dominante em planícies adjacentes ao Mar de Cananéia e à Baía do Trapandé;
- Determinar a formação de uma região colonizada por manguezal, a partir da descrição de testemunhos, relacionando-a com a zonação dos bosques de mangue;
- Determinar padrões de zonação de bosques de mangue, a partir de monitoramento semestral da estrutura do bosque em diferentes cenários geomorfológicos;
- Propor possíveis padrões de dinâmica sucessional dos bosques de mangue.

ÁREA DE ESTUDO

O Sistema Costeiro Cananéia-Iguape (Figura 3) localiza-se no extremo sul do litoral do Estado de São Paulo, entre as latitude de $24^{\circ}40'S$ e $25^{\circ}20'S$. O sistema recebe parte da drenagem do Rio Ribeira de Iguape, maior rio paulista que flui diretamente para o Oceano Atlântico. Essa bacia hidrográfica desempenhou importante função nos processos evolutivos da área durante o Quaternário (SUGUIO & TESSLER, 1992).

Figura 3: Localização do Estado de São Paulo e do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape.

O sistema possui três ilhas principais (Cardoso, Cananéia e Comprida) formadas sobretudo, por sedimentos quaternários e rochas cristalinas pré-cambrianas. Essas ilhas encontram-se separadas por sistemas de canais lagunares e rios que se comunicam com o Oceano Atlântico. Os rios, que formam a bacia de drenagem da região, apresentam alto gradiente no trecho inicial, apresentando contornos mais suaves na planície costeira de Cananéia-Iguape. Essa planície é delimitada por pontões do complexo cristalino da Serra do Mar a NE e SW, que avançam oceano adentro, compreendendo uma superfície de aproximadamente 2.500km² (SUGUIO & TESSLER, *op. cit.*).

O Sistema Costeiro Cananéia-Iguape é separado do oceano pela Ilha Comprida, que possui características de ilha barreira. A interligação com o oceano é realizada através de três desembocaduras: Icapara (ao norte), Cananéia (porção central) e Ararapira (ao sul). O sistema possui ao longo de seus canais principais, um padrão hidrodinâmico influenciado pelas correntes de maré, assim como pela descarga de água doce que flui para o sistema (TESSLER & SOUZA, 1998).

Os valores pluviométricos máximos foram obtidos de janeiro a março, com média mensal de 266,9mm, e valores mínimos em julho e agosto com média mensal de 95,3mm. A precipitação média anual é de 2300mm, em uma série de 29 anos (SILVA, 1989). Os verões são chuvosos e os invernos considerados secos.

A temperatura média anual é de 23,8°C, sendo a temperatura média mensal mais alta 27,8°C, ocorrendo em fevereiro, e a média mensal mais baixa 19,8°C, em julho (SILVA, *op. cit.*). Na região, a maré é do tipo mista, com altura média de 0,81m, em 5 anos amostrados (MESQUITA & HARARI, 1983).

Desde o século XIX, este sistema vem sendo influenciado pela construção de um canal denominado Valo Grande, no Município de Iguape, e que logo após sua construção apresentava 4,40m de largura (BESNARD, 1950). Devido à erosão nas bordas, o canal apresenta-se, atualmente, com mais de 300m de

largura, fazendo com que a grande parte da vazão do Rio Ribeira escoe por ele, acarretando grande efeito sobre o sistema como um todo (TOMMASI, 1984). Atualmente, cerca de 60% do escoamento líquido do Rio Ribeira de Iguape flui pelo Canal Valo Grande.

A salinidade no sistema costeiro varia em função do período da maré e da descarga fluvial. O sistema foi classificado como parcialmente misturado e fracamente estratificado (tipo 2a) no período em que o canal Valo Grande estava fechado (1978 a 1983), não lançando suas águas no sistema (MIRANDA *et al.*, 1995). Após a reabertura da barragem em 1983, o aporte de água doce aumentou no sistema (MIRANDA & CASTRO, 1997). Nessas condições, o sistema foi caracterizado por BÉRGAMO (2000) como parcialmente misturado e altamente estratificado (tipo 2b), durante as estações de verão, outono e primavera, nas marés de sizígia. O sistema retoma as características de tipo 2a durante o inverno, na maré de sizígia e no outono e na primavera nas marés de quadratura (BÉRGAMO, *op. cit.*)

Os canais lagunares, que constituem o Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, apresentam tendências ao assoreamento, formando baixios, ilhas e esporões, feições características de ambientes de sedimentação, onde se desenvolvem manguezais (TESSLER & FURTADO, 1983). Em contrapartida, fenômenos erosivos ocorrem nas margens côncavas dos meandros do Mar de Cananéia (TESSLER & FURTADO, *op. cit.*). As correntes geradas pelo movimento das marés e as descargas de água doce são as principais condicionantes para o sistema, os quais influenciam os padrões de distribuição dos sedimentos de fundo (TESSLER, 1982). Os canais lagunares apresentam comportamentos hidrodinâmicos característicos, em função da fisiografia do trecho considerado, do aporte de água doce e da carga sedimentar dos rios, que deságuam na área.

Os municípios do entorno desse Sistema Costeiro Cananéia-Iguape apresentam populações com 7.535 (Ilha Comprida), 12.838 (Cananéia) e 27.813 (Iguape) habitantes (dados de 2002). Dados do IBGE (2005) apontam para degradação de matas ciliares e manguezais como um dos grandes

problemas ambientais, acarretando redução da quantidade, qualidade e diversidade do pescado nesse sistema costeiro.

Estudos sobre manguezais desenvolvidos no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape foram citados, sob os aspectos estruturais, produtividade, taxa de decomposição, tipos fisiográficos, valoração econômica e conservação, por CUNHA-LIGNON (2001) e COELHO-JR. (2003).

Trabalhos sob outros enfoques foram desenvolvidos, no sistema costeiro. YOKOYA *et al.* (1999) acerca da variação espaço-temporal da estrutura de comunidades de macroalgas, associadas aos manguezais dos rios Perequê e Sítio Grande (Ilha do Cardoso). Segundo aqueles autores, as variações na amplitude da distribuição vertical das macroalgas observadas no manguezal do Rio Perequê, foram relacionadas aos níveis de maré, enquanto que no manguezal do Rio Sítio Grande, a salinidade foi o fator mais importante.

COELHO-JR (2003) estudou a zonation e dinâmica de bosques de mangue em gradientes ambientais de uma transversal da Ilha do Cardoso. Aquele autor relacionou os fatores controladores do gradiente ambiental com as características estruturais dos bosques de mangue.

ALMEIDA (2004) avaliou o funcionamento do ecossistema a partir da dinâmica de serapilheira no manguezal ao longo da mesma transversal da Ilha do Cardoso, estudada por COELHO-JR (2003). Elevadas taxas de renovação da serapilheira refletiram alta produção e baixo estoque. Taxas de remoção pelo caranguejo *Ucides cordatus* foram mensuradas.

FERREIRA *et al.* (2004) estudaram a influência da gramínea *Spartina alterniflora* sobre a físico-química do ferro e enxofre em sedimentos de manguezal, comparando ambientes vegetados e não vegetados, na Ilha de Pai Matos.

BARCELLOS & FURTADO (2004) realizaram comparação do processo sedimentar atual entre os mares de Cananéia e de Cubatão. Segundo aqueles

autores, os resultados indicaram predomínio de sedimentos arenosos pobremente selecionados, sendo que no Mar de Cananéia há maior alternância com termos siltosos, em função do perfil meandrante desse canal lagunar, permitindo maior retenção de sedimentos finos.

BARCELLOS (2005) realizou estudo sobre o processo de sedimentação atual no sistema, comparando seus resultados com dados pretéritos. Segundo o autor, ocorreu aumento da quantidade de sedimentos argilosos na área, provavelmente, em função da tendência natural ao assoreamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Níveis Hierárquicos

Bosques de mangue podem apresentar diferenças em sua estrutura e funcionamento, de acordo com a região, obedecendo a fatores e processos ambientais (Jiménez, 1999). Tendo em vista a ampla distribuição dos manguezais ao longo dos litorais tropicais do planeta, torna-se premente o emprego de estudos em diferentes escalas, tanto temporais como espaciais. A utilização de níveis hierárquicos dos manguezais auxilia o gerenciamento integrado de zonas costeiras, oferecendo subsídios aos tomadores de decisão (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2004).

SCHAEFFER-NOVELLI *et al.* (2000) caracterizaram cinco níveis de organização hierárquica dos manguezais, em função da escala espacial adotada: *Large Marine Ecosystem*, *Coastal Domain*, *Setting*, *Stand* e *Site* (Tabela I). O nível hierárquico mais alto seria *representado pelos Large Marine Ecosystems* - LMEs, conceito PROPOSTO por Longhurst (1998), equivalente ao das regiões biogeográficas para oceanos e áreas costeiras. Os Coastal Domains (domínios costeiros ou segmentos) constituiriam o nível seguinte, ocupando entre 500 a 1.000km da costa, correspondendo, no Brasil, aos oito segmentos PROPOSTOS por Schaeffer-Novelli *et al.* (1990). Em seguida os Settings (paisagem), termo CUNHADO por Thom (1982; 1984), representado por extensões de 10 a 100km, estando submetidos às variações geomorfológicas, apresentando respostas erosivas e deposicionais. O nível seguinte refere-se à unidade de paisagem ou *bosque* – Stand – correspondendo ao conjunto de unidades do penúltimo nível organizacional, de 0,1 a 100ha. O nível mais inferior dessa hierarquia consistiria na parcela ou árvore, correspondendo à unidade da cobertura vegetal, ocupando entre 0,01 e 0,1ha de área - o Site (Tabela I).

Considerando o nível Coastal Domains (500 a 1000km²), o Sistema Costeiro Cananéia-Iguape encontra-se no segmento VII – do Cabo Frio (23º00'S) à Torres (29º20'S), segundo Schaeffer-Novelli *et al.* (1990). Esse segmento é

marcado pela estrutura cristalina da Serra do Mar, sendo também encontrada planície costeira, formada por sistemas de lagunas e barreiras, assim como reentrâncias, enseadas e baías que formam áreas abrigadas, onde se desenvolvem manguezais. Este nível hierárquico não será tratado de forma detalhada no presente estudo.

Tabela I: Níveis de organização hierárquica e suas escalas espaciais. Adaptada de Schaeffer-Novelli et al. (2004).

Nível Hierárquico	Unidade Funcional (*)	Escala de Trabalho	Sugestão de termo em português
Coastal domains	500 – 1.000 km	1:250.000 1:1.000.000	- Domínios costeiros ou segmentos
Setting	10 – 100 km	1:20.000 – 1:250.000	Paisagem (**)
Stand	0,1 – 100 ha	1:2.500 – 1:20.000	Bosque ou unidade de paisagem
Site	0,01 – 0,1 ha	≥1:2.500	Parcela ou árvore

(*) Os níveis de observação *Setting* (paisagem) a *Coastal domains* (segmentos) são expressos em extensão da linha de costa, de modo a facilitar a comparação com outras escalas costeiras.

(**) O termo paisagem, nesse caso, é considerado como ambiente natural, que representa uma visão de conjunto, segundo PARENT (1990).

Foram adotados os níveis hierárquicos do ecossistema manguezal (Stand e Site) propostos por Schaeffer-Novelli et al. (2000), utilizando ferramentas de escalas espaço-temporais distintas (fotografias aéreas, caracterização e monitoramento do desenvolvimento estrutural da vegetação).

Sensoriamento Remoto – Nível Stand

No nível Stand (0,1 a 100ha), foram estudados dois trechos no Mar de Cananéia. As áreas de estudo 1 e 2 (Figura 4), correspondem aos bosques de mangue Baguaçu e Nóbrega, respectivamente. Os dados de caracterização estrutural dos bosques de mangue foram gerados e tratados por CUNHA-LIGNON (2001).

No presente estudo, não foi realizado tratamento de fotografias aéreas para Sítio Grande, em função de sua localização não facilitar o registro, etapa fundamental do sensoriamento remoto. A utilização de fotos aéreas georreferenciadas poderá possibilitar o uso de tal ferramentas.

As fotografias *aéreas utilizadas* correspondem aos sobrevôos da CESP (1981) e da BASE (1997), ambas pancromáticas, na escala 1:35.000. Foi realizado escaneamento nas fotografias aéreas de 1981, em formato papel, em scanner AO, modelo ScanPlus III (1200t), com resolução de 600dpi (dots *per inch* – pontos por polegada). A fotografia aérea de 1997 já encontrava-se em formato digital. As características do material fotográfico encontram-se resumidas na Tabela II.

Tabela II: Características das fotografias aéreas utilizadas.

Ano	Escala	Sobrevôo	Tipo de Foto	Acervo
1981	1:35.000	CESP	pancromática	Oc. Geológica / IOUSP
1997	1:35.000	BASE	pancromática	BIOMA / IOUSP

Figura 4: Áreas de estudo: Baguaçu, Nóbrega e Sítio Grande, no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape. Fotografias aéreas de dezembro/1997, escala aproximada 1:35.000.

Segundo Anderson (1981), a fotointerpretação pode ser realizada nos seguintes estágios: detecção; reconhecimento e identificação (foto-identificação); análise e delineação; dedução; classificação (fotointerpretação); e idealização.

A *foto-identificação* é também conhecida como foto-leitura. Caracteriza-se pela classificação de objetos ou elementos diretamente visíveis, por meio do reconhecimento e da identificação.

Segundo ANDERSON (op. cit), o *trabalho de campo* permite u'a melhor interpretação da fotografia aérea, eliminando as dúvidas em relação aos elementos de reconhecimento. Após o trabalho de campo foram realizadas correções e ajustes das manchas de vegetação, com o auxílio das anotações, fotografias e pontos obtidos com *GPS*.

Para o tratamento das fotografias aéreas foi utilizado o programa *SPRING* (Sistema de Processamento de Informações Geográficas – INPE), versão 4.1. Esse *SIG* foi desenvolvido a partir de 1991, a fim de monitorar alterações em áreas naturais e antrópicas no Brasil (Câmara *et al.*, 1996). O programa é composto por três módulos: IMPIMA, *SPRING* propriamente dito; e SCARTA. No IMPIMA faz-se leitura de imagens de satélite e fotos aéreas em formato digital. O *SPRING* é o módulo principal de entrada, manipulação e transformação dos dados geográficos. Enquanto que no SCARTA faz-se a edição de carta e gera-se arquivos para impressão.

Foram utilizados os seguintes equipamentos *hardware*: PC de mercado, de CPU Pentium 4 1500MHz, memória RAM 1.024Mb, disco rígido de 120Gb e Windows 2000 Profissional.

No *Impima*, os arquivos das fotografias aéreas (formato tif) foram transformados em arquivos grib. Fotografias com escala 1:35.000, após sofrerem escaneamento em 600dpi, resultaram em imagens *com* tamanho de pixel equivalente a 1,50m no terreno.

$$\text{resolução (m)} = \frac{2,54 \text{ (cm)} \times \text{escala da fotografia}}{\text{dpi}}$$

Foi realizado tratamento digital das fotografias aéreas no *SPRING*. O registro da fotografia aérea de 1997 foi realizado no modo teclado, a partir de dados obtidos, em trabalho de campo, com o equipamento *GPS* (Global *Positioning System*) marca GARMIN, modelo 48, com 12 canais, datum SAD 69.

Os dados obtidos no GPS foram transferidos para o computador via programa WayPoint V1.7.07 (Hildebrand, 2002), com licença GPL (freeware).

O registro das fotos aéreas de 1981 foi realizado no modo tela, utilizando-se a fotografia de 1997 georreferenciada. Foram analisadas composições coloridas das fotografias aéreas de datas diferentes, a fim de destacar áreas de manguezal progradadas, no intervalo de 16 anos.

Composições coloridas foram realizadas a partir das fotografias aéreas de cada ponto de estudo, como também classificação não-automática (visual), a partir da interpretação direta na tela do computador (edição vetorial). Para aplicação dessa técnica torna-se fundamental o conhecimento prévio dos pontos de estudo (verdade de campo e características estruturais).

A classificação é o estágio final da fotointerpretação e consiste em estabelecer a identidade das superfícies ou objetos delineados pela análise. A interpretação feita na classificação deve ser verificada em campo para obter a classificação final (Anderson, 1981). Segundo NOVO (1992), a *classificação* é a individualização dos alvos na imagem a partir de seu agrupamento por similaridade espectral.

O processamento de imagens consiste em um conjunto de técnicas e operações aplicadas sobre uma imagem, a fim de facilitar a identificação e

extração de informações para posterior interpretação (INPE, 2002). Realizou-se processamento digital das fotografias, utilizando-se a aplicação realce linear.

Dinâmica de crescimento dos bosques de mangue – Nível Site

Parcelas Fixas

No nível Site (parcela ou árvore, 0,01 a 0,1ha), realizou-se caracterização estrutural dos bosques de mangue em três áreas de estudo, localizadas em faces deposicionais (Baguaçu, Nóbrega e Sítio Grande).

Parcelas fixas foram delimitadas, a fim de efetuar monitoramento semestral de desenvolvimento estrutural dos bosques de mangue em áreas de progradação ativa, nas áreas de estudo Baguaçu, Nóbrega (Mar de Cananéia) e Sítio Grande (desembocadura do Rio Sítio Grande na Ilha do Cardoso). Em cada uma das áreas foi delimitado número variável de parcelas fixas, em função dos bosques de mangue.

Para a caracterização das estruturas dos bosques, adotou-se metodologia de Schaeffer-Novelli & Cintrón (1986). Medidas do diâmetro à altura do peito (DAP), obtidas a 1,30m, foram obtidas em plantas acima de 2m de altura, utilizando-se trena graduada em unidades de π (3,14159), permitindo efetuar leituras diretas do diâmetro do tronco. As medidas de altura total das árvores foram obtidas com telêmetro ou vara telescópica, de acordo com a altura das árvores, em função do limite inferior de detecção do telêmetro. Foi realizada identificação das espécies e determinação do número de troncos vivos e mortos. Em função da característica de bosques em progradação serem pouco desenvolvidos estruturalmente, optou-se por adaptar metodologia de Schaeffer-Novelli & Cintrón (op. cit.), para o indivíduos entre 1m e 2m de altura total mediu-se o DAP na base da última ramificação das plantas. Cada tronco medido era marcado com barbante, a fim de identificar o local de medida da última coleta de dados, permitindo medidas nos mesmos locais dos troncos. Foram calculados valores de DAP médio, área basal, altura média e densidade

dos bosques de mangue, em cada período monitorado, nas três áreas de estudo.

A caracterização estrutural dos bosques de mangue de Baguaçu, Nóbrega e Sítio Grande realizada por Cunha-Lignon (2001) é base para o monitoramento. Coletas de dados estruturais dos bosques foram realizadas semestralmente completando no mínimo dois anos de monitoramento (Tabela III). As parcelas fixas delimitadas em cada área de estudo encontram-se listadas na Tabela IV.

Tabela III: Período de coleta de dados estruturais nas áreas de estudo.

Área de Estudo	Coleta de Dados Estruturais				
	nov/2002	maio/2003	nov/2003	maio/2004	nov/2004
Baguaçu					
Nóbrega					
Sítio Grande

coletas realizadas

A partir de novembro/2002, foram delimitadas as parcelas relativas aos bosques em progradação, estudados por CUNHA-LIGNON (2001) e referentes aos bosques menos desenvolvidos. À medida que novos bosques eram formados, apresentando densidades acima de 20 indivíduos em uma determinada área, com altura superior a 1m, foram delimitadas novas parcelas (denominadas de pulsos). Em Baguaçu, foram retomadas as parcelas 1 e 2 (justapostas) e delimitados as parcelas pulsos A e B. No Nóbrega, foi retomada a parcela 1 e delimitada uma nova parcela, localizada entre as parcelas 1 e 2. A parcela 2, localizada a 12m de distância da parcela 1, não foi considerada no monitoramento. No Sítio Grande, foi monitorado o bosque localizado na parcela 1, e delimitado novo bosque na parcela pulsoA.

Em novembro/2003 (Tabela III), foram delimitadas as parcelas relativas aos bosques de maior desenvolvimento estrutural das transversais estudadas por CUNHA-LIGNON (2001): Baguaçu (parcela 5); Nóbrega (parcela 5) e Sítio Grande (parcela 4). Foi realizado monitoramento a cada seis meses, de modo

a concluir um ano de levantamento de dados estruturais, a fim de possibilitar avaliação da taxa de crescimento dos bosques maduros. Dessa forma, será possível comparar taxas de crescimento dos bosques de mangue em progradação com os bosques bem desenvolvidos estruturalmente.

Tabela IV: Parcelas fixas delimitadas nas áreas de estudo, para monitoramento do crescimento dos bosques de mangue.

Área de Estudo	Parcelas Fixas
Baguaçu	parcela 5, parcela 2, parcela 1, pulsoA e pulsoB
Nóbrega	parcela 5, parcela 1A e parcela 1
Sítio Grande	parcela 4, parcela 1 e pulsoA

Os dados de topografia das transversais das três áreas de estudo foi realizado por CUNHA-LIGNON (2001), e utilizado no presente estudo.

Paralelamente ao monitoramento dos dados estruturais, foi realizado monitoramento fotográfico dos bosques de mangue em áreas de progradação ativa, nas três áreas de estudo. O registro fotográfico é um importante instrumento para o monitoramento do crescimento de bosques de mangue, uma vez que contextualiza os dados estruturais obtidos em campo.

Bancos de sedimento e de *Spartina alterniflora*

A fim de realizar monitoramento da cobertura vegetal (indivíduos jovens e plântulas), nos bancos de sedimento e de *Spartina alterniflora*, foram computados os indivíduos/espécie em quadrado de 1x1m ao longo de transversal, nas três áreas de estudo. Os eixos das transversais foram marcados com fio de *nylon*, de modo a possibilitar monitoramento sempre no mesmo local. Foram determinadas densidade e cobertura de indivíduos jovens e de plântulas, segundo metodologia proposta por MÜLLER-DOMBOIS & ELLEBERG (1974).

Densidade absoluta (DA) é o número de indivíduos de uma espécie por unidade de área (Curtis & MCINTOSH, 1950).

$$DA = \frac{\text{n}^\circ \text{ de indivíduos da espécie } i \times \text{área}}{\text{n}^\circ \text{ total de indivíduos}}$$

A fim de determinar a cobertura vegetal da gramínea *Spartina alterniflora* foram obtidas as dominâncias absolutas, em uma área conhecida (1m²), segundo metodologia de MÜLLER-DOMBOIS & ELLEBERG (1974).

Coletas de dados de cobertura vegetal foram realizadas em novembro/2002, maio/2003, novembro/2003 maio/2004 e novembro/2004 (Tabela V). O estudo foi iniciado no Baguaçu, onde a dinâmica sedimentar e a resposta dos bosques de mangue em progradação são mais intensas do que nas outras duas áreas de estudo. No semestre seguinte (maio/2003), a área de estudo Sítio Grande foi incluída no monitoramento. Apesar da pouca progradação no Nóbrega, o monitoramento também foi efetuado, a fim de possibilitar comparação com o área de estudo Baguaçu, ambas localizadas adjacentes ao Mar de Cananéia (face interna da Ilha Comprida).

Tabela V: Período de coleta de dados da cobertura vegetal, nos bancos de sedimento e de *Spartina alterniflora*, nas três áreas de estudo.

Área de Estudo	Coleta de Dados de Cobertura Vegetal				
	nov/2002	maio/2003	nov/2003	maio/2004	nov/2004
Baguaçu					
Nóbrega					
Sítio Grande

coleta realizada

O monitoramento de plântulas e de indivíduos jovens de mangue nos bancos de sedimento e de *S. alterniflora* foi realizado no mesmo período do ano do que o das parcelas. A escolha desses meses para monitoramento deu-se em função da produção e da fixação de propágulos, coincidindo com o verão, no Sistema Cananéia-Iguape. Segundo Almeida *et al.* (2003), a liberação de propágulos, na região do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, é marcada pela

sazonalidade. Os propágulos de *R. mangle* e de *L. racemosa* são disponibilizados entre fevereiro e abril. Aqueles autores não encontraram periodicidade nos propágulos de *A. schaueriana*, em função do número reduzido dessa espécie na área de estudo considerada.

Mapeamento de Áreas em Progradação

A fim de se determinar as espécies vegetais típicas de mangue que dominam em áreas em progradação no Mar de Cananéia e na Baía do Trapandé, foi realizado mapeamento na região. Em escala de trabalho no nível *Setting* (paisagem), tal mapeamento visa auxiliar na compreensão das espécies típicas de mangue dominantes em bosques recentes.

A metodologia utilizada foi adaptada da Avaliação Ecológica Rápida (REA – *Rapid Ecological Assessment*), segundo SAYRE *et al.* (2000). Tal metodologia utiliza escalas distintas de trabalho, do genérico ao específico e pode ser aplicada em ambientes terrestres e marinhos. Produtos como mapas, listas, classificações, descrições e manuais são produzidos por REAs para fins de gestão e educação. Diversas aplicações em conservação são desenvolvidas em um REA, como planos de manejo, monitoramento ecológico, atividades de restauração, programas de educação ambiental e de pesquisa, entre outras. O processo típico de um REA compreende dez etapas, as quais foram adaptadas e transformadas em cinco itens para o desenvolvimento desse trabalho. São elas:

1. desenvolvimento conceitual: discutir objetivos;
2. plano inicial: determinar extensão geográfica e selecionar colaboradores;
3. caracterização inicial da área de trabalho: uso de imagens de satélite, fotografias aéreas, cartas náuticas, mapas temáticos, a fim de estabelecer classificação inicial;
4. trabalhos de campo: equipe especializada realiza coleta de dados em campo, georreferenciando informações com uso de GPS; e
5. finalização: analisar dados e realizar relatório e mapas.

Para o desenvolvimento dessa atividade foi também adaptada metodologia utilizada por SCHAEFFER-NOVELLI & CINTRÓN-MOLERO (1988). Aqueles autores realizaram mapeamento das áreas de manguezal, identificação de padrões de zonação, erosão e deposição nos bosques de mangue, entre outras coletas de dados, durante 11 dias na Ilha de Maracá (Amapá). Para tanto, efetuaram deslocamentos por via aquática e terrestre, contando com equipe multidisciplinar.

Técnicas de sensoriamento remoto, SIG, GPS são importantes ferramentas para o REA. Conceitos básicos de cartografia, incluindo o uso de diferentes escalas são muito utilizados (SAYRE *et al.*, 2000).

Foram percorridas as margens do canal lagunar e da baía. Cartas náuticas (DHN, 1982a e b), mapas temáticos realizados para a região no presente estudo e mapas com modelo de circulação associado à distribuição de sedimentos (Barcellos, 2003) auxiliaram na escolha das áreas em progradação.

Foram obtidas as alturas dos bosques de mangue, nas áreas em progradação. Foi determinado 3m de altura das árvores de mangue como limite superior, uma vez que essa é a altura média dos bosques de mangue na parcela 1, das áreas estudadas. Foram medidos os bosques desenvolvidos à frente destes bosques, determinados como pulsos A, B e C, respectivamente.

A presença de banco de *Spartina alterniflora* foi assinalada. A extensão linear do banco de gramínea foi obtida, medindo-se a distância do limite do bosque de mangue até a borda do banco de *S. alterniflora*. A localização de cada área medida foi registrada em GPS. A fim de se caracterizar de forma sucinta (tátil e visual) a granulometria do sedimento, foi determinado dominância de areia ou de lama.

Os bosques eram definidos como contendo no mínimo 10 indivíduos de plantas típicas de mangue. A espécie dominante de mangue foi registrada em planilha de campo.

Testemunhagens

Na Baguaçu, foram coletados testemunhos em quatro pontos, em julho/2003:

- banco de sedimento (BA-SD);
- banco de *Spartina alterniflora* (BA-SP);
- bosque em progradação dominado por *Laguncularia racemosa* (BA-LG), região equivalente ao pulsoB; e
- centro da ilha, na região do bosque dominado por *Avicennia schaueriana* (BA-AV).

A localização dos pontos de coleta de testemunhos foi obtida com equipamento GPS (Global Position System) marca GARMIN, modelo 48, com 12 canais.

Essa fase do trabalho foi realizada com apoio técnico e de infra-estrutura do grupo da Oceanografia Geológica do Instituto Oceanográfico da USP, coordenado pelo Prof. Dr. Michel Michaelovitch de Mahiques.

O testemunhador de PVC possuía em torno de 1,5m de comprimento e 75mm de diâmetro. Os testemunhos BA-AV e BA-SD foram realizados com auxílio de um *liner* de alumínio, sendo retirado 1cm de largura do tubo de PVC.

Em laboratório, foi medida a suscetibilidade magnética, utilizando-se o equipamento Batington MS2C, antes do testemunho ser aberto para descrição. O dado é tomado a cada 2,5cm, verificando-se as variações de quantidade de minerais magnéticos ao longo do testemunho. Para tanto é necessário que o tubo para testemunho seja de PVC, permitindo leitura do material coletado. A leitura do material foi realizada com 0,1 de resolução.

Posteriormente, os testemunhos foram serrados longitudinalmente, medidos, fotografados e descritos macroscopicamente. A descrição do testemunho é feita da base (maiores profundidades) para o topo (zero), considerando-se a textura, cor, composição macroscópica (fragmentos de conchas, de vegetais

etc.), estruturas sedimentares (deposição em lâminas, bioturbação entre outros). Para a classificação das cores foi utilizada a Tabela de Cores de Sedimento de OYAMA & TAKEHARA (1987). Para a classificação do tamanho de grão foi utilizada a escala de WENTWORTH (1922). Na análise da fração grossa, foram identificados fragmentos carbonáticos e vegetais.

Caracterização do Sedimento

Para a caracterização do sedimento, foram obtidas amostras ao longo das transversais das áreas de estudo Baguaçu, Nóbrega e Sítio Grande. As coletas foram realizadas a 10 e 50cm de profundidade, em três pontos distintos no entorno das parcelas estudadas por CUNHA-LIGNON (2001), assim como nas áreas dos bancos de sedimento e de *Spartina alterniflora* e nos pulsos de progradação (A e B), representativos de bosques de mangue em desenvolvimento.

As áreas de estudo estão localizadas em cenários geomorfológicos distintos. Baguaçu e Nóbrega encontram-se em faces deposicionais da Ilha Comprida, voltadas para o Mar de Cananéia, enquanto que Sítio Grande localiza-se na desembocadura do Rio Sítio Grande, na Ilha do Cardoso, voltada para a Baía do Trapandé.

Para coleta do material foi utilizado amostrador de 1m de comprimento por 60mm de diâmetro interno e paredes biseladas. O equipamento foi adaptado do modelo sugerido pelo Prof. Dr. F. Baltzer, Université Paris Sud (Orsay), Laboratoire d'Hydrogéologie et de Géochimie Isotopique.

Em cada profundidade (10 e 50cm) foram obtidos dados de salinidade intersticial e cor do sedimento. Amostras de sedimento, de aproximadamente 50cm³, foram colocadas em sacos plásticos, homogeneizadas e armazenadas identificando-se local de coleta e profundidade, para posterior análise granulométrica. Foram obtidas 64 amostras no total.

As coletas foram efetuadas nas seguintes datas: 9 de setembro de 2003 (Nóbrega); 9 de dezembro de 2003 (Sítio Grande); 10 e 11 de dezembro de 2003 (Baguaçu).

As datas são referentes às marés de sizígia (ambos períodos de lua cheia), de forma a permitir mais tempo para coleta do material, visto que todas as áreas de estudo são freqüentemente inundadas.

Salinidade intersticial

As amostras de sedimento para obtenção de salinidade foram acondicionadas em lenços de papel e levadas a um espremedor de alho de aço inox (“garlic presser”). Sob leve pressão extrai-se a água do sedimento. A salinidade foi obtida, em campo, com auxílio de refratômetro óptico manual.

Informações sobre as condições meteorológicas, obtidas e armazenadas no banco de dados da Base Dr. Paiva Carvalho do IOUSP, foram utilizadas para caracterização das condições climáticas, sobretudo de pluviosidade, no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, antes e durante os dias de coleta de salinidade intersticial.

Cor do sedimento

A cor do sedimento é resultado de sua origem e das condições de sua formação, podendo servir de indício sobre o conteúdo e composição de matéria orgânica, quando presente (Schaeffer-Novelli & Cintrón-Molero, 1988).

A cor do sedimento foi determinada em campo, a 10 e 50cm, com auxílio da Tabela de Cores de Rochas – Tabela de MUNSELL (THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA, 1970). As siglas das cores foram anotadas em planilhas de campo, para posterior comparação.

Análise Granulométrica

A análise granulométrica foi realizada no Laboratório de Geoquímica (IGC/USP), segundo método da pipeta de Robinson (granulometria

quantitativa) (Toledo, 1981). O método segue as seguintes etapas: 1. secagem ao ar livre (sem estufa); 2. eliminação M.O. com peróxido de hidrogênio (2 dias a frio); 3. pipetagem (Pipeta de Robinson); 4. ataque quente (2 dias na chapa aquecedora); 5. agitador mecânico (4h); 6. proveta (1000ml); 7. pipetagem (alíquota de 10ml para cápsula de porcelana); 8. secagem em estufa a 110oC (Estufa de Secagem e Esterilização FANEM, modelo 315 SE); 9. pesagem na Balança Eletrônica CG – LIBROR 210 (com quatro casas de precisão); 10. lavagem de areia e silte grosso; 11. secagem em estufa a 110oC; e 12. peneiramento para separação em frações granulométricas.

É aceitável margem de erro de 5% da granulometria total entre (99 a 104%).

As frações granulométricas foram separadas, segundo Toledo (op. cit.) em:

Argila: $d < 0,002$ mm;

Silte fino: $0,002 < d < 0,02$ mm;

Silte grosso: 0,02 a 0,053 mm;

Areia fina: $0,053 < d < 0,210$ mm; e

Areia grossa: $d > 0,210$ mm.

Para a determinação da matéria orgânica (M.O.), as amostras foram submetidas à digestão com peróxido de hidrogênio (H₂O₂).

RESULTADOS

Sensoriamento Remoto – Nível *Stand*

Trabalho de campo

Para subsidiar o registro (georreferenciamento) das fotografias aéreas e confirmar os resultados obtidos com o sensoriamento remoto foram realizadas três campanhas exploratórias, totalizando aproximadamente 50 horas de navegação ao longo dos canais lagunares do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape e circulação pelas vias de acesso adjacentes (terrestres).

Foram georreferenciados pontos com *GPS*, ao longo do sistema, nos locais de coleta de dados de estrutura, em cruzamentos de estradas e em pontos notáveis.

Registro

No processo de registro da imagem (modo teclado), utilizou-se seis pontos de controle para as fotografias aéreas do ano de 1997. No registro das imagens de 1981, pelo processo tela a tela, obteve-se maior número de pontos de controle (Tabela VI).

Segundo INPE (2001), um erro de até dois *pixels* é aceitável, para uma resolução de 10m. Os erros obtidos no registro das fotografias aéreas (Tabela VI) foram bastante satisfatórios, resultando em exatidão na sobreposição das imagens de datas distintas.

Tabela VI: Dados do registro das fotografias aéreas.

Área de Estudo	Data	Nº de Ponto de Controle (PC)	Erro PC (<i>pixel</i>) ⁽¹⁾	Erro no terreno(m)
Baguaçu	1981	9	0,431	0,65
	1997	6	1,486	2,23
Nóbrega	1981	11	0,830	1,24
	1997	6	0,589	0,88

Nas duas datas, utilizou-se a equação de mapeamento polinomial de 1º grau, para efetuar a reamostragem dos *pixels*. Foi utilizada a interpolação de alocação pelo vizinho mais próximo (*nearest neighbor*).

Segundo MEDEIROS¹ (*com. pess.*, 2002), não é necessário realizar ortorretificação de fotografias aéreas em regiões planas, em função da ausência de objetos ou elementos localizados em altitudes muito discrepantes. Dessa forma, as fotografias aéreas utilizadas não foram previamente ortorretificadas, por se tratar de região de planície costeira e, sobretudo pelo fato dos alvos (bosques de mangue) localizarem-se em região bastante plana.

Composição e Classificação

A simples observação das fotografias aéreas de 1981 (Figura 5) e de 1997 (Figura 6) seria suficiente para indicar diferenças na distribuição e na densidade dos bosques de mangue na região do ponto de estudo Baguaçu, como também para realçar mudanças geomorfológicas a que estão submetidas essas áreas.

De modo a ressaltar a progradação dos bosques de mangue no período entre 1981 e 1997, foi realizada composição colorida de cada ponto para ambas as datas. As fotografias aéreas de 1981 em verde (*green*) e as de 1997 em azul (*blue*) (Figura 7).

Realizou-se realce de contraste linear das composições coloridas acima referidas, de modo a melhorar sua qualidade visual, sem alteração da quantidade de informações nas fotografias. Segundo INPE (2002), o realce linear é considerado como a aplicação mais simples entre as possíveis etapas do processamento de imagem.

¹Prof. Dr. José Simeão Medeiros - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - São José dos Campos (SP), em 26/09/2002.

Figura 5: Fotografia aérea de 1981. Ausência do ponto de estudo Baguaçu.

Figura 6: Fotografia aérea de 1997. Destaque para o ponto de estudo Baguaçu.

Figura 7: Composição colorida das fotografias aéreas de 1981 e 1997. Destaque para áreas em verde, ao longo da Ilha Comprida e Baguaçu, indicando progradação do manguezal.

A partir da composição colorida das fotografias aéreas de 1981 e de 1997 de Baguaçu, observou-se diversas áreas em progradação de bosques de mangue. Destaque para a área de estudo propriamente dita Baguaçu, extensão com cerca de 145m de comprimento (em 1997), ausente em 1981. Além disso, faixa de manguezal na Ilha Comprida, indica progradação dos bosques de mangue (Figura 7).

A classificação do Baguaçu (Figura 8) foi realizada sobre a fotografia aérea de 1997. Apesar da escala intermediária da fotografia (1:35.000), foi possível realizar classificação detalhada, auxiliada pelo conhecimento de campo. Foram criados polígonos, que representam as seguintes classes: *Spartina alterniflora*, *Laguncularia1*, *Laguncularia2* e *Rhizophora2*. As classes de vegetação típicas de mangue 1 indicam bosques com pequeno desenvolvimento estrutural ($DAP \leq 2,5\text{cm}$) e mangue 2 indicam bosques com graus de desenvolvimento estrutural médio ($2,5 \leq DAP < 10\text{cm}$) e grande ($DAP \geq 10\text{cm}$). Na Ilha Comprida, destaca-se a classe de vegetação dominada por *Laguncularia1*, facilmente identificada na fotografia aérea.

Para o tratamento das fotografias aéreas Nóbrega, também foi realizada composição colorida. O resultado indicou menor extensão progradada de bosque de mangue, cerca de 35m (Figura 9), apesar de representarem o mesmo intervalo temporal (16 anos) das fotografias do Baguaçu.

Figura 8: Classificação da vegetação dominante na fotografia aérea de 1997.

Figura 9: Composição colorida das fotografias aéreas de 1981 e 1997 do ponto de estudo Nóbrega. Destaque para área em laranja, indicando progradação do manguezal no período de 1981 a 1997.

Dinâmica de Crescimento dos Bosques de Mangue – Nível Site

Parcelas Fixas

Baguaçu

Na área de estudo Baguaçu, observa-se incremento de altura média e diâmetro médio, sobretudo nas parcelas 1 e 2 que representam bosques com desenvolvimento intermediário entre 2,5m e 5m de altura média (Figuras 10 e 11). Em novembro/2002 e maio/2003 desenvolveram-se os pulsos A e B de bosques de mangue, respectivamente.

Figura 10: Altura média dos bosques de mangue, nas parcelas fixas de Baguaçu, nos meses de monitoramento e dado de fev/2001 de CUNHA-LIGNON (2001).

Figura 11: Diâmetro à altura do peito médio dos bosques de mangue, nas parcelas fixas em Baguaçu, nos meses de monitoramento e dado de fev/2001 de CUNHA-LIGNON (2001).

A regressão linear com indivíduos de *Laguncularia racemosa*, ao longo do monitoramento, de todas as parcelas fixas indica boa correlação ($r^2 = 0,72$) entre altura e DAP médio (Figura 12). Observa-se também que a maioria dos indivíduos de *L. racemosa* possuem diâmetro inferior a 5cm e altura inferior a 6m, indicando bosques em desenvolvimento para a região do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape.

Figura 12: Regressão linear de altura e DAP de *Laguncularia racemosa*, nas parcelas fixas de Baguaçu, nos meses de monitoramento.

A parcela 5, de maior desenvolvimento estrutural, apresentou diâmetro médio entre 8 e 9cm e altura média entre 6 e 8m, ao longo do monitoramento (Figuras 10 e 11). A fim de auxiliar na compreensão da dinâmica desses bosques mais desenvolvidos foram criados três grupos de valores de diâmetro médio por classes de DAP: $<2,5$; $\geq 2,5 < 10$; e ≥ 10 cm (Figura 13A e B). Dessa forma, pode-se verificar que bosques desenvolvidos também apresentam indivíduos de alturas bastante inferiores ao dossel. Os resultados de diâmetro médio e altura por classes de DAP não variaram de novembro/03 para novembro/04 (Tabela VII).

Tabela VII: Altura média e desvio padrão por classes de DAP da parcela 5, do Baguaçu.

Classes de DAP	Altura Média (m) e Desvio Padrão	
	novembro/2003	novembro/2004
DAP<2,5	1,96 +- 0,62	1,49 +- 0,30
DAP>2,5<10	7,08 +- 1,50	6,50 +- 2,50
DAP>10	9,11 +- 0,68	9,69 +- 0,83

Na regressão linear de altura e diâmetro dos indivíduos de *Avicennia schaueriana*, na parcela 5, ao longo do monitoramento, identifica-se três grupos separados por classes de DAP (Figura 14).

Figura 13: DAP médio e altura média, por classe de DAP da parcela 5, de Baguaçu. **A.** novembro/2003; **B.** novembro/2004.

Figura 14: Regressão linear de altura e DAP de *Avicennia schaueriana*, na parcela 5, de Baguaçu, de novembro/03, maio/04 e novembro/04.

As densidades nas parcelas 1 e 2 diminuíram ao longo do monitoramento (de 13250 troncos/0,1ha e 8960 troncos/0,1ha em novembro/02 para 7250 troncos/0,1ha e 7520 troncos/0,1ha em novembro/04, respectivamente). Enquanto a parcela pulsoA apresentou grande aumento de densidade (de 5000 troncos/0,1ha em novembro/02 para 15000 troncos/0,1ha em novembro/04), a parcela fixa pulsoB apresentou aumento de densidade, mas com valores mais baixos (Figura 15). A parcela pulsoB não possui qualquer tronco morto. Sendo assim, supõe-se que esse bosque ainda esteja em fase de colonização do espaço disponível (área em progradação). Na parcela 5 houve diminuição da densidade, sendo pequena a variação longo do monitoramento (de 466 troncos/0,1ha em novembro/2003 para 373 troncos/0,1ha, em novembro/2004) (Figura 15).

Figura 15:Densidade absoluta dos bosques de mangue, nas parcelas fixas em Bagaçu, nos meses de monitoramento e dado de fev/2001 de CUNHA-LIGNON (2001).

Em relação à dominância por espécie, nas parcelas 1 e 2 e pulsos A e B domina *Laguncularia racemosa* ao longo de todo o monitoramento (Figuras 16 e 17). Enquanto nas parcelas 1 e 2 a dominância é muito próxima a 100%, nos pulsos A e B há aumento do número de indivíduos de *Rhizophora mangle* e de *Avicennia schaueriana*, ao longo do tempo (Figuras 16 e 17). Na parcela 5, domina *A. schaueriana*. Em fevereiro/01, a espécie *R. mangle* apresentava-se com 6% nessa parcela (CUNHA-LIGNON, 2001) (Figura 18), ocorrência não verificada no monitoramento de novembro/03 a novembro/04.

Figura 16: Dominância em área basal por espécie dos bosques de mangue nas parcelas fixas de Baguaçu. **A.** novembro/2002; **B.** maio/03.

Av: *Avicennia schaueriana*; Rh: *Rhizophora mangle*; Lg: *Laguncularia racemosa*

Figura 17: Dominância em área basal por espécie dos bosques de mangue nas parcelas fixas de Baguaçu. **A.** maio/2003; **B.** novembro/2003; **C.** novembro/2004. Av: *Avicennia schaueriana*; Rh: *Rhizophora mangle*; Lg: *Laguncularia racemosa*

Figura 18: Dominância em área basal por espécie dos bosques de mangue no Baguaçu, em fevereiro/2001 (CUNHA-LIGNON, 2001).
 Av: *Avicennia schaueriana*; Rh: *Rhizophora mangle*; Lg: *Laguncularia racemosa*

O esquema da transversal da área de estudo Baguaçu resume as informações de desenvolvimento estrutural dos bosques de mangue, durante o monitoramento (Figura 19).

Figura 19: Esquemas do desenvolvimento estrutural dos bosques de mangue na área de estudo Baguaçu. **A.** parcelas estudadas por CUNHA-LIGNON (2001); **B.** bosques de mangue monitorados, em novembro/2003; e **C.** bosques de mangue monitorados, em novembro/2004. Esquemas elaborados por Ricardo Menghini e Marília Cunha-Lignon.

Nóbrega

Na área de estudo Nóbrega, observa-se pequeno incremento de altura média e de DAP médio nos três bosques estudados, indicando bosques maduros e estáveis (Figuras 20 e 21). Nessa área de estudo não houve surgimento de novos bosques durante os dois anos de monitoramento. Como observado no nível *Stand*, a área de estudo Nóbrega não é caracterizada por região de importante deposição sedimentar. A ausência de novos bosques (pulsos) reflete a condição de baixa deposição no nível hierárquico *Site*.

Figura 20: Altura média dos bosques de mangue, nas parcelas fixas de Nóbrega, nos meses de monitoramento e dado de fev/2001 de CUNHA-LIGNON (2001).

Figura 21: Diâmetro à altura do peito médio dos bosques de mangue, nas parcelas fixas no Nóbrega, nos meses de monitoramento e dado de fev/2001 de CUNHA-LIGNON (2001).

A correlação linear de altura e DAP dos indivíduos de *Laguncularia racemosa* das parcelas 1 e 1A indica boa correlação ($r^2 = 0,79$). Essa correlação apresentou resultado bastante semelhante ao de Baguaçu, com a maioria dos indivíduos com DAP até 5cm e altura inferior a 6m (Figura 22). Na parcela 5 não ocorre essa espécie de mangue, logo não foi incluída na regressão.

Figura 22: Regressão linear de altura e DAP de *Laguncularia racemosa*, nas parcelas fixas 1 e 1A do Nóbrega, nos meses de monitoramento.

Na parcela 5, os três grupos de diâmetro por classes de DAP ($<2,5$; $\geq 2,5 < 10$; e ≥ 10 cm) indicam tanto os indivíduos pertencentes ao dossel como aqueles que estão sob esse bosque. O grupo com $DAP < 2,5$ cm apresentou DAP médio de 1,5cm e altura média inferior a 2m, tanto em novembro/03 como em novembro/04. O grupo intermediário ($DAP \geq 2,5 < 10$) é constituído por poucos indivíduos com DAP médio inferior a 4,5cm e altura em torno de 4,5m. O grupo de indivíduos mais desenvolvidos ($DAP \geq 10$ cm) possui DAP médio de 16cm e altura média 9,5 a 10m, em novembro/03 e novembro/04, respectivamente (Figura 23A e B). Os valores foram muito semelhantes em novembro/03 e novembro/04 (Tabela VIII).

Tabela VIII: Altura média e desvio padrão por classes de DAP da parcela 5, do Nóbrega.

Classes de DAP	Altura Média (m) e Desvio Padrão	
	novembro/2003	novembro/2004
DAP<2,5	1,57 +- 0,41	1,66 +- 0,87
DAP>2,5<10	4,41 +- 0,86	4,16 +- 1,77
DAP>10	9,48 +- 0,32	10,41 +- 0,53

A regressão de DAP e altura, com indivíduos de *Rhizophora mangle* da parcela 5 indica que o bosque é formado, principalmente, por dois grupos de indivíduos: aqueles com altura abaixo de 4m e aqueles com altura em torno de 10m (Figura 24). No Bagaçu, o grupo intermediário tinha estrutura mais desenvolvida com alturas entre 5 e 10m (Figura 24). O grande número de indivíduos pouco desenvolvidos (abaixo do dossel) (DAP<2,5cm) explica o fato do bosque ter altura média reduzida (abaixo de 4,5m) (Figura 20), apesar de ser um bosque bem desenvolvido, constituído por indivíduos atingindo até 12m de altura.

Figura 23: DAP médio e altura média, por classe de DAP da parcela 5, do Nóbrega. **A.** novembro/2003; **B.** novembro/2004.

Figura 24: Regressão linear de altura e DAP de *Rhizophora mangle*, na parcela 5 do Nóbrega, nos meses de monitoramento.

As densidades variaram pouco ao longo do tempo, nas três parcelas (Figura 25). A parcela 1 apresentou densidades variando de 8777 a 8111 troncos/0,1ha, enquanto que a parcela 1A variou de 8111 a 7777 troncos/ha, de novembro/03 a novembro/04, valores próximos aos da parcela 2 do Baguaçu (Figuras 15 e 25). A parcela 5, do Nóbrega, apresentou valores de densidade absoluta reduzidos, de 460 a 480 troncos/ha, de novembro/03 a novembro/04, também similares aos da parcela 5 do Baguaçu (Figuras 15 e 25). As semelhanças dos valores de densidade entre as áreas de estudo indica desenvolvimento estrutural similares, embora não apresentando as mesmas espécies dominantes, como no caso das parcelas 5 nas duas áreas de estudo.

Figura 25: Densidade absoluta dos bosques de mangue, nas parcelas fixas no Nóbrega, nos meses de monitoramento e dado de fev/2001 de CUNHA-LIGNON (2001).

Na parcela 1, observou-se redução da densidade de troncos vivos (de 7444 troncos/0,1ha, em novembro/2002, para 5889 troncos/0,1ha, em novembro/2004) e aumento da densidade de troncos mortos (de 1333 troncos/0,1ha, em novembro/2002 para 2222 troncos/0,1ha, em novembro/2004). Acredita-se que esse bosque ainda esteja em processo de adensamento.

Em relação à dominância de espécies, *Laguncularia racemosa* dominou quase 100% nas parcelas 1 e 1A, durante os dois anos de estudos (Figuras 26 e 27).

Na parcela 5, *Rhizophora mangle* dominou ao longo do monitoramento (Figura 27). Em relação ao trabalho de CUNHA-LIGNON (2001), houve diminuição dos indivíduos de *Avicennia schaueriana* (15% em janeiro/01 para 3% em novembro/04) (Figuras 27 e 28).

Figura 26: Dominância em área basal por espécie dos bosques de mangue nas parcelas fixas do Nóbrega. **A.** novembro/2002; **B.** maio/2003.

Av: *Avicennia schaueriana*; Rh: *Rhizophora mangle*; Lg: *Laguncularia racemosa*

Figura 27: Dominância em área basal por espécie dos bosques de mangue nas parcelas fixas do Nóbrega. **A.** novembro/2003; **B.** maio/2004; **C.** novembro/2004. Av: *Avicennia schaueriana*; Rh: *Rhizophora mangle*; Lg: *Laguncularia racemosa*

Figura 28: Dominância em área basal por espécie dos bosques de mangue no Nóbrega, em janeiro/2001 (Cunha-Lignon, 2001).

Av: *Avicennia schaueriana*; Rh: *Rhizophora mangle*; Lg: *Laguncularia racemosa*

O esquema da transversal da área de estudo Nóbrega resume as informações de desenvolvimento estrutural dos bosques de mangue, durante o monitoramento (Figura 29).

Figura 29: Esquemas do desenvolvimento estrutural dos bosques de mangue na área de estudo Nóbrega. **A.** parcelas estudadas por CUNHA-LIGNON (2001); **B.** bosques de mangue monitorados, em novembro/2003; e **C.** bosques de mangue monitorados, em novembro/2004. Esquemas elaborados por Ricardo Menghini e Marília Cunha-Lignon.

Sítio Grande

Na área de estudo Sítio Grande houve tendência a reduzidos aumentos de altura e diâmetro nas parcelas 1 e pulsoA, enquanto que na parcela 4, onde o bosque é mais desenvolvido, houve redução dos valores desses parâmetros (Figuras 30 e 31). A parcela 4 representa bosque entre 6 e 7m de altura e 8cm de DAP, enquanto que as parcelas 1 representa bosque com 3m de altura e 3cm de DAP e pulsoA com 1m de altura e 2cm de DAP (Figuras 30 e 31).

Figura 30: Altura média dos bosques de mangue, nas parcelas fixas do Sítio Grande, nos meses de monitoramento e dado de fev/2001 de CUNHA-LIGNON (2001).

Figura 31: Diâmetro à altura do peito médio dos bosques de mangue, nas parcelas fixas no Sítio Grande, nos meses de monitoramento e dado de fev/2001 de CUNHA-LIGNON (2001).

A regressão linear entre altura e DAP dos indivíduos de *Rhizophora mangle* com todas as parcelas, ao longo do monitoramento, apresentou boa correlação ($r^2 = 0,89$) (Figura 32). A maioria dos indivíduos encontra-se abaixo de 6m de altura com DAP inferior a 5cm, igualmente aos bosques das áreas de estudo Baguaçu e Nóbrega (Figuras 12, 22 e 32), caracterizando bosques jovens, colonizando novas áreas, com desenvolvimento intermediário para os padrões da região do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape. No Sítio Grande, outro grupo de indivíduos encontra-se com altura próxima a 10m e DAP entre 10 e 12cm (Figura 32). No Baguaçu esse grupo de indivíduos é menos representativo (Figura 12) e no Nóbrega são de outra espécie vegetal, não tendo sido incorporados à regressão.

Figura 32: Regressão linear de altura e DAP de *Rhizophora mangle*, nas parcelas fixas do Sítio Grande nos meses de monitoramento.

Agrupando-se os indivíduos da parcela 4 por diâmetro em classes de DAP ($<2,5$; $\geq 2,5 < 10$; e ≥ 10 cm), observa-se que o grupo com indivíduos mais desenvolvidos possui DAP médio 10,5cm e altura de 10m. Os indivíduos do grupo intermediário (DAP $\geq 2,5 < 10$) apresentam valores mais próximos aos do grupo de indivíduos mais desenvolvidos, com em torno de DAP médio 8,5cm e altura próxima a 8,5m. Os indivíduos menos desenvolvidos estruturalmente apresentam DAP médio até 1cm e altura em torno de 1m (Figura 33A e B). Os valores não variam de forma expressiva ao longo do tempo (Tabela IX).

Tabela IX: Altura média e desvio padrão por classes de DAP da parcela 4, do Sítio Grande.

Classes de DAP	Altura Média (m) e Desvio Padrão	
	novembro/2003	novembro/2004
DAP<2,5	1,12 +- 0,01	1,10 +- 0,14
DAP>2,5<10	8,38 +- 1,25	9,95 +- 0,42
DAP>10	9,81 +- 0,75	10,28 +- 0,99

Na regressão linear de DAP e altura com indivíduos de *Rhizophora mangle* na parcela 4, observa-se que o bosque é constituído por três grupos. Os mais numerosos são os indivíduos de pequeno desenvolvimento estrutural (DAP <2,0cm e altura < 2,0m) e dos indivíduos mais desenvolvidos (DAP>10cm e altura em torno de 10m) (Figura 34). O grupo de indivíduos de desenvolvimento estrutural intermediário é pouco representativo numericamente (Figura 34). Resultado semelhante foi encontrado nos bosques mais desenvolvidos em Baguaçu e Nóbrega (Figuras 14 e 24). Dessa forma, bosques maduros possuem grande número de indivíduos jovens abaixo do dossel (com altura em torno de 2m) e poucos indivíduos com desenvolvimento intermediário (com altura próxima a 7m). Indivíduos jovens se desenvolvem quando ocorrem clareiras no bosque, quando abrem espaço no dossel e, conseqüentemente, há entrada de luz.

Figura 33: DAP médio e altura média, por classe de DAP da parcela 4, do Sítio Grande. **A.** novembro/2003; **B.** novembro/2004.

Figura 34: Regressão linear de altura e DAP de *Rhizophora mangle*, na parcela 4 do Sítio Grande, nos meses de monitoramento.

As densidades absolutas variaram pouco ao longo do monitoramento. O pulsoA apresentou aumento na densidade, de 1057 troncos/0,1ha, em junho/03 para 1628 troncos/0,1ha, em novembro/04. Na parcela 1 houve redução da densidade com 5120 troncos/0,1ha, em junho/03 para 4520 troncos/0,1ha, em novembro/04. A parcela 4 apresentou valores de densidades mais baixos, com 580 troncos/0,1ha, em novembro/03 para 720 troncos/0,1ha, em novembro/04 (Figura 35).

Os bosques do Sítio Grande foram os de menor densidade em relação às outras áreas de estudo (Figuras 15, 25 e 35). Enquanto que o pulsoA, do Sítio Grande, apresentou densidade absoluta de 1057 troncos/0,1ha para 1629 troncos/0,1ha, o pulsoB do Bagaçu, apresentou densidades entre 3259 troncos/0,1ha para 6962 troncos/0,1ha, de maio/03 a novembro/04, respectivamente para as duas áreas de estudo (Figuras 15 e 35). A parcela 1 do Sítio Grande, com desenvolvimento estrutural semelhante à parcela 1 do Nóbrega (Figuras 20 e 30), apresentou densidades mais baixas (Figuras 25 e 35), com 4520 troncos/0,1ha e 8111 troncos/0,1ha, em novembro/04, respectivamente. As densidades absolutas da parcela 4 foram semelhantes aos bosques mais desenvolvidos das outras áreas de estudo (Figuras 15, 25 e 35).

Figura 35: Densidade absoluta dos bosques de mangue, nas parcelas fixas no Sítio Grande, nos meses de monitoramento.

Em relação à dominância em área basal por espécie não houve alterações ao longo do monitoramento, como também não houve variação em relação aos dados obtidos por CUNHA-LIGNON (2001). Na parcela 4 dominou *Rhizophora mangle* em 100% (Figuras 36 e 37). Na parcela 1, representando bosque misto, de *Laguncularia racemosa* com 48%, *R. mangle* com 36% e *Avicennia schaueriana* com 16%, em novembro/04. Na parcela pulsoA, *R. mangle* dominou 100%, durante todo o monitoramento (Figuras 36 e 37).

No Sítio Grande (Baía do Trapandé), a parcela 1 é representada por bosque misto de *L. racemosa* e *R. mangle*, enquanto que no pulsoA, 100% da colonização de mangue é de *R. mangle*. Enquanto que nas áreas de estudo do Mar de Cananéia (Baguaçu e Nóbrega) domina *L. racemosa*.

As áreas em progradação estudadas, ao longo de todo o período de monitoramento (dois anos), possuem bosques com características distintas em relação às espécies vegetais típicas de mangue.

Figura 36: Dominância em área basal por espécie dos bosques de mangue nas parcelas fixas do Sítio Grande. **A.** junho/2003; **B.** novembro/2003; **C.** maio/2004. Av: *Avicennia schaueriana*; Rh: *Rhizophora mangle*; Lg: *Laguncularia racemosa*

Figura 37: Dominância em área basal por espécie dos bosques de mangue nas parcelas fixas do Sítio Grande.

A. novembro/2004; **B.** janeiro/2001 (CUNHA-LIGNON, 2001).

Av: *Avicennia schaueriana*; Rh: *Rhizophora mangle*; Lg: *Laguncularia racemosa*

O esquema da transversal da área de estudo Sítio Grande resume as informações de desenvolvimento estrutural dos bosques de mangue, durante o monitoramento (Figura 38).

Figura 38: Esquemas do desenvolvimento estrutural dos bosques de mangue na área de estudo Sítio Grande. **A.** parcelas estudadas por CUNHA-LIGNON (2001); **B.** bosques de mangue monitorados, em novembro/2003; e **C.** bosques de mangue monitorados, em novembro/2004. Esquemas elaborados por Ricardo Menghini e Marília Cunha-Lignon.

Bancos de sedimento e de *Spartina alterniflora*

Na área de estudo Baguaçu, em novembro/02, o marco zero do monitoramento da cobertura de *Spartina alterniflora* foi a estaca externa da parcela pulsoA. Em maio/03, com a incorporação do pulsoB ao monitoramento, o marco zero foi deslocado de 2m, na estaca externa dessa nova parcela. Esse marco foi utilizado até o final do monitoramento (novembro/04), visto que não foram delimitadas novas parcelas na área em progradação. A extensão da faixa de *S. alterniflora* apresentou progradação ao longo do tempo, aumentando, em média, de 1 a 2m a cada semestre: 9m (maio/03); 10m (novembro/03); 12 – 13m (maio/04); e 14m (novembro/04) (Figuras 39 e 40). A cobertura de *S. alterniflora* variou de 100% a áreas não colonizadas pela gramínea, ao longo da transversal. A maior densidade de plântulas e indivíduos jovens de mangue coloniza faixa de *S. alterniflora*, sendo pequena colonização no banco de sedimento. Em maio/2003, foi realizada amostragem de todos os indivíduos jovens e plântulas no banco de sedimento, sendo registrados 13 indivíduos em aproximadamente 800m², sendo 11 de *L. racemosa* e 2 de *R. mangle*. Ao longo do tempo, observa-se que plântulas e jovens colonizam novas áreas em progradação da faixa de *S. alterniflora*. Em maio/03, as maiores densidades localizavam-se até 6m do marco zero e em maio/04 até 9m de distância do marco zero, dentro da faixa de *S. alterniflora* (Figuras 41 e 42). Plântulas e jovens de *Avicennia schaueriana* apresentaram maiores densidades absolutas, variando de 1 indiv/m² a 6 indiv/m² ao longo do monitoramento (Figuras 41 e 42). Enquanto *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* apresentaram densidades menores, variando de 1 indiv/m² a 5 indiv/m² jovens e plântulas, ao longo do monitoramento (Figuras 41 e 42). Em maio/2004, foi realizada segunda amostragem, paralela ao eixo principal de monitoramento, de modo a aumentar o valor amostral. Os resultados obtidos foram bastante similares nas duas amostragens (Figura 42).

Figura 39: Cobertura vegetal de *Spartina alterniflora*, na área de estudo Baguaçu. **A.** novembro/2002; **B.** maio/2003; **C.** novembro/2003.

Figura 40: Cobertura vegetal de *Spartina alterniflora*, na área de estudo Baguaçu. **A.** maio/2004 1ª amostragem; **B.** maio/2004 2ª amostragem; **C.** novembro/2004.

Figura 41: Densidade absoluta das espécies de mangue nos bancos de *Spartina alterniflora* e de sedimento, na área de estudo Baguaçu. A. novembro/2002; B. maio/2003; C. novembro/2003.

Figura 42: Densidade absoluta das espécies de manguê nos bancos de *Spartina alterniflora* e de sedimento, na área de estudo Baguaçu.

A. maio/2004 1ª amostragem; **B.** maio/2004 2ª amostragem; **C.** novembro/2004.

Na área de estudo Nóbrega, a faixa de *S. alterniflora* é bem menor do que nas outras áreas de estudo, em função da menor taxa de progradação nessa área, como verificado em tratamento digital das fotografias aéreas no nível *Stand* (Figuras 7 e 9). A transversal de monitoramento foi instalada a 3m à esquerda da parcela 1, a fim de se evitar pisoteio na faixa em progradação. A partir do registro da cobertura de *S. alterniflora* observa-se que a área monitorada está sendo erodida. Em novembro/03, a faixa de *S. alterniflora* cobria extensão de 7m e em novembro/04 4m, totalizando a perda de 3m de extensão do banco de gramínea em um ano (Figuras 43 e 44). Essa área de estudo não apresentou novos pulsos de progradação de bosques de mangue, ou seja, plântulas e jovens colonizando a faixa de *S. alterniflora* não constituem bosque de mangue com indivíduos a partir de 1m de altura. *R. mangle* também apresenta maior densidade absoluta (de 1 a 8 indiv/m²) ao longo da transversal até 5m de distância, região do banco de *S. alterniflora*, de novembro/03 e maio/04 (Figura 45). Em novembro/04, *Laguncularia racemosa* apresentou maior densidade (12 indiv/m²) a 2m de distância do marco zero (Figura 45).

Figura 43: Área de estudo Nóbrega. Região de erosão no banco de *Spartina alterniflora*. Foto: Marc Lignon. Novembro/2004.

Figura 44: Cobertura vegetal de *Spartina alterniflora*, na área de estudo Nóbrega. A. novembro/2003; B. maio/2004; C. novembro/2004.

Figura 45: Densidade absoluta das espécies de mangue nos bancos de *Spartina alterniflora* e de sedimento, na área de estudo Nóbrega. **A.** novembro/2003; **B.** maio/2004; **C.** novembro/2004.

Na área de estudo Sítio Grande, a cobertura de *S. alterniflora* varia de 0 a 100% (Figura 46), com alguns micro-canais, ao longo da extensão. O presente estudo permitiu o registro da erosão da cobertura de *S. alterniflora*, ao longo do tempo. A faixa dessa gramínea estendia-se até 47m (maio/03) e foi reduzida para 42m (novembro/04), totalizando redução de 5m de extensão do banco de *S. alterniflora* em um ano e meio (Figura 47). As plântulas e os jovens de mangue colonizam praticamente toda a faixa de *S. alterniflora* e concentram-se nas faixas em torno de 7m e de 30m de distância (Figuras 47 e 48). Nessa área de estudo, *R. mangle* domina ao longo de toda a transversal, variando de 1 a 8 indiv/m² (Figura 48). Não há plântulas e indivíduos jovens de no banco de sedimento (Figuras 47 e 48).

Figura 46: Cobertura de *Spartina alterniflora* na área de estudo Sítio Grande.
Foto: Marília Cunha Lignon. Novembro/2004.

Figura 47: Cobertura vegetal de *Spartina alterniflora*, na área de estudo Sítio Grande. **A.** maio/2003; **B.** novembro/2003; **C.** maio/2004; **D.** novembro/2004.

Figura 48: Densidade absoluta das espécies de manguê nos bancos de *Spartina alterniflora* e de sedimento, na área de estudo Sítio Grande. **A.** maio/2003; **B.** novembro/2003; **C.** maio/2004; **D.** novembro/2004.

Apesar das áreas de estudo Nóbrega e Sítio Grande apresentarem plântulas e jovens na faixa de *S. alterniflora* em área de progradação dos bosques, foi registrado início de erosão do banco de *S. alterniflora*. Esse quadro deve ser monitorado a fim de se registrar inversão da dinâmica local, de área em progradação para erosiva, em escala temporal maior que dois anos (2002 a 2004). Em escalas espacial e temporal distintas (1981 e 1997), o tratamento de fotografias aéreas com técnicas de sensoriamento remoto indicou progradação ativa nessas áreas de estudo.

O monitoramento na área de estudo Baguaçu indicou que a densidade de plântulas e jovens de mangue em áreas colonizadas por *S. alterniflora* *Avicennia schaueriana* foi a espécie dominante, apesar de *L. racemosa* ser dominante nos bosques de colonização recente. Em Nóbrega, dominou *R. mangle* em dois meses e no último mês de monitoramento foi *L. racemosa* que apresentou maior densidade. Enquanto que no Sítio Grande, dominou *R. mangle* durante todo do monitoramento.

O monitoramento fotográfico auxiliou na análise do desenvolvimento de bosques de mangue. Nota-se desenvolvimento de plântulas e jovens na faixa de *S. alterniflora*, nos períodos de junho/2001, dezembro/2003 e novembro/2004, referente à parcela fixa pulsoA na área de estudo Sítio Grande (Figura 49).

Figura 49: Registro fotográfico do banco de *Spartina alterniflora*, sendo colonizado por *Rhizophora mangle* na área de estudo Sítio Grande. Referência em destaque com 1m73. Fotos: Marília Cunha Lignon. **A.** Junho/2001; **B.** Dezembro/2003; **C.** Novembro/2004.

Mapeamento de Áreas em Progradação

Foram quatro dias (16 a 19 de agosto de 2004) totalizando 16 horas de navegação, necessários ao mapeamento dos bosques de mangue em áreas em progradação no Mar de Cananéia (da Ponta do Arrozal até o bairro de Pedrinhas, na Ilha Comprida) e na Baía do Trapandé (da Ponta do Arrozal até o Rio Itapitanguí) (Figura 50).

Figura 50: Área navegada (em laranja) no Mar de Cananéia e na Baía do Trapandé, para mapeamento dos bosques de mangue em progradação.

Foram marcados 43 áreas com bosques de mangue em progradação, sendo 17 no Mar de Cananéia e 19 na Baía do Trapandé, incluindo as áreas de estudo do presente trabalho (Baguaçu, Nóbrega e Sítio Grande).

Mar de Cananéia

Nas áreas com bosques de mangue em progradação, no Mar de Cananéia, a extensão dos bancos de *Spartina alterniflora* variou de 1,40m a 20m, enquanto na Baía do Trapandé esses bancos variaram de 2,50m a 25m de extensão. Provavelmente a extensão do banco de *Spartina* deve-se às características hidrodinâmicas de cada local. Nesse mapeamento, não se observou relação evidente entre a extensão dos bancos e a espécie dominante em cada bosque de mangue. No Mar de Cananéia, somente 16% das áreas marcadas não apresentaram bancos de *Spartina alterniflora* se desenvolvendo à frente dos bosques de mangue em progradação.

No Mar de Cananéia, na maioria das áreas marcadas, a plataforma de progradação sedimentar era dominada por lama (58%), outras por areia (32%) e outras por misto de lama e areia (10%). Enquanto que na Baía do Trapandé, a maioria das áreas em progradação eram caracterizadas por areia (71%), outras áreas com misto de areia e lama (23%) e outras dominando lama (6%).

As áreas referentes à “parcela 1” (altura do bosque 3m) são dominadas em 95% por *Laguncularia racemosa* e 5% por *Rhizophora mangle*. A altura média do bosque foi de 2,93m, com desvio padrão de 0,17m.

Nas áreas referentes ao “pulsoA”, *L. racemosa* dominou em 89%, *R. mangle* em 5,3% e bosques mistos de *L. racemosa* e *R. mangle* 5,3%. A altura média do bosque foi de 2,09m, com desvio padrão de 0,37m.

Em áreas referentes ao “pulsoB”, *L. racemosa* dominou em 80% e *R. mangle* em 20%. A altura média do bosque foi de 1,45m, com desvio padrão de 0,27m.

Em apenas três áreas (16%) referentes ao “pulsoC” apresentaram bosques de mangue, sendo 10% dominado por *L. racemosa* e 5% por *R. mangle*. A altura média do bosque foi de 1,27m, com desvio padrão de 0,15m. Em nenhum dos bosques ocorreu *Avicennia schaueriana*.

Baía do Trapandé

Na Baía do Trapandé, todos os bosques de mangue em progradação estão relacionados a bancos de *Spartina alterniflora*.

As áreas referentes à “parcela 1” são dominadas por *Laguncularia racemosa* 76% e 23% dominada por *Rhizophora mangle*. A altura do bosque média foi de 2,82m, com desvio padrão de 0,17m.

Nas áreas referentes ao “pulsoA”, *R. mangle* dominou em 53% e *L. racemosa* em 41% e bosques mistos de *L. racemosa* e *R. mangle* 6%. A altura média do bosque foi de 1,95m, com desvio padrão de 0,36m.

Em áreas referentes ao “pulsoB”, *L. racemosa* dominou em 47% e *R. mangle* em 47% e bosques mistos de *L. racemosa* e *R. mangle* 7%. A altura média do bosque foi de 1,34m, com desvio padrão de 0,18m.

Em apenas três áreas (18%) referentes ao “pulsoC” apresentaram bosques de mangue, sendo todas as áreas dominadas por *L. racemosa*. A altura média do bosque foi de 1.20m. Em nenhum dos bosques ocorreu *Avicennia schaueriana*.

Mar de Cananéia e Baía do Trapandé

No Mar de Cananéia, as áreas de bosques de mangue em progradação estão localizadas nas faces deposicionais do canal lagunar, estando bem distribuídas. Enquanto que na Baía do Trapandé, a maior concentração de bosques de mangue em progradação está localizada na Ilha do Cardoso. Apesar de grande deposição de sedimento nas desembocaduras dos rios Itapitangui, Mandira, das Minas, Boacica, observou-se poucas áreas de bosques de mangue em progradação.

No Mar de Cananéia, domina a espécie de mangue *L. racemosa* nas faces deposicionais, em todas as “parcelas” e “pulsos”. Enquanto que na Baía do Trapandé, observou-se que os bosques de mangue em progradação podem estar dominados por *L. racemosa* ou *R. mangle*, não sendo encontrado fator que definisse tal resultado.

Testemunhagens

A Tabela X apresenta a localização dos testemunhos coletados no Baguaçu, obtida com GPS e ao longo da transversal, na área de estudo (Figura 51).

Tabela X: Localização dos pontos de coleta de testemunhos na Baguaçu.

Ponto	Erro (m)	Coordenada		Local
GPS		UTM		
1	5	207.509	7.234.278	BA-SD (banco de sedimento)
2	4	207.519	7.234.342	BA-SP (banco de <i>Spartina alterniflora</i>)
3	5	207.518	7.234.354	BA-LG (<i>Laguncularia racemosa</i>)
4	5	207.514	7.234.399	BA-AV (<i>Avicennia schauerina</i>)

BA= Baguaçu

Na descrição do testemunho, são considerados fragmentos milimétricos aqueles menores do que 1cm de comprimento; fragmentos centimétricos que variam de 1cm a 10cm; e fragmentos decimétricos aqueles que ultrapassam 10cm de comprimento.

No testemunho BA-SD (1), observa-se faixa larga de 106 a 21cm, onde dominam areia fina e areia muito fina com lentes argilosas irregulares, formando padrão mosqueado. Da base até 53cm, domina a cor 7.5 Y 5/2 (grayish olive), com lama 10 Y 3/1 (olive black). A granulometria diminui em direção ao topo (granodescrescência ascendente), aumentando o conteúdo de lama. Entre 93 e 89cm, ocorrência de fragmentos de carbonato (conchas). Em 83cm, concentração milimétrica de fragmentos vegetais. A 49,5cm, ocorrência de fragmentos vegetais dispersos, de tamanhos milimétricos a centimétricos. De 53cm a 10cm, domina a cor 10 Y 3/2 (olive black). Em direção ao topo, as estruturas sedimentares passam de plano-paralelas para maciça. De 21 a 0cm, domina lama arenosa, com aumento dos teores de matéria orgânica, sobretudo entre 9 a 3,5cm, onde domina a cor 10 Y 2/1 (black). No topo, concentração de lama maciça, dominando a cor 10 Y 3/2 (olive black) (Figuras 52 e 53).

Figura 51: Localização da coleta de testemunhos na área de estudo Baguaçu. **BA-SD (1)**: Baguaçu - sedimento; **BA-SP (2)**: Baguaçu - *Spartina*; **BA-LG (3)**: Baguaçu - *Laguncularia*; e **BA-AV (4)**: Baguaçu - *Avicennia*. Esquema elaborado por Ricardo Menghini e Marília Cunha-Lignon.

Figura 52: Legenda das descrições macroscópicas dos testemunhos.

TESTEMUNHO BA-SD (1)

Figura 53: Testemunho da área de estudo Baguaçu, no banco de sedimento BA-SD (1). A. Foto-montagem do testemunho coletado. Fotos: Clodoaldo V. Tolentino. B. Esquema da descrição macroscópica do testemunho.

No testemunho BA-SP (2), de 120 a 112cm dominam areia muito fina, com poucos fragmentos biodetríticos milimétricos, e cor 7.5 Y 3/2 (olive black). De 112 a 108cm, domina areia muito fina a areia fina, com poucos biodetritos (Gastropoda) milimétricos dispersos. De 112 a 104cm domina a cor 7.5 Y 4/1 (gray). A 108cm, presença de matéria orgânica vegetal sub-centimétrica. De 108 a 104cm, presença de areia muito fina, com estrutura maciça e fragmentos vegetais dispersos, de tamanho milimétrico. Presença de nódulo argiloso em matriz de areia muito fina, com núcleo de areia clara e pouca matéria orgânica, entre 104 e 101cm, onde domina a cor 10 Y 3/1 (olive black). De 102 a 98cm, presença de areia muito fina com concentração de fragmentos biodetríticos. De 92 a 88,5cm fragmentos vegetais, em estrutura maciça e poucos fragmentos biodetríticos dispersos (milimétricos). De 102 a 86cm, domina a cor 7.5 Y 4/1 (gray). Entre 86 e 82cm, presença de areia fina e estrutura maciça, com cor 2.5 GY 4/1 (dark olive gray). De 82 a 73cm, areia fina, com fragmentos vegetais dispersos (81, 76 e 75cm), subcentimétricos, onde a cor é 7.5 Y 4/1 (gray). Entre 73 a 69cm, areia fina maciça e pouca matéria orgânica. De 73 a 67cm, domina a cor 2.5 GY 4/1 (dark olive gray). De 69 a 67, presença de areia muito fina lamosa, rica em matéria orgânica. De 69 a 49cm, domina areia muito fina maciça, com presença de fragmentos vegetais milimétricos a 52cm. Nesse trecho domina a cor 7.5 Y 4/1 (gray). Entre 49 a 44cm, presença de areia fina a areia muito fina, com núcleos de areia sem matéria orgânica e nível de fragmentos biodetríticos, e cor 7.5 Y 4/2 (grayish olive). De 44 a 23cm, areia muito fina domina, estrutura maciça, com aumento de lama para o topo (granodescrescência ascendente) e aumento de matéria orgânica para o topo. Fragmentos vegetais subcentimétricos a 41 e 30,5cm. De 23 a 10cm, presença de areia muito fina com lama gradando para lama com areia muito fina, estrutura maciça e presença de fragmentos vegetais (*Spartina alterniflora*) decimétricos. De 10 a 0cm domina lama com núcleos dispersos ricos em matéria orgânica. De 44cm ao topo domina a cor 7.5 Y 4/1 (gray), sendo que no topo ocorrem manchas de cor N 1.5/0 (black). (Figuras 52 e 54).

TESTEMUNHO BA-SP (2)

Figura 54: Testemunho da área de estudo Baguaçu, no banco de *Spartina alterniflora* BA-SP (2). A. Foto-montagem do testemunho coletado. Fotos: Clodoaldo V. Tolentino. B. Esquema da descrição macroscópica do testemunho.

No testemunho BA-LG (3), entre 110 a 96,5cm, dominam areia fina a areia muito fina, com lentes argilosas centimétrica irregulares e dispersas, formando padrão mosqueado e presença de fragmentos vegetais subcentimétricos. Nesse trecho domina a cor 7.5 Y 5/2 (grayish olive) com lama de cor 10 Y 3/1 (olive black). De 96,5 a 70cm, padrão mosqueado descrito anteriormente, presença de fragmentos carbonáticos no topo, onde dominam as mesmas cores descritas no trecho anterior. A 74cm, presença de fragmentos de *S. alterniflora*. Entre 70 a 57cm, presença de areia fina e diminuição do mosqueamento, tendendo a estrutura maciça, com aumento de matéria orgânica e presença de fragmentos vegetais a 69cm. A 68cm, concentração de fragmentos carbonáticos. Entre 57 e 51,5cm, mesmo padrão citado acima, com maior concentração de fragmentos vegetais. A 56cm, fragmento de galho de mangue (provavelmente de *Laguncularia racemosa*) e a 52cm fragmento vegetal subcentimétrico. De 51,5 a 30cm, dominam areia muito fina com lama, gradando para lama no topo. De 70 a 30cm domina a cor 10 Y 3/2 (olive black). A 42cm, presença de fragmento vegetal, e ocorrência de *S. alterniflora* por toda sequência. Entre 30 e 6cm, domina lama, com cor 7.5 Y 2/2 (olive black). Nesse trecho observa-se a ocorrência de fragmentos de *S. alterniflora* de 26cm a 16cm, indicando ocorrência da gramínea antes da instalação do bosque de *L. racemosa*. Aumento de matéria orgânica e de fragmentos vegetais para o topo. De 6cm ao topo, lama preta com muita matéria orgânica e fragmentos vegetais atuais (folhas e raízes) e cores 10 YR 7/1 (black) e N 1.5 5/0 (black) (Figuras 52 e 55).

TESTEMUNHO BA-LG (3)

Figura 55: Testemunho da área de estudo Baguaçu, em bosque dominado por *Laguncularia racemosa* BA-LG (3). A. Foto-montagem do testemunho coletado. Fotos: Clodoaldo V. Tolentino. B. Esquema da descrição macroscópica do testemunho.

No testemunho BA-AV (4), entre 95 a 73cm, dominam areia fina e areia muito fina, com lentes argilosas irregulares, constituindo padrão mosqueado. A 89cm, presença de fragmento vegetal, e alguns pequenos fragmentos vegetais milimétricos dispersos. De 73 a 60cm, o sedimento apresenta características semelhantes às descritas anteriormente, porém ocorre presença marcante de raízes e folhas. De 71 a 63cm, presença de fragmentos vegetais de *S. alterniflora*. Da base a 60cm, domina a cor 7.5 Y 5/2 (grayish olive), com lama de cor 10 Y 3/1 (olive black). De 60cm ao topo, presença de lama maciça com pouca areia, gradando para lama, com cor 2.5 GY 3/1 (dark olive gray). Entre 58 a 49cm, grande quantidade de fragmentos vegetais decompostos marrom avermelhado, microrraízes e fragmentos milimétricos de folhas. Entre 49 e 31cm, grandes raízes e folhas de mangue e pequenos fragmentos vegetais milimétricos dispersos. De 31 a 20cm, presença de grande quantidade de fragmentos vegetais filamentosos dispersos, sugerindo colonização de *S. alterniflora*, anterior à instalação do bosque de mangue. De 20cm ao topo, presença de raízes grandes, folhas e galhos de *Avicennia schaueriana* (Figuras 52 e 56).

TESTEMUNHO BA-AV (4)

Figura 56: Testemunho da área de estudo Bagaçu, em bosque dominado por *Avicennia schaueriana* BA-AV (4). A. Foto-montagem do testemunho coletado. Fotos: Clodoaldo V. Tolentino. B. Esquema da descrição macroscópica do testemunho.

Apenas a descrição dos testemunhos já foi importante instrumento para confirmar o processo de sucessão em Baguaçu. Há formação do banco de sedimento, com alternância de sedimentos finos e lamosos; posteriormente, colonização pela gramínea *S. alterniflora*; seguida de *L. racemosa*. Na área mais antiga da transversal, onde o bosque é mais desenvolvido estruturalmente, observou-se esse mesmo processo de sucessão, com colonização posterior por *Avicennia schaueriana*. A sucessão confirmada pelos testemunhos, confirma modelo proposto por DIAS-BRITO & ZANINETTI (1979).

A base de todas as amostras apresenta padrão muito semelhante, mosqueado irregular com alternância de areia muito fina a fina, com lentes argilosas. Dessa forma, pode-se supor a formação da base da área de estudo (banco de sedimento antes de ser colonizado por manguezal) seguiu padrão semelhante.

Os valores de suscetibilidade magnética dos testemunhos do banco de sedimento BA-SD (1) e de *Spartina alterniflora* BA-SP(2) variaram entre 2,0 e 4,0 (Figuras 57 e 58). Na base de todos os testemunhos, observa-se valores de suscetibilidade magnética mais baixa, pois domina areia fina (Figuras 57, 58, 59 e 60). A suscetibilidade magnética pode indicar padrão de granulometria ao longo do testemunho, sendo que em faixas mais arenosas a suscetibilidade é mais baixa do que em faixas mais lamosas (Mahiques, com. pess.)¹.

As faixas correspondentes à localização de ocorrência de *Spartina alterniflora*, nos testemunhos BA-SP (2) e BA-AV (4), apresentaram valores semelhantes com análise da suscetibilidade magnética (Figuras 58 e 60).

A fim de se analisar com mais detalhe as variações na suscetibilidade magnética registradas ao longo dos testemunhos BA-LG (3) (Figura 59) e BA-AV (4) (Figura 60), foram retirados os altos valores, encontrados no topo.

¹ Prof. Dr. Michel M. Mahiques - Departamento de Oceanografia Física, Química e Geológica - IOUSP. 02 de julho de 2003

As Figuras 61 e 62, referentes à suscetibilidade magnética dos testemunhos BA-LG (3) e BA-AV (4), respectivamente, apresentam altos valores do topo a 50cm de profundidade. Os mais altos valores foram detectados a zero de profundidade, sendo que o mais alto valor em BA-LG (3) foi de 24,709 e em BA-AV (4) de 53,233. Esses valores podem estar indicando registro da descarga de metais provenientes do Valo Grande (Mahiques, com. pess.)². Para tais afirmações são necessários mais estudos, envolvendo análises geoquímicas e maior número de amostragens. Essa abordagem não foi enfocada no presente estudo.

² Prof. Dr. Michel M. Mahiques - Departamento de Oceanografia Física, Química e Geológica - IOUSP. 02 de julho de 2003

Figura 57: Suscetibilidade magnética do testemunho coletado no banco de sedimento BA-SD (1), da área de estudo Baguaçu.

Figura 58: Suscetibilidade magnética do testemunho coletado no banco de *Spartina alterniflora* BA-SP (2), da área de estudo Baguaçu.

Figura 59: Suscetibilidade magnética do testemunho coletado no bosque dominado por *Laguncularia racemosa* BA-LG (3), da área de estudo Baguaçu, excluindo-se os primeiros 50mm de profundidade, com valores acima de $4,0 \cdot 10^{-5}$ S.I.

Figura 60: Suscetibilidade magnética do testemunho coletado no bosque dominado por *Avicennia schaueriana* BA-AV (4), da área de estudo Baguaçu, excluindo-se os primeiros 50mm de profundidade, com valores acima de

Figura 61: Suscetibilidade magnética do testemunho coletado no bosque dominado por *Laguncularia racemosa* BA-LG (3), da área de estudo Baguaçu.

Figura 62: Suscetibilidade magnética do testemunho coletado no bosque dominado por *Avicennia schaueriana* BA-AV (4), da área de estudo Baguaçu.

Caracterização do Sedimento

Salinidade intersticial

A salinidade intersticial variou entre 25 e 40, em 10 e 50cm de profundidade, nas áreas de estudo Baguaçu, Nóbrega e Sítio Grande (Tabelas XI a XIII). De modo geral, os valores de salinidade a 10cm foram bastante próximos dos valores a 50cm de profundidade (Figura 63).

Os valores de desvio padrão, tanto a 10cm como a 50cm de profundidade, nas três áreas de estudo foram baixos, indicando resultados bastante próximos nos três pontos amostrados (Tabelas XI a XIII).

Tabela XI: Salinidades intersticiais a 10 e 50cm de profundidade, média e desvio padrão, em três sub-amostras de cada parcela, na área de estudo Baguaçu.

Local de Coleta	Profundidade			Média	Desvio Padrão	Profundidade			Média	Desvio Padrão
	10cm	10cm	10cm			50cm	50cm	50cm		
Sedimento	26	26	26	26	0,00	24	25	26	25	0,67
Spartina pulso B	27	34	27	29	3,11	23	26	26	25	1,33
pulso A	30	26	26	27	1,78	26	26	26	26	0,00
P1	31	30	28	29	1,11	24	26	25	25	0,67
P2	36	31	35	34	2,00	32	31	30	31	0,67
P3	35	35	40	37	2,22	31	31	33	32	0,89
P4	36	36	37	36	0,44	34	31	33	33	1,11
P5	36	34	33	34	1,11	35	30	30	32	2,22
P6	36	40	40	39	1,78	40	40	42	41	0,89
P7	26	26	30	27	1,78	29	26	33	29	2,44
P8	29	30	30	30	0,44	31	26	30	29	2,00
P9	31	30	30	30	0,44	31	30	30	30	0,44
P10	30	30	30	30	0,00	26	30	27	28	1,56
P11	30	26	30	29	1,78	25	25	25	25	0,00
	26	26	26	26	0,00	26	26	26	26	0,00

Tabela XII: Salinidades intersticiais a 10 e 50cm de profundidade, média e desvio padrão, em três sub-amostras de cada parcela, na área de estudo Nóbrega.

Local de Coleta	Profundidade			Média	Desvio Padrão	Profundidade			Média	Desvio Padrão
	10cm	10cm	10cm			50cm	50cm	50cm		
Sedimento	30	26	36	31	3,56	26	27	30	28	1,56
Spartina P1	30	28	29	29	0,67	26	27	26	26	0,50
P1A	32	31	31	31	0,44	30	31	30	30	0,44
P2	32	31	31	31	0,44	31	30	30	30	0,44
P3	28	30	30	29	0,89	29	30	30	30	0,44
P4	30	30	31	30	0,44	31	31	36	33	2,22
P5	35	31	31	32	1,78	31	32	30	31	0,67
	28	30	31	30	1,11	27	27	31	28	1,78

Tabela XIII: Salinidades intersticiais a 10 e 50cm de profundidade, média e desvio padrão, em três sub-amostras de cada parcela, na área de estudo Sítio Grande.

Local de Coleta	Profundidade			Média	Desvio Padrão	Profundidade			Média	Desvio Padrão
	10cm	10cm	10cm			50cm	50cm	50cm		
Sedimento	27	30	30	29	1,33	30	30	30	30	0,00
Spartina pulso A	30	30	30	30	0,00	28	30	29	29	0,50
P1	28	30	30	29	0,89	28	29	29	29	0,33
P2	31	35	34	33	1,56	31	33	35	33	1,00
P3	36	33	35	35	1,11	31	30	35	32	1,50
P4	35	40	40	38	2,22	33	35	32	33	0,83
P5	32	35	35	34	1,33	32	35	30	32	1,33
P6	32	32	30	31	0,89	30	30	30	30	0,00
	30	30	31	30	0,44	33	31	35	33	1,00

Figura 63: Salinidade intersticial nos bosques de mangue, a 10 e 50cm de profundidade, nas três áreas de estudo. **A.** Bagaçu; **B.** Nóbrega; e **C.** Sítio Grande.

Cor do sedimento

As Tabelas XIV, XV e XVI apresentam as cores encontradas nas amostras de sedimento, a 10 e a 50cm de profundidades, nas três áreas de estudo. A Tabela XVII apresenta os símbolos da Tabela de Munsell e as cores correspondentes.

Em Baguaçu dominam as cores 5 GY 3/2 (grayish olive green), nos pontos de estudo sedimento, a 10 e 50cm, e no ponto Spartina, a 50cm. Nesse último ponto a 10cm, domina a cor 5 G 2/1 (greenish black). Nos pontos de estudo pulso B, pulso A, parcela 1, parcela 2 e parcela 10 dominam as cores 5 Y 2/1 (olive black) a 10cm e 5 Y 3/2 (olive gray), a 50cm, onde domina *Laguncularia racemosa*. Das parcelas 3 a 7, domina a cor 5 Y 3/2 (olive gray), tanto a 10cm como a 50cm. Essas parcelas localizam-se no eixo longitudinal de crescimento da ilha. Nas outras estações, não houve dominância de cores (Tabela XIV).

No Nóbrega, dominam as cores 5 G 2/1 (greenish black), a 10 e 50cm, nos pontos de estudo sedimento e Spartina. Em todas as outras parcelas dominam as cores 5 Y 2/1 (olive black) a 10cm e 5 G 2/1 (greenish black) a 50cm de profundidade (Tabela XV).

No Sítio Grande, dominam as cores 5 GY 3/2 (grayish olive green), a 10 e 50cm, nos pontos sedimento e Spartina. Apesar de estar em sedimento mais consolidado e arenoso, na parcela 2 dominou a cor 5 Y 4/1 (olive gray), nos dois intervalos de profundidade. Nas parcelas 3 e 4, onde dominam indivíduos de *Rhizophora mangle* bem desenvolvidos e sedimento menos consolidado, as cores 5 Y 3/2 (olive gray) e 5 Y 4/1 (olive gray) dominaram nas duas profundidades. Nas outras parcelas não foram observadas dominâncias de cores (Tabela XVI).

De modo geral, nos pontos de estudo, bancos de sedimento e de Spartina, ainda não colonizadas por mangue, tiveram as mesmas cores, a 10 e 50cm que, por conseguinte, não foram encontradas nos outros pontos de estudo, colonizadas por bosques de mangue.

Tabela XIV: Cor do sedimento nas três sub-amostras, a 10 e 50cm de profundidade, no Baguaçu.

Local de coleta	Cor					
	Sub-amostra 1		Sub-amostra 2		Sub-amostra 3	
	10cm	50cm	10cm	50cm	10cm	50cm
sedimento	5 GY 3/2	5 GY 3/2	5 GY 3/2	5 GY 3/2	5 GY 3/2	5 GY 3/2
<i>Spartina</i>	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 2/1	5 Y 3/2	5 Y 2/1	5 Y 3/2
pulso B	5 Y 2/1	5 Y 3/2	5 Y 2/1	5 Y 3/2	5 Y 2/1	5 Y 3/2
pulso A	5 Y 2/1	5 Y 3/2	5 Y 4/1	5 GY 3/2	5 Y 2/1	5 Y 3/2
parcela 1	5 Y 2/1	5 Y 4/1	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 2/1	5 Y 3/2
parcela 2	5 Y 2/1	5 Y 3/2	5 Y 4/1	5 Y 3/2	5 Y 2/1	5 Y 3/2
parcela 3	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 2/1	10 YR 2/2	5 Y 3/2
parcela 4	5 Y 4/1	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 3/2
parcela 5	5 Y 3/2	10 YR 2/2	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 4/1	5 Y 3/2
parcela 6	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 2/1	5 Y 3/2
parcela 7	5 Y 2/1	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 3/2
parcela 8	5 Y 2/1	5 Y 3/2	5 YR 2/1	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 4/1
parcela 9	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 4/1	5 Y 4/1	10 YR 2/2	5 Y 2/1
parcela 10	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 2/1	5 GY 3/2	5 Y 2/1	5 Y 3/2
parcela 11	5 Y 4/1	5 GY 4/1	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 4/1

Tabela XV: Cor do sedimento nas três sub-amostras, a 10 e 50cm de profundidade, no Nóbrega.

Local de coleta	Cor					
	Sub-amostra 1		Sub-amostra 2		Sub-amostra 3	
	10cm	50cm	10cm	50cm	10cm	50cm
sedimento	5 G 2/1	5 G 2/1	5 G 2/1	5 G 2/1	5 G 2/1	5 G 2/1
<i>Spartina</i>	5 G 2/1	5 G 2/1	5 G 2/1	5 G 2/1	5 G 2/1	5 G 2/1
parcela 1	5 Y 3/2	5 Y 2/1	5 Y 3/2	5 G 2/1	5 Y 2/1	5 G 2/1
parcela 1A	5 Y 2/1	5 G 2/1	5 Y 2/1	5 G 2/1	5 Y 2/1	5 G 2/1
parcela 2	5 Y 2/1	5 G 2/1	5 G 2/1	5 G 2/1	5 Y 2/1	5 Y 2/1
parcela 3	5 Y 2/1	5 G 2/1	5 Y 2/1	5 G 2/1	5 Y 2/1	5 G 2/1
parcela 4	5 Y 2/1	5 G 2/1	5 Y 2/1	5 G 2/1	5 Y 2/1	5 G 2/1
parcela 5	5 Y 2/1	5 Y 2/1	5 Y 2/1	5 G 2/1	5 Y 2/1	5 G 2/1

Tabela XVI: Cor do sedimento nas três sub-amostras, a 10 e 50cm de profundidade, no Sítio Grande.

Local de coleta	Cor					
	Sub-amostra 1		Sub-amostra 2		Sub-amostra 3	
	10cm	50cm	10cm	50cm	10cm	50cm
sedimento	5 GY 3/2	5 GY 3/2	5 GY 3/2	5 GY 3/2	5 GY 4/1	5 GY 3/2
<i>Spartina</i>	5 GY 3/2	5 Y 3/2	5 GY 3/2	5 GY 3/2	5 Y 3/2	5 GY 3/2
pulso A	5 YR 2/1	5 GY 4/1	5 Y 4/1	5 GY 4/1	5 Y 4/1	5 GY 4/1
parcela 1	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 4/1	5 Y 3/2	5 YR 2/1	5 Y 3/2
parcela 2	5 Y 4/1	5 Y 4/1	5 Y 4/1	5 Y 3/2	10 YR 2/2	5 Y 4/1
parcela 3	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 GY 4/1	5 Y 3/2	10 Y 4/2
parcela 4	5 Y 4/1	5 Y 4/1	5 Y 4/1	5 GY 4/1	5 Y 3/2	5 Y 4/1
parcela 5	5 YR 4/1	5 Y R4/1	10 YR 2/2	5 YR 4/1	5 Y 4/1	5 Y 3/2
parcela 6	5 GY 3/2	5 GY 3/2	5 Y 3/2	5 Y 3/2	5 Y 2/1	5 Y 4/1

Tabela XVII: Símbolos da Tabela de Munsell e cores correspondentes.

Símbolo	Cor
5 YR 2/1	brownish black
5 YR 4/1	brownish gray
10 YR 2/2	dusky yellowish brown
10 Y 4/2	grayish olive
5 G 2/1	greenish black
5 Y 2/1	olive black
5 Y 4/1	olive gray
5 Y 3/2	olive gray
5 GY 4/1	dark greenish gray
5 GY 3/2	grayish olive green

Granulometria e Matéria Orgânica

O diversos tamanhos de sedimento foram fracionados em: argila, silte fino, silte grosso, areia fina e areia grossa. As frações argila, silte fino e silte grosso foram agrupados em lama e as frações areia fina e areia grossa em areia. Os resultados serão apresentados e discutidos nessas frações como agrupados em lama e areia.

Na área de estudo Baguaçu, as lamas dominaram em todas as parcelas (Figura 64) a 10cm, variando de 58% (sedimento) a 98% (P10). Na áreas de coleta Sedimento e Spartina, estão representadas por areia em 42% e 21%, respectivamente (Figura 64). A 50cm de profundidade, todos os locais de coleta são dominados por areia (Figura 65), variando entre 64% (P7) a 81% (P11). A 10cm predominaram as frações argila e silte fino (Figura 66) e a 50cm areia fina (Figura 67). Em todos os locais de coleta (a 10cm), a porcentagem de M.O. variou entre 20 e 40%, exceto em sedimento, onde a M.O. encontra-se abaixo de 10%. A 50cm de profundidade, a M.O. apresentou valores abaixo de 15%, sendo que na maioria dos locais de coleta os valores de M.O. encontram-se abaixo de 10%, provavelmente em função dos elevados valores de areia (maioria acima de 70%).

Na área de estudo Nóbrega, as concentrações de lama variaram de 68% (P5) a 98% (P2), a 10cm de profundidade (Figura 68). A 50cm, as concentrações de lama variaram entre 59% (P5) e 97% (P2) (Figura 69). As lamas, sobretudo argila e silte fino, dominaram ao longo de toda a transversal, tanto a 10cm como a 50cm de profundidade (Figuras 70 e 71). Nos locais de coleta Sedimento e Spartina, foi observado 20% de areia a 50cm. A área da parcela 5 (P5) está representada por 31% e 41% de areia, a 10cm e 50cm, respectivamente, composta principalmente por areia fina (Figuras 70 e 71). Tanto a 10cm como a 50cm, os valores de matéria orgânica (M.O.) variaram entre 20% e 40%. Nas parcelas sedimento (a 50cm) e P5 (a 10 e 50cm), onde a porcentagem de areia é mais elevada do que nos outros pontos de coleta de

sedimento dessa área de estudo, os valores de M.O. apresentaram-se abaixo de 20% (Figuras 68 e 69).

Na área de estudo Sítio Grande, o resultado foi bastante particular, provavelmente em função da posição das parcelas ao longo da transversal de estudo e da ação dos diferentes agentes (rio e estuário). Nas áreas Sedimento e Spartina e P1 dominou, a 10cm, areia com 55%, 82% e 69%, respectivamente (Figura 72). Essas três áreas localizam-se em um mesmo eixo da transversal. A 50cm, houve algumas variações em relação à granulometria obtida a 10cm, sobretudo em sedimento, pulso A, P3 e P6 (Figura 73). Amostras tanto em sedimento como em P1 apresentam maior porcentagem de areia fina, enquanto Spartina possui maior porcentagem de areia grossa, proveniente do complexo serrano da Ilha do Cardoso (Figura 74). As parcelas P2 e P6 estão localizadas em cima de um banco arenoso, voltado para a Baía do Trapandé. Nas duas parcelas, a 10cm, dominou areia, com 85% e 80%, respectivamente, sendo maior porcentagem em areia fina (Figuras 72 e 74). As parcelas pulso A, P3 e P4 localizam-se nas faces deposicionais do Rio Sítio Grande e apresentam muitos micro-canais. Nessas áreas, lama dominou, a 10cm, com 93%, 94% e 94%, respectivamente, com silte e argila fina em porcentagens semelhantes (Figura 74). A parcela 5 (P5) localiza-se na face erosiva do rio, com topografia alta, onde dominou 85% de areia, a 10cm (Figura 67), sendo maior porcentagem em areia fina (Figura 75). Em relação à matéria orgânica, esta apresentou valores baixos (abaixo de 10%) nos pontos onde domina areia e altos (acima de 20%) nos locais dominados por lama, tanto a 10 como a 50cm de profundidades (Figuras 72 e 73).

Figura 64: Lama, areia e matéria orgânica (M.O.) a 10cm de profundidade, na área de estudo Baguaçu.

Figura 65: Lama, areia e matéria orgânica (M.O.) a 50cm de profundidade, na área de estudo Baguaçu.

Figura 66: Fracionamento granulométrico, a 10cm de profundidade, na área de estudo Baguaçu.

Figura 67: Fracionamento granulométrico, a 50cm de profundidade, na área de estudo Baguaçu.

Figura 68: Lama, areia e matéria orgânica (M.O.) a 10cm de profundidade, na área de estudo Nóbrega.

Figura 69: Lama, areia e matéria orgânica (M.O.) a 50cm de profundidade, na área de estudo Nóbrega.

Figura 70: Fracionamento granulométrico, a 10cm de profundidade, na área de estudo Nóbrega.

Figura 71: Fracionamento granulométrico, a 50cm de profundidade, na área de estudo Nóbrega.

Figura 72: Lama, areia e matéria orgânica (M.O.) a 10cm de profundidade, na área de estudo Sítio Grande.

Figura 73: Lama, areia e matéria orgânica (M.O.) a 50cm de profundidade, na área de estudo Sítio Grande.

Figura 74: Fracionamento granulométrico, a 10cm de profundidade, na área de estudo Sítio Grande.

Figura 75: Fracionamento granulométrico, a 50cm de profundidade, na área de estudo Sítio Grande.

DISCUSSÕES

Sensoriamento Remoto – Nível *Stand*

O uso de série temporal de fotografias aéreas, no presente estudo, auxiliou na compreensão da dinâmica sedimentar e, em consequência, nas respostas dos bosques de mangue. As duas áreas de estudo, Baguaçu e Nóbrega, têm características distintas quanto à deposição de sedimento. TESSLER & MAHIQUES (1998) afirmam que os canais lagunares do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape possuem intensa erosão nas margens côncavas e deposição de sedimento nas convexas. A comparação entre as classificações das fotografias revelou crescimento linear distinto, de 1981 a 1997, em cada margem convexa do Mar de Cananéia, nas áreas de estudo Baguaçu e Nóbrega (Figuras 7 e 9).

BARRETO & GOENAGA (2001), identificaram a geomorfologia do Parque Nacional de Morrocoy (Venezuela) como sendo responsável por tipos distintos de manguezal. Aqueles autores utilizaram fotografias aéreas e dados de desenvolvimento estrutural dos bosques de mangue para realizar classificações. Em uma escala mais ampla, FROMARD *et al.* (2004) determinaram a dinâmica sedimentar da costa da Guiana Francesa a partir de séries temporais de fotografias aéreas e imagens de satélite SPOT e dados de campo. Aqueles autores identificaram períodos deposicionais (1951 – 1996) e outros erosivos (1966 – 1991) nessa região. A partir de informações estruturais, funcionais e temporais, propõem cenário de dinâmica de bosques de mangue em um contexto regional. As áreas de estudo no Mar de Cananéia (Baguaçu e Nóbrega) e na Baía do Trapandé (Sítio Grande) encontram-se em ambientes geomorfologicamente distintos, consequentemente, a estrutura e zonation dos bosques de mangue acompanham essas diferenças.

O uso da classificação visual para auxiliar na interpretação das fotografias aéreas, das duas áreas de estudo (Baguaçu e Nóbrega), foi de grande aplicação, apesar de ter caráter subjetivo. CHAFFER 1998 (*apud* WILTON & SANTILAN, 2000) afirma que a experiência do observador determina a

qualidade do resultado. Para DAHDOUH-GUEBAS (2001), a classificação com base na interpretação visual é superior a qualquer outra ferramenta (modelos matemáticos), visto que o olho humano é capaz de diferenciar tonalidade, textura, estrutura, forma e outras características apresentadas nas fotografias aéreas. PORTUGAL (2002) utilizou a classificação visual em série histórica de fotografias aéreas do Complexo Guaratiba-Sepetiba (RJ) para propor cenários de variação do nível médio relativo do mar e respostas dos bosques de mangue da região. A análise das fotografias aéreas revelou quadro dinâmico para os manguezais, envolvendo pulsos de progradação em direção à baía e pulsos de colonização em direção à planície hipersalina.

VERHEYDEN *et al.* (2002) utilizaram características de bosques de mangue, em relação à textura, cor, forma e tamanho, em fotografias aéreas para a produção de mapas de vegetação em três áreas do Sri Lanka. A aplicação de tal estudo foi utilizada no monitoramento dos manguezais da região. Da mesma forma, no presente estudo, as características de cor, textura e forma foram as fundamentais para subsidiar a identificação e posterior classificação.

Dinâmica de Crescimento dos Bosques de Mangue – Nível Site

BALL (1980) afirma que modelos de zonação de bosques de mangue, aparecem como resultado de influências de diferentes fatores físicos e habilidades competitivas de cada espécie vegetal típica desse ecossistema. Dessa forma, supõem-se que no Mar de Cananéia, os manguezais em áreas de progradação apresentem zonação semelhante ao esquema apresentado por GERLACH (1958) e ao modelo proposto por DIAS-BRITO & ZANINETTI (1979), com *Laguncularia racemosa* colonizando áreas em progradação em associação com *Spartina alterniflora* (Figuras 76 e 77). Por outro lado, no Sítio Grande observa-se modelo de zonação distinto, onde *Rhizophora mangle* colonizaria áreas de progradação, com *S. alterniflora* associada.

Figura 76: Esquema elaborado por GERLACH (1958). Zonação de bosques de mangue duas faces diferentes de uma gamboa. **Face A** de deposição, com banco de sedimento, *Spartina* e *Laguncularia racemosa*; e **Face B** de erosão, onde domina *Rhizophora mangle* com maior desenvolvimento estrutural, na franja.

Figura 77: Modelo de bosque de mangue em estágio de progradação; adaptado de DIAS-BRITO & ZANINETTI (1979).

JIMENEZ *et al.* (1985) sugerem modelo teórico de desenvolvimento de bosques de mangue, relacionando variação da densidade ao longo do tempo. As etapas propostas são colonização, desenvolvimento, maturidade e senescência.

1. Colonização: taxa de ocupação do substrato é função da disponibilidade de propágulos menos a perda provocada pela mortandade e dispersão. O recrutamento e subsequente desenvolvimento são rápidos. As perdas de indivíduos no recrutamento são modificadas pela energia do agente transportador.
2. Desenvolvimento: fase que se caracteriza pela forte competição por espaço e fechamento do dossel. Árvores menos aptas morrem. Durante essa fase o bosque apresenta seu maior desenvolvimento em termos de incremento diamétrico e altura. Clareiras podem ser criadas por troncos flutuantes, materiais particulados, erosão ou sedimentação.
3. Maturidade: taxa de crescimento se reduz durante este período e a mortalidade se limita às árvores que perderam na competição ou por recrutamento tardio. O bosque apresenta seu maior desenvolvimento, principalmente em termos de altura. É atingido o limite máximo de cobertura do dossel.
4. Senescência: etapa alcançada quando os bosques diminuem sua densidade. As mortes das árvores abrem clareiras no dossel (permitindo a entrada de luz e conseqüente benefício aos indivíduos novos) fazendo com que o bosque tenha uma queda considerável em área basal.

FROMARD *et al.* (1998) destacaram boa relação de dados de manguezais da Guiana Francesa com o modelo proposto por JIMENEZ *et al.* (*op. cit.*). FROMARD *et al.* (*op. cit.*) sugerem, ainda, estágios de desenvolvimento mais detalhados, em função de sua área de estudo:

- inicial dominado por *Laguncularia racemosa* com DAP médio $2,1 \pm 0,1$ cm e altura do bosque $3,5 \pm 0,1$ m;

- jovem dominado por *L. racemosa* com DAP médio $4,7 \pm 0,2$ cm e altura do bosque $7,7 \pm 0,2$ m. Aumento do número de indivíduos de *A. germinans* e dos parâmetros estruturais do bosque indicam sucessão (passagem do estágio inicial para o jovem);
- em regeneração dominado por *Avicennia germinans* em associação com *L. racemosa*, com DAP médio $2,4 \pm 0,3$ cm e altura do bosque $2,8 \pm 0,8$ m. *L. racemosa* colonizando áreas inconsolidadas, enquanto propágulos de *A. germinans* requerem substratos mais consolidados.
- maduro apresenta dois estratos. O estrato mais alto é dominado por *A. germinans* com DAP médio $23,6 \pm 2,2$ cm e altura do dossel entre 20 e 23 m; o estrato mais baixo é dominado por *A. germinans* e *Rhizophora* spp, com DAP médio $6,2 \pm 1,5$ cm e altura das copas entre 8 e 15 m.
- adulto ribeirinho também apresenta dois estratos. O estrato mais alto possui DAP médio $32,1 \pm 0,8$ cm e o mais baixo com DAP médio $4,6 \pm 0,6$ cm e altura do bosque $23 \pm 3,0$ m. Representado com indivíduos de *L. racemosa* e *A. germinans*. As parcelas possuem diversos indivíduos de *A. germinans* com troncos mortos.
- senescente dominado por *A. germinans* com DAP médio $28,5 \pm 0,3$ cm (sem o dado de altura do bosque). Muitos indivíduos de *Avicennia* mortos, em função da elevada taxa de deposição de sedimento, recobrando pneumatóforos.

JIMENEZ *et al.* (1985) apresentaram modelo teórico, não considerando tempo, nem densidades dos bosques. FROMARD *et al.* (*op. cit.*), adaptaram proposta de JIMENEZ *et al.* (*op. cit.*) com resultados de bosques de mangue da Guiana Francesa. Os resultados do presente estudo não podem ser comparados diretamente à proposta de FROMARD *et al.* (*op. cit.*), uma vez que os bosques estão em latitudes muito diferentes (23°S e 4°N , respectivamente) sob condições ambientais (pluviosidade, temperatura, aporte de água doce, entre outras energias subsidiárias) bem distintas. Consequentemente, os bosques de mangue apresentam diferentes assinaturas energéticas e desenvolvimento estrutural distintos.

A partir dos modelos propostos por JIMENEZ *et al.* (1985) e FROMARD *et al.* (1998), interpretou-se os resultados para os bosques das áreas de estudo, Baguaçu, Nóbrega e Sítio Grande. As parcelas fixas referentes aos pulsos (A e B) representam bosques em colonização ou em estágio inicial, com menor desenvolvimento estrutural (DAP médio em torno de 2,0cm e altura média entre 1 e 2m). As parcelas fixas 1, 1A e 2 representam bosques em fase em desenvolvimento ou bosque em estágio jovem, com desenvolvimento intermediário (DAP médio em torno de 3cm e altura média entre 3 e 5m). As parcelas fixas 4 e 5, respectivamente, representam estágio maduro do bosque, com três grupos de classes de DAP médio. Nesse caso, as coortes com $DAP < 2,5\text{cm}$ (altura média do bosque em torno de 3m) e $DAP \geq 10\text{cm}$ (altura média do bosque em torno de 10m) são mais representativas.

Segundo COELHO-JR (2003), parte das plântulas não atingem estágios avançados de desenvolvimento em função do sombreamento dos indivíduos mais desenvolvidos (bosque propriamente dito). Plântulas e jovens constituem um “reservatório” ao longo de todo ano, ou seja, bancos de novos indivíduos no processo de sucessão ecológica, que ocasionalmente são beneficiados pela abertura do dossel na formação de clareiras, garantem a manutenção do bosque como um todo (SOARES, 1991b; COELHO-JR, *op. cit.*).

Segundo SCHAEFFER-NOVELLI & CINTRÓN (1986), a densidade de um bosque é função de sua idade e amadurecimento. A densidade se reduz com o amadurecimento do bosque, sendo esse processo mais evidente nas fases iniciais de seu desenvolvimento (menores diâmetros). Esse processo, conhecido como desbaste, ocorre naturalmente devido à competição por espaço de copas e raízes. Nas áreas de estudo Baguaçu, Nóbrega e Sítio Grande, nas parcelas 1 e 2 (bosques jovens), houve redução da densidade de troncos vivos e aumento da densidade de troncos mortos, ao longo do período de monitoramento. Importante ressaltar que a maior densidade de troncos mortos é de indivíduos de *Laguncularia racemosa*, com pequeno desenvolvimento estrutural ($DAP < 2,5\text{cm}$). Sugere-se que esteja havendo desbaste natural desses bosques de mangue, com desenvolvimento estrutural intermediário, como sugerido por CINTRÓN & SCHAEFFER-NOVELLI (1985).

Segundo aqueles autores, bosques jovens de mangue possuem grande densidade de árvores (ou de troncos) de diâmetros reduzidos e, à medida que aumenta o diâmetro dos troncos, a densidade de troncos vivos diminui, aumentando a densidade de troncos mortos.

Os novos bosques (pulsos) confirmam a intensa resposta do ecossistema manguezal à dinâmica sedimentar. Acredita-se que os bosques representados pelas parcelas pulsos A e B, nas áreas de estudo Baguaçu e Sítio Grande, ainda estejam em processo de recrutamento, pois apresentaram aumento da densidade de troncos vivos e nenhum tronco morto nas parcelas fixas de monitoramento, ao longo do tempo.

O desenvolvimento rápido de um bosque de mangue resulta na redução considerável do número de indivíduos vivos, sobretudo em bosques com diâmetros menores. Nas fases iniciais de desenvolvimento de um bosque de mangue, a mortalidade associada ao aumento diamétrico de 1cm é da ordem de 25%. Em bosques maduros (de maior diâmetro), a mortalidade é inferior a 10%. CINTRÓN & SCHAEFFER-NOVELLI (*op. cit.*) ressaltam que a taxa de incremento diamétrico diminui durante o desenvolvimento do bosque. 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 bastante reduzida (CINTRÓN & SCHAEFFER-NOVELLI, *op. cit.*).

Bancos de sedimento e de *Spartina alterniflora* – Nível Site

Spartina alterniflora Loiseleur, 1807, é uma gramínea da família Poaceae. Bem adaptada às condições estuarinas, é capaz de tolerar variações climáticas e de salinidade, assim como suportar longos períodos de exposição e inundação, formando bancos na região do entremarés (ADAIME, 1976). ADAIME (1978) realizou estudo sobre a variação estacional do “standing-crop” e do repovoamento da gramínea *S. alterniflora* na região do Arrozal, porção sul do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape. Segundo aquela autora, *S. alterniflora* apresenta crescimento gradual na altura ao longo do ano. A primavera, foi identificada como a estação de maior crescimento enquanto que o inverno,

como a de maior mortalidade da planta. Após o inverno, ocorre maior porcentagem de plantas novas em função da reprodução vegetativa de seus rizomas. À medida que aumentam de tamanho há redução da densidade de gramíneas (ADAIME, 1976).

DAVIS (1940) destacou a presença de *S. alterniflora* em comunidades pioneiras, ressaltando sua abundância nas primeiras etapas das comunidades em um manguezal. Aquele autor destaca a importância da gramínea na retenção de sedimento e como facilitadora no estabelecimento de indivíduos jovens de *Rhizophora*. DIAS-BRITO *et al.* (1982) destacaram *S. alterniflora* elemento indicador de processo ativo de sedimentação. ARAÚJO (1978) afirma que a presença da gramínea *S. alterniflora* indica condições ambientais favoráveis para o estabelecimento de mangue na Lagoa da Tijuca (Rio de Janeiro).

BRUNO & KENNEDY (2000) afirmam que a velocidade do agente transportador é reduzida de 40 a 60% e o substrato torna-se mais estável em ambientes colonizados por *S. alterniflora*. Em áreas onde a gramínea foi removida, houve 33% de aumento da média do fluxo e 85% de aumento da instabilidade do substrato, em relação às áreas controles (colonizadas pela *S. alterniflora*). No presente estudo, a função de auxiliar na fixação dos propágulos é evidente, visto que as densidades de plântulas e de jovens nas áreas colonizadas por *S. alterniflora* é muito superior às das áreas dos bancos de sedimento, que freqüentemente é ausente.

VELEZ *et al.* (2003) marcaram propágulos e estudaram seus padrões de dispersão e de estabelecimento no delta do Rio Ranchería (Colômbia). Aqueles autores afirmam que 92% de propágulos de *R. mangle* são retidos em áreas colonizadas por *Batis maritima*, as quais reduzem o ataque de predadores.

A zonation dos bosques de mangue está sob influência de fatores, como a tolerância à salinidade pelas espécies, os padrões de dispersão das plântulas em relação ao tamanho dos propágulos (RABINOWITZ, 1978a e b), a predação por caranguejos Grapsidae (SMITH III, 1987; DAHDOUH-GUEBAS *et al.*, 1998)

e a competição interespecífica (BALL, 1980). JIMENEZ (1994) relata altas taxas de mortalidade de propágulos e plântulas de *L. racemosa*, em relação às taxas para *R. mangle*. No presente estudo, acredita-se que o tamanho do propágulo é determinante no estabelecimento destes nas faixas colonizadas por *S. alterniflora*, uma vez que as energias dos agentes de transporte (corrente de maré e rio) são distintas nas áreas de estudo. A predação por caranguejos pode ser outro fator a ser considerado, mas tal influência não foi avaliada no presente estudo.

SOARES *et al.* (1991a, b) determinaram períodos de maiores densidades de propágulos e plântulas em área de manguezal da Ilha do Cardoso. Segundo aqueles autores, maio e julho são os meses de maiores taxas de propágulos e de densidade de plântulas, respectivamente. O presente estudo confirma tais dados, uma vez que as maiores densidades de plântulas foram registradas no monitoramento de maio.

A metodologia empregada foi de grande utilidade para monitorar plântulas e indivíduos jovens colonizando bancos de sedimento e de *S. alterniflora*, assim como para determinar a cobertura dessa gramínea. Tal metodologia é freqüentemente utilizada em estudos de vegetação rasteira de dunas frontais e praias (ASSIS *et al.*, 2000; HOFFMAN *et al.*, 2002), porém praticamente inexplorada em áreas de manguezais.

Mapeamento de Áreas em Progradação

Na Figura 76, apresentada por GERLACH (1958), destaca-se corte longitudinal de uma gamboa (canal de maré), com a face de deposição oposta à face de erosão. Na face de deposição, apresenta-se zonação caracterizada por banco de sedimento, seguido por área colonizada por *Spartina alterniflora* e, posteriormente, por *Laguncularia racemosa* apresentando pequeno desenvolvimento estrutural. Na face de erosão, observa-se zonação representada por *Rhizophora mangle*, seguida por *L. racemosa*, ambas com grande desenvolvimento estrutural e, finalmente, *Hibiscus* em área de topografia mais elevada, não inundada pelas preamares.

GERLACH (*op. cit.*) ressalta a dominância de *Laguncularia* em áreas deposicionais no Mar de Cananéia e em gamboas que deságuam neste canal lagunar. AB'SABER (1985) destaca o papel da cartografia e de mapas temáticos como material de suporte para o desenvolvimento de projetos visando o planejamento regional ambiental do litoral sul paulista. No presente estudo, registros cartográficos também foram importantes fontes históricas, auxiliando estudos de mapeamento do ecossistema manguezal.

DAWES (1998) descreveu as cinco principais funções ecológicas das marismas: produção primária; recurso alimentar; habitat; estabilização de sedimentos; e filtro biológico. Segundo aquele autor, a estabilização de sedimentos costeiros é uma importante função desempenhada pela cobertura vegetal das marismas, realizada por meio dos rizomas e do sistema de raízes. No presente estudo, a associação de *S. alterniflora* com bosques de mangue em progradação é muito freqüente, tanto no Mar de Cananéia como na Baía do Trapandé. Essa gramínea também desempenha importante função na fixação dos propágulos.

A metodologia de mapeamento, utilizada a partir das propostas de SCHAEFFER-NOVELLI & CINTRÓN-MOLERO (1988) e SAYRE et al. (2000), foi de grande importância, visto sua rapidez de coleta de dados e qualidade dos resultados obtidos. Apesar de expedita, a coleta de dados possibilita realização de mapas temáticos e localização precisa das áreas de manguezal em progradação, em função do uso de GPS.

Caracterização do Sedimento

Segundo SCHAEFFER-NOVELLI *et al.* (1990), o Sistema Costeiro Cananeia-Iguape possui diversos sub-ambientes, em função das diferentes influências oceanográficas e meteorológicas de cada trecho do sistema, caracterizando cenários geomorfológicos distintos.

Em transversal da Ilha do Cardoso, COELHO-JR. (2003) monitorou a salinidade intersticial durante 26 meses (de janeiro de 2000 a janeiro de 2002). Segundo aquele autor, a salinidade variou pouco, não apresentando respostas significativas durante os períodos “secos” ou chuvosos, tanto na faixa de transição entre o bosque de mangue e a restinga, quanto em boa parte das estações ao longo da transversal. A salinidade intersticial na franja atingiu valores entre 25 e 28, e ao aproximar-se da faixa de transição com a restinga, os valores decrescem até tornarem-se próximos ou iguais aos da água doce, em função do *run-off* (aporte de água doce sub-superficial proveniente do maciço adjacente) (COELHO-JR., 1998).

Os valores de salinidade do presente estudo foram ligeiramente mais elevados do que os obtidos por COELHO-JR. (1998; 2003). As áreas de estudo daquele autor são bastante distintas e respondem a um gradiente decrescente de salinidade.

Diferenças ambientais entre as áreas do presente estudo e as de COELHO-JR (*op. cit.*) podem ter influenciado nos valores distintos de salinidade encontrados. Ausência de lençol freático nas áreas estudadas pelo presente trabalho e longo período mais seco antes das coletas de sedimento, confirmadas pelos dados meteorológicos da Base Dr. João de Paiva Carvalho do IOUSP, ocasionando alta evapotranspiração, também podem ter influenciado nos valores de salinidade.

Acredita-se, ainda, que essa diferença possa ser devida ao fato das coletas do presente estudo terem sido efetuadas propositadamente em marés de sizígia, enquanto que nos estudos daquele autor os valores de salinidade foram medidos em marés de quadratura. A metodologia de coleta de dados de salinidade também foi distinta daquele autor, quando amostras da água intersticial foram obtidas a partir de tubos de PVC fixos, em cada um dos pontos de coleta.

TWILLEY (1995) obteve dados de salinidade intersticial entre 30 e 40 em áreas de manguezal no Equador. Enquanto que a salinidade no Estuário do Rio

Guayas (Equador) alcançou 30 em estações secas. Segundo aquele autor, os maiores valores de salinidade intersticial foram obtidos nos meses de junho e julho, devido às altas taxas de evapotranspiração. Os valores de salinidade encontrados, por aquele autor, foram mais próximos dos valores obtidos para o presente estudo.

Segundo ARAÚJO (1978), análises físicas do solo do manguezal das Lagoas da Baixada de Jacarepaguá demonstraram que cerca de 50% de suas partículas têm diâmetro menor do que 0,02mm, considerado como silte e argila, e que 40% são de areia fina com diâmetro entre 0,2 e 0,02mm. No presente estudo observou-se que todas as parcelas da área de estudo Baguaçu, a 10cm de profundidade, apresentam composição acima de 58% de lamas (partículas menores que 0,02mm de diâmetro) (Figura 64), caracterizado como sedimento inconsolidado. Em relação às areias, em função do fracionamento do tamanho do grão utilizado no presente estudo ser diferente daquele usado por ARAÚJO (*op. cit.*) e COELHO-JR. (1998), não é possível fazer comparações *strito sensu* com os respectivos resultados. A grosso modo no presente estudo, sedimentos com tamanho acima de 0,02mm são mais encontrados a 50cm de profundidade, em Baguaçu, compondo cerca de 70% do sedimento (Figura 65). Enquanto que na área de estudo Nóbrega, sedimentos com diâmetros menores do que 0,02mm dominam em 70% do sedimento, a 10 e a 50cm de profundidade ao longo de toda extensão da transversal (Figuras 70 e 71). No Sítio Grande foram encontradas áreas com 70% da granulometria composta por areias (acima de 0,02mm) a 10 e a 50cm de profundidades (Figuras 74 e 75). COELHO-JR. (*op. cit.*) encontrou bosques no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape com granulometria composta por mais de 70% de areia (diâmetro acima de 0,02mm), ao longo de toda sua extensão, a 10 e 50cm de profundidade.

Em relação à concentração de matéria orgânica (M.O.), foram encontrados valores, que variaram entre 0 e 40%, nas áreas de estudo. COELHO-JR (*op. cit.*) obteve valores abaixo de 24% de M.O., nas áreas estudadas, no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape. Segundo CINTRÓN & SCHAEFFER-NOVELLI (1983), bosques dominados por *Rhizophora*, geralmente, contém maiores porcentagens de matéria orgânica, podendo apresentar valores de até 70 a

90%, em manguezais de Porto Rico. No presente estudo, as parcelas 8, do Baguaçu, e 3 e 4, do Sítio Grande, apresentaram concentrações de M.O. em torno de 40%, a 10cm de profundidade (Figuras 64 e 72). Nessas parcelas, *R. mangle* domina em 100% em área basal (Figuras 78 e 79). Segundo CINTRÓN & SCHAEFFER-NOVELLI (*op. cit.*), outros fatores podem aumentar o valor de M.O., como presença de galhos e folhas de mangue no sedimento.

Figura 78: Dominância em área basal, por espécie, nas parcelas da área de estudo Baguaçu, em fevereiro de 2001 (CUNHA-LIGNON, 2001).

Figura 79: Dominância em área basal, por espécie, nas parcelas da área de estudo Sítio Grande, em janeiro de 2001 (CUNHA-LIGNON, 2001).

Supõem-se que apesar das três áreas de estudo apresentarem bosques de mangue em progradação, a característica das áreas no Mar de Cananéia (Baguaçu e Nóbrega) é de ambiente de baixa energia, menor do que na área de estudo Sítio Grande, resultando em diferentes processos deposicionais e cenários geomorfológicos distintos. A transversal do Sítio Grande, onde domina *Rhizophora mangle* na região em progradação, localiza-se na desembocadura de um rio, enquanto que as transversais da Baguaçu e do Nóbrega, onde domina *L. racemosa* na região em progradação, estão localizadas nas faces deposicionais dos meandros do Mar de Cananéia (Figuras 3 e 4). Segundo BALL (1980), *Laguncularia racemosa*, geralmente, domina áreas de baixa energia hidrológica, enquanto *R. mangle* domina áreas com movimento mais vigoroso de águas.

A área de estudo Sítio Grande recebe influência de diferentes agentes ambientais: correntes de maré da Baía do Trapandé carreando lamas; e do Rio Sítio Grande com aporte de areias. O rio pode apresentar eventos torrenciais, carreando areia grossa para a região (TESSLER, *com.pess.*)³, como observado em diversas parcelas da área de estudo, a 10 e 50cm de profundidades (Figuras 74 e 75).

Sucessão

A sucessão ecológica refere-se a uma seqüência de mudanças estruturais e funcionais que ocorrem em comunidades, ao longo do tempo. O desenvolvimento do ecossistema envolve mudanças na estrutura de espécies e processos da comunidade, ao longo do tempo, e resulta da modificação do ambiente físico pela comunidade e de interações de competição e coexistência em nível de população (ODUM, 1988). A base conceitual para a sucessão foi estabelecida por CLEMENTS (1916; 1936), que definiu os conceitos de sucessão primária, secundária, estágio seral e clímax.

³ Prof. Dr. Moysés Tessler, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, em 11/08/2004.

O aumento de biomassa é um dos fatores mais evidentes em um processo sucessional. O acúmulo dá-se principalmente em termos de biomassa não-fotossintética (madeira) (PINTO-COELHO, 2000). No presente estudo, essa característica foi observada claramente, a partir dos resultados obtidos com o monitoramento do desenvolvimento dos bosques de mangue nas parcelas fixas, nas áreas recém-colonizadas (pulsos) até os bosques mais maduros nas três áreas estudadas.

CONNEL & SLATYER (1977) propuseram três modelos descrevendo diferentes mecanismos que poderiam explicar as mudanças ocorridas ao longo de um processo sucessório. Os modelos são: facilitador; de tolerância; e inibidor.

No modelo facilitador, certas espécies pioneiras seriam capazes de colonizar uma área livre. Tais espécies seriam capazes de modificar o ambiente, tornando-o apto a receber novas espécies com maiores exigências ambientais (espécies tardias). No modelo de tolerância, as espécies tardias podem colonizar uma determinada área, sem antes ter sido ocupada pelas pioneiras. Porém, o crescimento das espécies tardias seria mais lento do que o das pioneiras. No modelo inibidor, a sucessão de espécies ocorreria com a morte das espécies pioneiras. Nesse modelo, as espécies tardias ocupam uma determinada área, após a morte das pioneiras. Nos modelos facilitador e de tolerância, as espécies pioneiras morrem em função da competição por recursos, como luz e nutrientes.

A partir do modelo de CONNEL & SLATYER (*op. cit.*), sugere-se padrões de sucessão nos bosques de mangue para as três áreas de estudo. Considera-se que o modelo facilitador, proposto por aqueles autores, é o mais adequado para explicar os resultados do presente estudo, visto que os bancos de sedimento emersos (áreas em progradação) são colonizados primeiramente pela gramínea *Spartina alterniflora*. Essa seria a espécie pioneira, que facilitaria a colonização por plântulas e indivíduos jovens de mangue (espécies tardias). À medida que o novo bosque de mangue se desenvolve sombreia o banco de *S. alterniflora*, acarretando a morte da espécie pioneira. No presente estudo foi

possível acompanhar até a fase em que a espécie tardia apresenta DAP médio $2,5 \leq 10\text{cm}$ (Figura 80).

Figura 80: Esquema dos padrões sucessionais dos bosques de mangue nas áreas de estudo Baguaçu, Nóbrega e Sítio Grande, adaptado do modelo facilitador, proposto por CONNELL & SLATYER (1977).

Nas áreas de estudo localizadas no Mar de Cananéia (Baguaçu e Nóbrega), a espécie tardia é *Laguncularia racemosa*, enquanto que na área de estudo localizada na Baía do Trapandé (Sítio Grande) a espécie que coloniza a região ocupada pela gramínea é *Rhizophora mangle* (Figura 80).

Os bosques maduros em cada área de estudo fornecem hipóteses importantes a respeito de todo processo sucessional. Os resultados obtidos nos testemunhos realizados em Baguaçu, comprovam tal fato. O testemunho coletado na área colonizada pelo bosque maduro dominado por *Avicennia*

shaueriana apresentou fragmentos de *S. alterniflora* próximo à base (Figura 53), confirmando o papel da gramínea como espécie pioneira. Essas hipóteses devem ser confirmadas, dando-se continuidade ao estudo do desenvolvimento dos bosques de mangue nas parcelas fixas.

CONCLUSÕES

O uso de diferentes níveis de organização hierárquica (*Setting*, *Stand* e *Site*) foram fundamentais para melhor compreensão da dinâmica dos manguezais do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape. Ferramentas adequadas foram empregadas em cada nível organizacional.

No nível *Stand* (bosque / unidade de paisagem) foram utilizadas fotografias aéreas e Sistema de Informação Geográfica. As fotografias aéreas com escala 1:35.000 deram origem a mapas com escala 1: 10.000. O tratamento de fotografias aéreas em série temporal indicou maior progradação na área de estudo Baguaçu (145m) do que em Nóbrega (35m), durante o mesmo intervalo de tempo (1981 - 1997).

No nível *Site* (parcela / árvore) foi utilizada metodologia proposta por SCHAEFFER-NOVELLI & CINTRÓN (1986) para determinação da estrutura dos bosques de mangue, em parcelas fixas. Para bosques com pequeno desenvolvimento estrutural foi realizada adaptação dessa metodologia, em função da reduzida altura dos indivíduos. Nesse nível hierárquico, a presença de novas colonizações de bosques de mangue (pulsos) em Baguaçu e ausência destes em Nóbrega confirmam o resultado obtido no nível de organização hierárquica superior (*Stand*).

Spartina alterniflora é determinante no estabelecimento de propágulos, uma vez que as maiores densidades de plântulas e indivíduos jovens de mangue encontram-se em região colonizada pela gramínea, enquanto que nos bancos de sedimento poucos propágulos se fixam.

A análise granulométrica realizada no entorno das parcelas ao longo das transversais, complementou a caracterização das áreas de estudo, auxiliando na compreensão dos diferentes processos sedimentares. A comparação entre as três áreas do presente estudo indicou cenários geomorfológicos e ambientais distintos. Contrariamente ao estabelecido pela literatura, *L. racemosa* dominou em áreas com sedimento pouco consolidado na superfície

(lamas), no Mar de Cananéia, enquanto que na Baía do Trapandé, *R. mangle* colonizou áreas constituídas por areias. Nesse caso, acredita-se que o tamanho dos propágulos de cada espécie e a energia do agente transportador sejam fatores determinantes para instalação e desenvolvimento dos bosques de mangue.

Nas áreas de estudo do Mar de Cananéia (Baguaçu e Nóbrega), a espécie dominante é *Laguncularia racemosa*, formando bosques nas fases inicial e jovem, em áreas em progradação. Na Baía de Trapandé (área de estudo Sítio Grande), a espécie dominante é *Rhizophora mangle*.

Mapeamento do entorno das áreas de estudo (nível *Setting* - paisagem) realizado no Mar de Cananéia indicou que as áreas em progradação são colonizadas por *Spartina alterniflora* e *Laguncularia racemosa*. Esses resultados confirmaram a zonação em estágios iniciais de colonização dos bosques, como apresentado por DIAS-BRITO & ZANINETTI (1979). Na Baía do Trapandé, *Rhizophora mangle* ou *L. racemosa* dominam nas fases iniciais de colonização e desenvolvimento dos bosques de mangue. Estudos mais detalhados devem ser desenvolvidos nessa região, a fim de elucidar quais os fatores determinantes na colonização de cada espécie.

Em relação à sucessão dos bosques de mangue, padrões são propostos para as três áreas de estudo, a partir do modelo facilitador proposto por CONNELL & SLATYER (1977). Bancos de sedimento emersos são colonizados primeiramente por *S. alterniflora* (espécie pioneira), que facilitaria a ocupação por *L. racemosa*, nas áreas de estudo do Mar de Cananéia, e por *R. mangle*, na área de estudo Sítio Grande. A medida que novos bosques de mangue se desenvolvem, substituem a gramínea naquela área. A espécie dominante nos bosques com maior desenvolvimento estrutural variou em cada área. *Avicennia shaueriana* domina em Baguaçu, enquanto que *R. mangle* domina no Nóbrega e no Sítio Grande.

Testemunhos coletados em quatro pontos distintos, ao longo da área de estudo Baguaçu, confirmaram o modelo facilitador de sucessão descrito acima, sugerido por CONNEL & SLATYER (*op. cit.*).

CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES PARA CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZOS

A estrutura dos bosques de mangue reflete as características e os hábitos de crescimento das espécies que o constituem. O grau de desenvolvimento que pode alcançar um bosque e sua composição específica são influenciados pelas energias subsidiárias do local (CINTRÓN & SCHAEFFER-NOVELLI, 1985).

As energias subsidiárias representam diferentes tipos de energia, incluindo fluxo dos rios, marés, radiação solar e precipitação. As energias subsidiárias compõem a assinatura energética do ecossistema, as quais representam a combinação dos fatores ambientais e os processos ecológicos que ocorrem no ecossistema (TWILLEY, 1995).

ALMEIDA *et al.* (2000) afirmam que as variabilidades estruturais e funcionais observadas nos manguezais da região de Cananéia são determinadas pela plasticidade das espécies vegetais envolvidas e pela capacidade de adaptação às diversas energias subsidiárias. Aqueles autores ressaltam a importância de estudos sobre tipos fisiográficos, dinâmica, zonação e respostas aos fatores abióticos como fundamentais para subsidiar políticas de conservação dos manguezais em Cananéia.

Monitoramentos do crescimento de bosques de mangue no sistema a médio e longo prazos irão fornecer informações inéditas sobre o desenvolvimento espaço-temporal de manguezais no litoral sul do Estado de São Paulo. As parcelas fixas utilizadas nas três áreas de estudo deverão ser mantidas para esse fim.

Estudos a médio e longo prazos são recomendados a fim de melhor determinar a colonização e, sobretudo a sucessão de bosques de mangue no Mar de Cananéia e na Baía do Trapandé.

De modo a dar continuidade ao estudo da variação espaço-temporal de bosques de mangue em resposta à dinâmica sedimentar sugere-se trabalhos

em colaboração com grupos da oceanografia geológica, geografia física e áreas afins. Testemunhagens de pouca profundidade poderão ser realizadas próximas às parcelas da área de estudo Sítio Grande, de modo a possibilitar comparações com os resultados obtidos em Baguaçu, apresentados no presente estudo.

O resultado do levantamento para mapeamento dos bosques de mangue em áreas em progradação, na Baía do Trapandé não foi tão definida como no Mar de Cananéia. Dessa forma, sugere-se que sejam realizados estudos em bosques de mangue na Baía do Trapandé, que se monitorem o desenvolvimento de bosques em progradação dominados por cada uma das espécies típicas de mangue. Análise granulométrica nas áreas monitoradas poderão fornecer subsídios para a compreensão da colonização e do estabelecimento desses bosques.

Em relação à granulometria, na área de estudo Nóbrega, observou-se maior concentração de areia na parcela 5, que pode estar indicando um possível contato com um cordão arenoso da Ilha Comprida. Sugere-se que seja realizada coleta de sedimento alguns metros para o interior da Ilha Comprida, no eixo da transversal, sendo determinada a estrutura do bosque de mangue para que seja verificada a hipótese do cordão arenoso.

O presente estudo poderá auxiliar na compreensão das respostas de manguezais no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape localizados em diferentes cenários geomorfológicos e ambientais, onde as energias subsidiárias correntes de marés, fluxo dos rios, granulometria, geomorfologia e transporte de sedimento são distintas.

Os resultados obtidos no presente estudo poderão dar subsídios à gestão ambiental do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, uma vez que fornece dados sobre novas colonizações e desenvolvimento de bosques de mangue, sobretudo em áreas em progradação, ao longo do tempo (em diversas escalas espaço-temporais).

GLOSSÁRIO

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas. Fórum Nacional de Normalização, reconhecida como uma entidade de Utilidade Pública pela Lei nº 4150, de novembro de 1962 (UNESP, 2004).

aerofotogrametria: processo de mapeamento por fotos aéreas oblíquas ou verticais em relação ao solo que permitem obter medidas e elaborar mapas mais precisos e detalhados da superfície terrestre. A combinação de fotos aéreas de determinada região com certas medições de apoio realizadas em terra oferece uma visão tridimensional do terreno a ser analisado (UNESP, 2004).

agente modelador: o que contribui para a modificação da paisagem física (UNESP, 2004).

ambiente: 1. Conjunto de condições que envolvem e sustentam os seres vivos, incluindo clima, solo, recursos hídricos e organismos. 2. Soma total das condições que atuam sobre os organismos. Os fatores ambientais são de ordem física, química, edáfica, climática, hídrica, biótica e social (ACIESP, 1997).

ambiente de alta energia: ambiente subaquático caracterizado por considerável movimentação de água pela ação de ondas e correntes, que não permitem a decantação de sedimentos de granulação fina, principalmente pelitos que irão depositar-se em ambiente de baixa energia (SUGUIO, 1992).

ambiente de baixa energia: ambiente subaquático praticamente sem movimentação de água pela ação de ondas e correntes, fato que permite a decantação de sedimentos de granulação fina (SUGUIO, 1992).

ambiente de sedimentação: âmbito geográfico onde se processa a sedimentação, caracterizado por parâmetros físicos, químicos e biológicos,

dando origem a diferentes tipos de sedimentos. Ele é definido pelos fatores deposicionais, que podem ser agrupados em (a) fisiográficos (relevo e meio físico de transporte e sedimentação); (b) climáticos (temperatura, pluviosidade etc.) e (c) geológicos (litologia da área fonte e intensidade do diastrofismo). Cada tipo de ambiente pode ser caracterizado por um conjunto de variáveis (dependentes e interdependentes), entre as quais podem ser enumeradas as seguintes: litologia da área de denudação, tipo de velocidade de intemperismo, natureza e velocidade do agente de erosão e transporte, dinâmica de sedimentação, condições físico-químicas do ambiente deposicional (temperatura, pH, Eh, salinidade e profundidade), etc. (SUGUIO, 1998).

análise espacial: análise espacial é o tratamento de dados geográficos considerando sua componente espacial e estabelecendo, verificando, quantificando relações entre os fenômenos na superfície e sua localização ou distribuição (UNESP, 2004).

análise granulométrica: análise aplicada principalmente a sedimentos detríticos (clásticos), que consiste na medida de tamanhos dos fragmentos minerais componentes. Esta análise, além de possibilitar uma descrição padronizada desses sedimentos, pode permitir a interpretação dos processos de transporte e dos ambientes deposicionais. Sinônimo: análise mecânica (SUGUIO, 1998).

assoreamento: ato de encher com sedimento ou outros materiais detríticos uma baía, um lago ou mar. Este fenômeno pode ser produzido naturalmente por rios, correntes costeiras e ventos ou através de influência antrópica por obras de engenharia civil, tais como, portos, barragens etc. (SUGUIO, 1992).

atributo: classificação de dados a serem introduzidos nos Sistemas de Informação Geográfica. Estes atributos, quando se referem a feições de caráter espacial devem incluir também um elemento que estabeleça esta relação, ou seja, um indicador que associe o atributo a uma determinada feição espacial. Os atributos podem ser medidas ou qualificativos, associados a determinadas unidades espaciais. Tipo de dado não gráfico que descreve as entidades

representadas por elementos gráficos. Termo usado para referenciar todos os tipos de dados não gráficos e, normalmente alfanuméricos, ligados a um mapa. Uma determinada propriedade descritiva que é associada a um nome ou expressão para representar uma característica de um conjunto de dados de uma determinada entidade. função que leva um ponto de um conjunto de entidades a um ponto de um conjunto de valores (UNESP, 2004).

bacia hidrográfica: área drenada por um rio principal e seus tributários. As bacias hidrográficas recebem o nome do rio principal, sendo também chamadas bacias fluviais ou bacias de drenagem (UNESP, 2004).

baixo: elevação do fundo submarino, formada de material inconsolidado, em geral arenoso porém também argiloso e conchífero, perigoso à navegação por apresentar-se freqüentemente a menos de 20m de profundidade (SUGUIO, 1998).

banco de dados geográficos: conjunto de dados espaciais e descritivos organizados para o armazenamento eficiente e acessível por muitos usuários (UNESP, 2004).

base cartográfica (mapa base): mapa que contém os elementos planialtimétricos fundamentais necessários à representação de um determinado espaço geográfico. Um conjunto de dados cartográficos arranjados em forma de mapa, propiciando referências para os dados do usuário (UNESP, 2004).

base de dados: forma dos documentos originais que contém os dados e deve ser considerada na seleção do processo de entrada dos dados (UNESP, 2004).

bioturbação: perturbação de sedimentos por organismos, que perfuram e constróem tubos ou revolvem os detritos, causando a destruição parcial ou total das estruturas sedimentares primárias como, por exemplo, a estratificação (SUGUIO, 1998).

canal de maré: canal meandrante que se desenvolve sobre as planícies de maré que, durante a preamar ou baixa-mar pode desenvolver velocidades correspondentes ao regime de fluxo superior (SUGUIO, 1998).

carga sedimentar: partículas de origem inorgânica (mineral) ou orgânica (animal ou vegetal) transportadas da fonte até o local de sua sedimentação por água corrente, vento, geleira, etc., independente de sua granulação ou composição (SUGUIO, 1998).

cartografia: ciência que estuda os mapas e cartas geográficas. Arte de traçar cartas geográficas ou conjunto de cartas geográficas. Ciência que representa os fatos geográficos por mapas ou cartas. De acordo com a antiga definição apresentada pela Associação Cartográfica Internacional (ICA), em 1973, a Cartografia seria o conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas que, tendo por base os resultados das observações obtidas pelos métodos e processos diretos, indiretos ou subsidiários de levantamento ou exploração de documentos existentes, destinam-se à elaboração e à preparação de mapas e outras formas de expressão, assim como a sua utilização. Em sua mais recente definição, em 1991, a ICA considera que a Cartografia é a organização, apresentação, comunicação e utilização da geo-informação nas formas gráfica, digital ou tátil. Pode incluir todas as etapas, desde a apresentação dos dados, até o uso final na criação de mapas e produtos relacionados com a informação espacial (UNESP, 2004).

cenário geomorfológico: conjunto de elementos geomorfológicos, tais como os resultantes de processos erosivos e deposicionais, que caracteriza o relevo de uma região (SUGUIO, 1998).

classificação: processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos (INPE, 2002).

conservação: manejo dos recursos do ambiente, ar, água, solo, minerais e espécies viventes, incluindo o homem de modo a conseguir a mais alta qualidade de vida humana sustentada. Nesse contexto, o manejo dos recursos

inclui prospecções pesquisa, legislação, administração, preservação, utilização, educação e treinamento (definida pela assembleia geral da UICN em Nova Delhi, 1969) (ACIESP, 1997).

coordenadas: conjunto de valores que determinam a localização em um dado sistema de referência. Por exemplo, x,y em um sistema de coordenadas planas ou um sistema de coordenadas x,y,z num sistema tridimensional. Representam localizações relativas à superfície da Terra ou outras localizações (UNESP, 2004).

coordenada geográfica: linha imaginária que traçada em torno da Terra serve para localizar com precisão os acidentes geográficos, bem como qualquer outra ocorrência no globo terrestre (UNESP, 2004).

coorte: grupos dos indivíduos de uma população pertencentes a uma mesma classe etária, ou nascendo num mesmo intervalo certo de tempo, sendo acompanhados para obter informações demográficas (ACIESP, 1997).

cor de sedimento: propriedade física de sedimento devido ao seu conteúdo em minerais coloridos, pigmentos corantes ou matéria orgânica. A cor de sedimento pode ser singenética (primária) ou epigenética (secundária). A cor singenética cinzenta ou preta, em função do conteúdo em matéria orgânica é indicativa de condição redutora no ambiente deposicional. A cor singenética amarelada ou avermelhada, em função de óxidos e hidróxidos de ferro, é sugestiva de condição oxidante (SUGUIO, 1998).

datum: marco determinado por meios geodésicos, de alta precisão, que serve como ponto de referência para todos os levantamentos que venham a ser executados sobre uma determinada área do globo terrestre (TEIXEIRA & CHRISTOFOLETTI, 1997).

dossel: na estrutura da vegetação, é o estrato superior da formação vegetal da região, em uma visão coletiva. Camada de folhagem contínua de uma floresta,

arvoredo ou cerradão, composta pelo conjunto das copas das plantas lenhosas mais altas. Aplicável sobretudo à vegetação mais fechada (ACIESP, 1997).

estádio: cada fase sucessiva de crescimento ou desenvolvimento de um organismo dentro de um estágio (ACIESP, 1997).

estágio: qualquer fase de crescimento ou desenvolvimento de um organismo (ACIESP, 1987)

erosão: conjunto de processos que atuam na superfície terrestre , levando à remoção de materiais e rochas decompostas. Quando a água constitui o agente essencial o processo de dissolução torna-se muito importante. Os principais agentes de remoção física e transporte durante os processos de erosão são os seguintes: eólico, fluvial, marinho e glacial (SUGUIO, 1998).

escala: sistema que estabelece relações de proporção, grandeza e variação de eventos de diversos tipos, podendo ser utilizado em instrumentos de medição. Ex.: escala térmica, utilizada em termômetros; escala cartográfica, utilizada na confecção de mapas; escala sísmica, para medir a intensidade de terremotos, etc. Relação entre as dimensões representadas no mapa e as dimensões reais. Escala foi definida pela International Cartographic Association como sendo a razão entre a distância no mapa e a distância real que ela representa sobre o terreno (UNESP, 2004).

escala espacial: características de extensão (tamanho) e resolução (unidade mínima de representação espacial). Os mapas variam de escalas pontuais e finas (mapas detalhados, com alta resolução e, em geral, extensão reduzida) para escalas globais e grosseiras (mapas com poucos detalhes, com resolução grosseira e, em geral, ampla extensão) (METZGER, 2001).

escala do mapa: redução necessária para mostrar a representação da superfície da terra sobre um mapa. É a razão entre uma medida sobre o mapa e a equivalente medida sobre a superfície da Terra. Muitas vezes é expressa como uma fração representativa da distância, por exemplo 1: 10.000 (uma

unidade de distância no mapa representa 10.000 das mesmas unidades de distância sobre a Terra). A escala do mapa pode ser expressa como um padrão de equivalência usando unidades diferentes, por exemplo 1cm = 1.000m (UNESP, 2004).

escaneamento: anglicismo advindo de scanning. É um processo de entrada de dados por scanner. Tem recebido diferentes nomes na literatura SIG: escaneamento, escanerização , "scanning" ou varredura. O equipamento básico é o "scanner", que hoje pode ser encontrado em diferentes versões e características (UNESP, 2004).

evapotranspiração: perda combinada de água de uma dada área por evaporação através da superfície do solo e pela transpiração dos organismos, expressa em mm por dia (ACIESP, 1997).

fisiografia: estudo da origem e da evolução das formas do terreno. A palavra é derivada do grego physis (natureza) e graphien (descrição) (SUGUIO, 1998).

fotografia aérea: fotografia da superfície terrestre, obtida do espaço aéreo, vertical ou obliquamente a partir de aeronaves. É muito utilizada em levantamentos de vários tipos, inclusive nos geológicos. Existem fotografias aéreas coloridas e em preto e branco (SUGUIO, 1998).

gamboa: de caá-mbó, cercado para apanhar peixe (TIBIRIÇÁ, 1997).

geomorfologia: ramo das geociências que, baseado na forma do terreno e nos aspectos geológicos, estuda os processos e produtos envolvidos no desenvolvimento de um relevo (SUGUIO, 1998).

geoprocessamento: tecnologia que abrange o conjunto de procedimentos de entrada, manipulação, armazenamento e análise de dados espacialmente referenciados (UNESP, 2004).

georreferenciamento: entidade geográfica é referenciada espacialmente ao terreno por meio de sua localização, utilizando-se um sistema de coordenadas conhecido (TEIXEIRA & CHRISTOFOLETTI, 1997).

geossistema: conceito de geografia física baseado em princípios sistêmicos ou holísticos, aproximadamente equivalente à paisagem, através do qual são estudados os elementos componentes da natureza e as suas inter-relações. Ao se tratar de um geossistema, que pode ter várias dimensões, não se deve restringir ao estudo da morfologia e compartimentação da paisagem, mas deve-se pesquisar também sua estrutura funcional e dinâmica (SUGUIO, 1998).

GIS (Geographic Information System) ou SIG (Sistema de Informações Geográficas): sistema baseado em computador, que permite ao usuário coletar, manusear e analisar dados georeferenciados. Um GIS, ou SIG, pode ser visto como a combinação de hardware, software, dados, metodologias e recursos humanos, que operam de forma harmônica para produzir e analisar informação geográfica (UNESP, 2004).

GPS (Global Positioning System) ou Sistema de Posicionamento Global: sistema criado para a navegação que utiliza sinais emitidos por satélites artificiais. Usado para a navegação e posicionamento no mar, ar e superfície terrestre. O Sistema de Posicionamento Global permite ao usuário, por meio do recebimento de sinais de satélites artificiais, definir a exata localização de um ponto qualquer sobre o globo (UNESP, 2004).

granocrescência ascendente: corresponde ao aumento dos diâmetros das partículas predominantes (diâmetro modal) rumo ao topo em camadas sedimentares clásticas. É uma situação mais rara em pequena escala e mais comum em grande escala. A granocrescência ascendente, em grande escala, deve corresponder a um aumento de alimentação terrígena, isto é, aumento na continentalidade sendo verificada, por exemplo, em seqüências de regressão marinha ou em uma seqüência deltaica. (SUGUIO, 1998).

granodecrescência ascendente: há um decréscimo do diâmetro da classe modal rumo ao topo das camadas sedimentares clásticas, sendo mais comumente encontrada em sedimentos terrígenos macroclásticos (conglomerados e arenitos), podendo ocorrer em alguns sedimentos biogênicos (calcários detríticos). De modo geral, uma seqüência com granodecrescência ascendente corresponde à diminuição na alimentação terrígena, isto é, aumento da oceanicidade, sendo encontrada em seqüências de transgressão marinha. (SUGUIO, 1998).

Greenwich: cidade inglesa que marca a longitude zero, ou seja, o meridiano-origem ou meridiano principal, conforme ficou estabelecido desde 1883 (UNESP, 2004).

hectare: 10.000 metros quadrados (ou 2.471 acres). Unidade de medida agrária equivalente a cem ares. Um hectare (ha) é igual a 10.000 m² (UNESP, 2004).

hemisfério: denominação de cada uma das metades em que a Terra é imaginariamente dividida, pela linha que corta o equador, ou, as metades divididas pelo meridiano de Greenwich. A Terra é então dividida, no sentido latitudinal, em hemisfério norte ou boreal e hemisfério sul ou austral; e, no sentido longitudinal, em hemisfério leste ou oriental e hemisfério oeste ou ocidental (UNESP, 2004).

ilha barreira: essencialmente arenosa que se estende paralelamente ao litoral, separada do continente por uma laguna. É tipicamente construída pela ação da deriva litorânea de sedimentos, mas pode ser parcialmente associada a mudanças de nível relativo do mar (SUGUIO, 1998).

imagem: representação gráfica de um objeto, produzida por um dispositivo ótico ou eletrônico; é normalmente armazenada em formato matricial, com valores binários ou inteiros que representam a intensidade de luz refletida, o calor ou outro tipo de grandeza do espectro eletromagnético (UNESP, 2004).

imagens de satélite: imagem captada por um sensor a bordo de um satélite artificial, codificada e transmitida para uma estação rastreadora na Terra (UNESP, 2004).

lama: (1) mistura de água e de partículas detríticas finas de material sólido ou terroso de consistência variando entre a de um semi-fluido e de sedimento plástico mole. (2) mistura mole de silte e argila (SUGUIO, 1998).

Landsat: nome genérico de uma série de satélites de exploração dos recursos da Terra, colocados em órbita pelos EUA (TEIXEIRA & CHRISTOFOLETTI, 1997).

latitude: distância medida em graus, de um ponto qualquer da superfície da Terra ao equador. A latitude varia de 0 a 90°, ao norte e identicamente ao sul do equador (UNESP, 2004).

longitude: localização, em relação ao Meridiano Principal, de um dado ponto na superfície da Terra. Tal como a latitude, é medida em graus – o Meridiano Principal, em Greenwich, corresponde a zero grau de longitude. Sua representação é feita em linhas verticais que cruzam a Terra do Pólo Norte ao Pólo Sul. A distância entre as linhas de longitude é maior no equador e menor latitudes mais altas. As Zonas de tempo são relacionadas à longitude (15 graus para cada uma das 24 horas) (UNESP, 2004).

manchas: áreas homogêneas (em uma determinada escala) de uma unidade de paisagem, que se distinguem das unidades vizinhas e têm extensões espaciais reduzidas e não-lineares (METZGER, 2001).

mapa: definido pela Associação Cartográfica Internacional como sendo uma representação, normalmente em escala e sobre um plano, de uma seleção de material ou feições abstratas sobre, ou em relação a, superfície da Terra ou de um corpo celeste. Representação abstrata das feições físicas de uma região da superfície da Terra, graficamente representada sobre uma superfície plana. Os mapas apresentam símbolos e relações espaciais entre as feições. O mapa

ênfatiza, generaliza e omite certas feições da tela atendendo objetivos (por exemplo, feições de uma ferrovia podem ser incluídas num mapa de transporte, mas omitida num mapa rodoviário). Representação sobre uma superfície plana de toda uma superfície terrestre (planisfério ou mapa mundi), de uma parte (mapas de continentes) ou de uma superfície definida por uma dada divisão político-administrativa (Mapa do Brasil, dos Estados, dos Municípios) ou operacional/setorial (bacias hidrográficas, áreas de proteção ambiental, setores censitários). Representação ou abstração da realidade geográfica; um instrumento para a representação da informação geográfica nas modalidades digital, analógica ou tátil (UNESP, 2004).

mapeamento: obtenção de dados naturais ou artificiais para posterior plotagem em mapas. Tais dados podem ser obtidos em campo ou em gabinete, complementando-se (SUGUIO, 1998).

maré alta: altura máxima atingida durante cada fase de subida de maré (maré enchente). Sinônimo: preamar (SUGUIO, 1998).

maré baixa: altura mínima alcançada durante cada fase de descida de maré (maré vazante). Sinônimo: baixamar (SUGUIO, 1998).

maré de sizígia: marés cujas amplitudes correspondem aos valores mais altos e mais baixos em relação ao nível médio do mar local, que se produzem, respectivamente, durante a Lua Cheia e a Lua Nova (SUGUIO, 1998).

meandrante: padrão de canal fluvial característico de rios maduros de baixo gradiente, com ampla planície de inundação, por onde divaga o rio com trajetória mais ou menos sinuosa (SUGUIO, 1998).

meandro: termo originário do Rio Meandro, situado na porção ocidental da Turquia, utilizado para caracterizar canais fluviais formando séries de curvas em laço pela migração do seu curso para as margens convexas das curvas originais, como acontece com aquele rio (SUGUIO, 1998).

modelo: representação da realidade usada para simular um processo, entender uma situação, prever um resultado ou analisar um problema. Um modelo é estruturado como um conjunto de regras e procedimentos, incluindo a modelagem espacial disponível num sistema de informação geográfica (SIG) (UNESP, 2004).

mosaico: paisagem que apresenta estrutura contendo mancha, corredores e matriz (METZGER, 2001).

paisagem: conceito com diferentes enfoques, em função do autor. Mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e em uma determinada escala de observação. Uma paisagem pode se apresentar sob forma de mosaico, contendo manchas, corredores e matriz, ou sob forma de gradiente (Metzger, 2001). Estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos (Forman & Godron, 1986). Uma área de conhecimento que dá ênfase às escalas espaciais amplas e aos efeitos ecológicos (Turner, 1989). Uma forma de considerar a heterogeneidade ambiental em termos espacialmente explícitos (Wiens *et al*, 1993). Uma ciência interdisciplinar que lida com as interações entre a sociedade humana e seu espaço de vida, natural e construído (Naveh & Lieberman, 1994) (METZGER, 2001).

pixel: abreviatura de "picture element". É a menor unidade de informação em uma imagem ou mapa matricial. Referido como uma célula em uma imagem ou grid. Elemento celular que compõe uma imagem de satélite (UNESP, 2004).

plântula: embrião em desenvolvimento, após a germinação da semente; planta recém-nascida (FERREIRA, 2005).

polígonos: figura limitada por segmentos de reta que tem, dois a dois, extremidades comuns formando um contorno fechado (UNESP, 2004).

pontos de controle: pontos topográficos ou geodésicos, identificados numa fotografia e usados para verificar e correlacionar todas as demais informações nela contidas (UNESP, 2004).

preservação ambiental: ações que garantem a manutenção das características próprias de um ambiente e as interações entre os seus componentes (ACIESP, 1997).

processamento de imagens: extração de informações de imagens. Como interpretação visual e processamento digital (UNESP, 2004).

processamento digital de imagens: conjunto de técnicas de manipulação numérica de dados contidos em imagens digitais visando o realce de informações de interesse, a extração de determinadas feições, a identificação de objetos específicos na superfície e a adequação da imagem a uma forma conveniente, considerando escala, resolução, finalidade do trabalho, etc. (UNESP, 2004).

processo ecológico: qualquer mecanismo ou processo natural que ocorre em diversas populações, em habitat natural, tais como competição, predação, parasitismo, reprodução, seleção natural, evolução, alimentação, migração e outros. (ACIESP, 1997).

processo deposicional: corresponde ao modo pelo qual se processa a sedimentação, que é bastante variável, originando depósitos de vários tipos. De uma maneira geral, o processo deposicional é ligado a mecanismos físico ou mecânico, químico e biológico (SUGUIO, 1998).

progradação: (1) mecanismo de avanço da linha de costeira (*coastline*), mar adentro, normalmente relacionado à sedimentação por processos marinhos litorâneos (corrente de deriva litorânea = aporte longitudinal ou abaixamento do nível do mar = aporte transversal) ou fluviais. (2) na seqüência estratigráfica genética de Galloway (1989), corresponde a um dos estilos básicos de preenchimento sedimentar, caracterizado por alimentação (suprimento) no

sentido do mergulho deposicional tal como ocorre em um delta (SUGUIO, 1998).

radiação solar: emissão de raios solares que incidem sobre a superfície terrestre e irradiam para a atmosfera, aquecendo-a (UNESP, 2004).

radiação: processo de emissão de energia eletromagnética (calor, luz, raios gama, raios X) e partículas subatômicas (elétrons, nêutrons, partículas alfa, etc.) (UNESP, 2004).

recrutamento: 1. Incorporação de novos indivíduos a uma população através de natalidade ou imigração. 2. Número de indivíduos incorporados a uma população, ou a uma determinada classe etária desta população, em uma dada unidade de tempo (ACIESP, 1997).

satélite: corpo celeste que gira em torno de um planeta (UNESP, 2004).

satélite artificial: engenho produzido pelo homem e colocado em uma órbita gravitacional, normalmente da Terra, em forma de foguetes ou "ônibus" espaciais como vetores, com múltiplos fins, como investigação espacial, sensoriamento remoto, telecomunicações, ações militares (espionagem) e outros. Os países desenvolvidos, como detentores dessa tecnologia, têm nela um eficiente recurso para manutenção do poder econômico e militar, além de um retorno financeiro na venda de serviços de colocação e manutenção de satélites para telecomunicações, informações sobre previsões de colheita para safras agrícolas, recursos naturais, condições meteorológicas, entre outros (UNESP, 2004).

sedimentação: deposição de partículas minerais ou orgânicas em meio subaquoso ou subaéreo sob condições físico-químicas normais, isto é, próximas às da superfície terrestre. O material transportado pode ser derivado de rochas preexistentes ou originados por processos biológicos. O processo tem início quando a força transportadora é sobrepujada pelo peso das partículas (sedimentos clásticos ou detríticos), ou quando a água torna-se

supersaturada em solutos (sedimentos químicos) ou por atividade ou morte de organismos (sedimentos orgânicos ou bioquímicos) (SUGUIO, 1998).

sedimento: agregado inconsolidado de partículas minerais ou de rochas formado na superfície terrestre. O sedimento pode ser classificado segundo vários critérios. De acordo com a origem é possível reconhecer os sedimentos clástico, químico e orgânico. Pela sua composição química pode-se falar em silícico, carbonático, orgânico, etc. É também possível combinar as duas classificações anteriores como, por exemplo, no caso de sedimento siliciclástico. Por outro lado, considerando-se a textura (granulometria) tem-se o psefítico, psamítico e pelítico usando-se palavras de origem grega (SUGUIO, 1998).

sedimento inconsolidado: sedimento solto cujas partículas não estão cimentadas, podendo ocorrer tanto em superfície como em profundidade. Em geral, encontra-se na superfície e apresenta uma idade geológica muito recente (atual a algumas dezenas de milhares de anos) (SUGUIO, 1998).

sensoriamento remoto: detecção da natureza de um objeto, sem que haja contato físico com ele. O termo sensoriamento remoto se restringe aos métodos que utilizam a energia eletromagnética na detecção e na medida das características dos objetos (UNESP, 2004).

serapilheira: camada sob cobertura vegetal, consistindo de folhas caídas, ramos, caules, cascas e frutos, depositados sobre o solo (ACIESP, 1997).

SIG (Sistema de Informação Geográfica) ou GIS (Geographic Information System): sistema que visa a coleta, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de informações sobre entes de expressão espacial. Sistema de Informações Geográficas, ou Geographic Information System (GIS), é um sistema baseado em computador, que permite ao usuário coletar, manusear e analisar dados georeferenciados. Um GIS, ou SIG, pode ser visto como a combinação de hardware, software, dados, metodologias e recursos humanos,

que operam de forma harmônica para produzir e analisar informação geográfica (UNESP, 2004).

sistema: é um conjunto de entes interrelacionados (UNESP, 2004).

sistema dinâmico: quando o estado do sistema muda com o tempo (UNESP, 2004).

solo: cobertura mais superficial da crosta terrestre, que contém substâncias inorgânicas e orgânicas, tendo sido formada por intemperismo de rochas ígneas, metamórficas ou sedimentares. A sua natureza depende da rocha matriz, relevo, clima, etc. e encontra-se em constante transformação, sendo os seus estágios genéticos registrados, por exemplo, nas características texturais e estruturais do perfil do solo (SUGUIO, 1998).

SPOT: programa de satélites francês, com três satélites em órbita atualmente, lançados a partir de 1986, cada um leva dois sensores multiespectrais de alta resolução (UNESP, 2004).

sucessão: substituição progressiva de uma ou mais espécies, população, comunidade, por outra, em determinada área ou em um biótopo; compreende todas as etapas desde a colonização ou estabelecimento das espécies pioneiras até o clímax. A sucessão pode ser também modificada por forças fisiográficas que destroem a vegetação ou que produzem uma sucessão mais rápida. A ação do homem pode alterar o processo de sucessão natural (ACIESP, 1997).

tabela de cores de rochas: tabela padrão de comparação visual para descrição de cores, principalmente de rochas sedimentares no campo. A forma e arranjo são baseados no sistema de Munsell, no caso da tabela editada pela Sociedade Geológica da América, que é o sistema de identificação de cores mais difundido nos Estados Unidos. O uso da tabela diminui a subjetividade na descrição das cores das rochas (SUGUIO, 1998).

tabelas de cores de solos: tabela padrão de comparação visual para descrição de cores de solos, análoga à tabela de cores de rochas, elaborada porém com muito mais detalhes para melhor atender à maior variabilidade cromática dos solos em relação às rochas (SUGUIO, 1998).

taxa de sedimentação: velocidade de acumulação de sedimento em um ambiente, em geral subaquático, medida pela espessura depositada em um determinado intervalo de tempo. O valor absoluto não é fácil de ser determinado, pois períodos de sedimentação rápida alternam-se com fases de deposição mais lenta, não-sedimentação ou mesmo de erosão. Entretanto, é importante estabelecer valores médios para diferentes ambientes para se compreender melhor os processos que atuam na superfície da Terra. Entre os vários métodos empregados para se medir as taxas de sedimentação tem-se as seguintes: observações diretas, cálculos teóricos, datações radiométricas, métodos paleontológicos, contagem de varves, etc. (SUGUIO, 1998).

testemunhador: equipamento tubular de amostragem que permite coletar sedimentos subaquáticos em amostras de formas cilíndricas denominadas testemunhos de sondagem (SUGUIO, 1998).

unidade da paisagem: cada tipo de componente da paisagem (unidades de recobrimento e uso do território, ecossistemas, tipos de vegetação). Na abordagem geográfica, a unidade da paisagem é em geral definida como um espaço de terreno com características hidro-geomorfológicas e história de modificação humana semelhantes. De certa forma, a “unidade de paisagem” da abordagem geográfica pode ser considerada como uma “paisagem” na abordagem ecológica, pois é composta por mosaico com diferentes usos e coberturas (METZGER, 2001).

UTM (Universal Transverso de Mercator): projeção cilíndrica conforme, com uma rotação de 90° do eixo do cilindro, de maneira a ficar contido no plano do equador. Adota-se um elipsóide de referência (em vez da Terra esférica) (UNESP, 2004).

vetorial: dado vetorial tem o domínio assimilado a pontos, linhas e polígonos, representados por coordenadas (UNESP, 2004).

zonação: distribuição dos organismos em áreas, camadas ou zonas subsequentes distintas (ACIESP, 1997).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N., 1985. O Ribeira de Iguape: uma setorização endereçada ao planejamento regional. Bolm. Tec. SUDELPA, nº 1, 35p.
- ACIESP, 1987. Glossário de Ecologia. São Paulo. No 57, 271p.
- ACIESP, 1997. Glossário de Ecologia. 2a edição (revisada e ampliada). São Paulo. No 103, 352p.
- ADAIME, R.R. 1976. Estudo da variação estacional do "standing-crop" e do repovoamento em um banco de *Spartina alterniflora* Loiseleur, 1807, no complexo estuarino-lagunar de Cananéia. Dissertação de Mestrado, IOUSP, 72p.
- ADAIME, R.R. 1978. Estudo da variação estacional do "standing-crop" e do repovoamento em um banco de *Spartina alterniflora* Loiseleur, 1807, no complexo estuarino-lagunar de Cananéia. Bolm. Inst. oceanogr., São Paulo 27 (2):1-43.
- ALMEIDA, R. 2003. O tanino da casaca do mangue e o artesanato capixaba das panelas de barro. Site do Projeto Biosfera (<http://www.projetobiosfera.com.br/biosbase.asp>). Obtido em 16/02/2003.
- ALMEIDA, R., 2004. Ecologia de Manguezais: dinâmica da serapilheira e funcionamento do ecossistema, Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. São Paulo, Tese de Doutorado, IOUSP, 183p.
- ALMEIDA, R.; M. CUNHA-LIGNON; C. COELHO-JR, & Y. SCHAEFFER-NOVELLI. 2000. Analysis of ecological processes of the mangrove ecosystem: subsidies for conservation in the Cananéia region – São Paulo, Brazil. Conference Sustainable Use of Estuaries and Mangroves: challenges and propescts, Recife (PE), CD-ROM, 7p.
- ALMEIDA, R.; R.P. MENGHINI; Y. SCHAEFFER-NOVELLI; C. COELHO-JR & M. CUNHA-LIGNON, 2003. Produção e estoque de serapilheira em manguezal da Ilha do Cardoso, Cananéia – SP. Anais de trabalhos completos do VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza, 491-493.
- ANDERSON, P., 1981. Fundamentos para Fotointerpretação, Sociedade Brasileira de Cartografia, Brasília, 118p.

- ARAÚJO, D.S.D., 1978. As comunidades vegetais das margens das Lagoas da Baixada de Jacarepaguá. Rio de Janeiro, Cadernos FEEMA, Série Técnica 3/78, 35p.
- ASSIS, A.M.; M. CANAL; O. ZAMBOM & O.J. PEREIRA, 2000. Estrutura da vegetação sobre as dunas frontais do Ulé, municípios de Guarapari e Vila Velha, ES. Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação. Vol. I. Publ. ACIESP no 109-I, 430-438.
- BAILEY, R.G., 1987. Suggested hierarchy of criteria for multi-scale ecosystem mapping. *Landscape and Urban Planning*, 14: 313-319.
- BALL, M.C., 1980. Patterns of secondary sucession in a mangrove forest of Southern Florida. *Oecologia*, 44:226-235.
- BARCELLOS, R.L., 2003. Processo sedimentar atual e a distribuição da matéria orgânica sedimentar no sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape (SP). 2ºrelatório científico. Fapesp, Processo nº 01/01283-9. 41p.
- BARCELLOS, R.L., 2005. Distribuição da matéria orgânica sedimentar e o processo sedimentar atual no Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape (SP). Tese de Doutorado, IOUSP, São Paulo, Volume1 – Texto (89p.); Volume 2 – Figuras e Tabelas (104p.).
- BARCELLOS, R.L. & V.V. FURTADO, 2004. Comparação do processo sedimentar atual entre o Mar de Cubatão e o Mar de Cananéia, Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape, São Paulo. Anais do II Simpósio de Oceanografia, 1p.
- BARRETO, M.B. & F.A. GOENAGA, 2001. Geomorfologia y desarrollo estructural de los manglares en el Parque Nacional Morrocoy, Venezuela. IX Colacmar, San Andrés (Colômbia). Resumos Ampliados, CD-Rom, no 256, 4p.
- BÉRGAMO, A.L. 2000. Características da hidrografia, circulação e transporte de sal: Barra de Cananéia, Sul do Mar de Cananéia e Baía de Trapandé. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, USP, 210p.
- BASE, 1997. Fotografia Aérea. SEP/CAR-IGC, V. Rib. Quilombos, Fx 13, Nº 7141, Fx. 14, Nº 7143, escala 1:35.000, 12/1997.
- BESNARD, W. 1950. Considerações gerais em torno da região lagunar de Cananéia-Iguape II. Bolm. Inst. Paul. oceanogr., São Paulo, 1 (2): 3-28.

- BLASCO, F.; T. GAUQUELIN; M. RASOLOFOHARINORO; J. DENIS; M. AIZPURU & V. CALDAIROU, 1998. Recent advances in mangrove studies using remote sensing data. *Marine and Freshwater Research*, 49 (4): 287-296.
- BRANDT, J., 2000. The landscape of landscape ecologists. *Landscape Ecology*, 15: 181-185.
- BRUNO, J.F., 2000. Facilitation of cobble beach plant communities through habitat modification by *Spartina alterniflora*. *Ecology*, 81: 1179-1192.
- BRUNO, J.F. & C.W. KENNEDY, 2000. Patch-size dependent habitat modification and facilitation on New England cobble beaches by *Spartina alterniflora*. *Oecologia*, 122: 98-108.
- CÂMARA, G.; R.C.M. SOUZA; U.M. FREITAS; J. GARRIDO & F.M. II, 1996. SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. *J. Computers & Graphics*, 20 (3): 395-403, may-jun.
- CARVALHO, E. A., 2002. Impactos ambientais na zona costeira: o caso da estrada Brangança-Ajuruteua, Estado do Pará. Site do Projeto Biosfera (<http://www.projetobiosfera.com.br/biosbase.asp>). Obtido em 10/08/2002.
- CINTRÓN, G. & Y. SCHAEFFER-NOVELLI, 1985. Características y desarrollo estructural de los manglares de Norte y Sur America. *Ciencia Interamericana*, Vol. 25, Nos 1-4: 4-15.
- CINTRÓN, G., 1987. Caracterización y manejo de áreas de manglar. Livro de Resumos do Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. Vol. 3, ACIESP, nº 54-III.
- CESP, 1981. Fotografia Aérea, Obra 407, Litoral Sul, Fx 21, N^{os} 026, 027, escala 1:35.000, 18/06/1981.
- CLEMENTS, F. E. 1916. Plant Succession: Analysis of the development of vegetation. *Carnegie Inst. Wash. Publ.* 242: 1-512.
- CLEMENTS, F. E. 1936. Nature and structure of the climax. *J. Ecol.* 24: 252-284.
- 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, IOUSP, 108p.

- COELHO-JR, C. 2003. Ecologia de manguezais: Zonação e dinâmica da cobertura vegetal em gradientes ambientais, Cananéia, São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado, IOUSP, São Paulo, 166p.
- CONNELL, J. H. & R.O. SLATYER, 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *Am. Nat.* 111: 1119-1144.
- CUNHA-LIGNON, M. 2001. Dinâmica do manguezal no Sistema de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo – Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, 105p.
- CUNHA-LIGNON, M. 2002. Manguezais. Site do WWF-Brasil, para crianças (http://www.wwf.org.br/amazonia/default.asp?u=/infantil/Default.asp?module=curiosidades_manguezais.htm) Obtido em 09/12/2002.
- CUNHA-LIGNON, M. 2003. Manguezais do CELIC. Site do Projeto Biosfera (<http://www.projetobiosfera.com.br/biosbase.asp>). Obtido em 14/02/2003.
- CUNHA-LIGNON, M.; R. ALMEIDA; C.. COELHO-JR; G. NOGUEIRA-PATU; R. PALAMAR MENGHINI, & Y. SCHAEFFER-NOVELLI, 2003. Information, Awareness and Education at Cananéia-Iguape Coastal System (Brazil). 5th International Conference on Environmental Future, Zurich (Suíça), em CD-ROM.
- CURTIS, J.T. & R.P. MCINTOSH, 1950. The interrelations of certain measures in phytosociological characters. *Ecology*, 31(3):434-455.
- D'ALGE, J.C.L., 2004. Cartografia para geoprocessamento. Capítulo 6, 32p. In: Câmara, G. Geoprocessamento: teoria e aplicações. <http://dpi.inpe.br/gilberto/livro>. Obtido em 06/04/2004.
- DAHDOUH-GUEBAS, F., 2001. Mangrove vegetation structure dynamics and regeneration. Ph.D. Dissertation, Vrije Universiteit Brussel, Brussels, Belgium, 317p. <http://www.vub.ac.be/APNA/staff/FDG/PhD/PhD.html>, em 06/01/2003.
- DAHDOUH-GUEBAS, F., 2002. The use of remote sensing and GIS in the sustainable management of tropical coastal ecosystems. *Environment, Development and Sustainability*, 4: 93-112.
- DAHDOUH-GUEBAS, F., M. VERNEIRT, J.G. KAIRO, J.F. TACK, D. VAN SPEYBROECK & N. KOEDAM., 1998. Propagule predators in Kenyan

- mangroves and their possible effect on regeneration. *Marine and Freshwater Research* 49: 345-350.
- DAHDOUH-GUEBAS, F.; A. VERHEYDEN; W. DE GENST; S. HETTIARACHCHI & N. KOEDAM, 2000. Four decade vegetation dynamics in Sri Lanka mangroves as detected from sequential aerial photography: a case study in Galle. *Bulletin of Marine Science*, 67 (2): 741-759.
- DAVIS, J.H. 1940. The ecology and geologic role of mangroves in Florida. Carnegie Institute Washington Publication, 517: 303-412.
- DAVIS, B., 1996. GIS: a visual approach. Santa Fe, Onword Press, 374p.
- DAWES, C.J., 1998. Salt Marshes. Chap. 9. 236-266. In: *Marine Botany*, 2nd ed., Florida, John Wiley & Sons, Inc., 480p.
- DHN, 1982a, Carta Náutica Mar Pequeno (de Iguape a Cananéia) N° 1702, Escala 1:27.500.
- DHN, 1982b, Carta Náutica Porto de Cananéia, N° 1703, Escala 1:27.448.
- DIAS-BRITO, D. & L. ZANINETTI. 1979. Étude géobotanique comparative de trois mangroves du littoral brésilien: Acupe (Bahia), Guaratiba (RJ) et Iguape (São Paulo). Notes du Laboratoire de Paleontologie de L'Université de Genève, fasc. 4, n° 6: 57-65.
- DIAS-BRITO, D.; J.A. MOURA & P. BRÖNNIMANN, 1982. Aspectos ecológicos, geomorfológicos e geobotânicos da planície de maré de Guaratiba, RJ. Ata do IV Simpósio do Quaternário no Brasil, 153-174.
- DUGAN, P.J., 1992. Conservación de Humedales: un análisis de temas de actualidad y acciones necesarias. IUCN, Gland, Suiza, 100p.
- FERREIRA, A.B.H., 2005. Novo Dicionário Aurélio. Versão eletrônica. Positivo Informática.
- FERREIRA, T.O.; P. VIDAL-TORRADO & X.L.O. PÉREZ, 2004. Influência da vegetação (*Spartina* spp.) sobre a físico-química do ferro e do enxofre em solos de ambientes estuarinos em Cananéia (SP). São Paulo, Anais do II Simpósio de Oceanografia, 1p.
- FLORENZANO, T.G., 2002. Imagens de satélite para estudos ambientais. São Paulo, Oficina de Textos, 97p.
- FORMAN, R.T.T., 1995. Land mosaics: the ecology of landscapes ad regions. Cambridge University Press, Cambridge.

- FORMAN, R. T. T.; GODRON, M., 1986. Landscape ecology. New York: John Wiley & Sons, 620 p.
- FROMARD, F.; H. PUIG; E. MOUGIN; G. MARTY; J.L. BETOULLE; L. CADAMURO, 1998. Structure, above-ground biomass and dynamics of mangrove ecosystems: new data from French Guiana. *Oecologia*, 115: 39-53.
- FROMARD, F.; C. VEGA & C. PROISY, 2004. Half a century of dynamic coastal change affecting mangrove shorelines of French Guiana. A case study based on remote sensing data analyses and field surveys. *Marine Geology*, 208: 265-280.
- GERLACH, S.A. 1958. Die mangroveregion Tropischer Kusten Lebensraum. *Zeitschrift fuer morphologie und Oekologie der Tierre*, 46: 636-730.
- GIS, 2004. <http://www.gis.com/whatisgis/whatisgis.pdf> (obtido em 30/03/2004).
- HILDEBRAND, B. 2002. <http://www.tapir.org/~kh2z/Waypoint/> (10/10/2002).
- HOFFMAN, J.S.; M.R. MORENO; G.S.L. BONADIMAN; N.E.M. OLIVEIRA & M.A.M. GONÇALVES, 2002. Fitossociologia da formação halófila e psamófila-repitante da restinga de Praia das Neves, Presidente Kennedy, ES., Espírito Santo, Cadernos Camilliani, 3 (3): 19-24.
- HOLLING, C.S., 2001. Understanding the complexity of economic, ecological, and social system. *Ecosystems*, 4: 390 – 405.
- IALE, 1998. Triptico con información sobre la Asociación Internacional de Ecología del Paisaje, Guelph, Canada.
- IBGE, 2005. Perfil dos municípios brasileiros: meio ambiente - 2002. Brasília, MMA, IBGE, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. 382p. (www.mma.gov.br). Obtido em 19/09/2005.
- INPE, 2001. SPRING Básico. Tutorial 10 aulas, SPRING 3.5.1., versão Windows/UNIX, novembro.
- INPE, 2002. Introdução ao SPRING: apostila teórica, São José dos Campos, maio.
- JIMENEZ, J. A. 1994. Los manglares del Pacífico de Centroamérica. Heredia, EFUNA. 352p.
- JIMÉNEZ, J.A. 1999. Ambiente, distribución y características estructurales de los manglares del Pacífico de Centro America: contrastes climáticos. In: A. Yáñez-Arancibia & A.L. Lara-Dominguez, eds. *Ecosistemas de Manglar em*

- America Tropical. Instituto de Ecología, A.C. México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA. 51-70.
- JIMÉNEZ, J.A.; A.E. LUGO, & G. CINTRÓN, 1985. Tree mortality in mangrove forests. *Biotropica*, 17 (3): 177-185.
- JOLY, F., 1990. A cartografia. São Paulo, Ed. Papirus, 136p.
- LAZZAROTTO, D.R., 2004. Cartografia.
<http://www.fatorgis.com.br/cartografia.asp> (disponível em 21/01/2004).
- LONGHURST, A., ed. 1998. Ecological geography of the sea. Academic Press, California, USA, 398p.
- MACIEL, N.C., 1987. Os manguezais e as unidades de preservação no Brasil. Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: síntese dos conhecimentos. vol. I, p.149-172.
- MENGHINI, R.P., 2004. Ecologia de manguezal: grau de perturbação e processos regenerativos em bosques de mangue na Ilha Barnabé, Baixada Santista, São Paulo, Brasi. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, 96p.
- MESQUITA, A.L. de & J. HARARI. 1983. Tides and gauges of Cananéia and Ubatuba – Brasil (Lat 24o). *Relat. Int. Inst. Oceanogr. Univ. S. Paulo*, (11): 1-14.
- METZGER, 2001. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica*, Campinas/SP, V. 1, Nº ½, ISSN 1676-0611, 9p (<http://www.biotropica.org.br>, obtido em 15/10/2004).
- METZGER, J.P. & E. MULLER, 1996. Characterizing the complexity of landscape boundaries by remote sensing. *Landscape Ecology*, vol. 11, nº 2: 65-77.
- METZGER, J.P. & PIVELLO, V.R., 2000. Landscape ecology in Brazil. *IALE Bulletin* (International Association for Landscape Ecology), Vol. 18, 2-3, Jun/Jul, 1-2.
- METZGER, J.P.; V.R. PIVELLO & C.A. JOLY, 2004. Landscape Ecology Approach in the Conservation and Rehabilitation of Riparian Forest Areas in S.E. Brazil. In: Eduardo Salinas Chavéz & John Middleton (eds.), *Landscape Ecology as a Tool for Sustainable Development in Latin America*, <http://www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html> (obtido em 13/10/2004).

- MIKESELL, M. W., 1972. Landscape. In: ENGLISH, P. W.; R. C. MAYFIELD. Man, space, and environment: concepts in contemporary human geography. New York: Oxford University Press, p. 9-15.
- MIRANDA, L.B.; A.R. MESQUITA & C.A.S, FRANÇA. 1995. Estudo da circulação e dos processos de mistura no extremo sul do Mar de Cananéia: condições de dezembro de 1991. Bolm. Inst. oceanogr., S. Paulo, 43 (2): 153-164.
- MIRANDA, L.B. & B.M. CASTRO. 1997. Classificação do mar de Cananéia e estimativa do flux de sal. Congresso Latino-americano sobre Ciências do Mar, Santos, SP, vol II, p: 175-176.
- MMA, 2005. Programa POESIA, Série Recursos Hídricos 2.0. Brasília. Versão em CD.
- MÜLLER-DOMBOIS, D. & H. ELLENBERG, 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York, John Willey & Sons.
- NAVEH, Z. & A.S. LIEBERMAN, 1994. Landscape Ecology: theory and application. New York, Springer-Verlag, 2a ed., 360p.
- NOVO, E.M.L.M. 1992. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. 2a edição, São Paulo, Edgard Blücher, 308p.
- OBADÉ, P.T.; F. DAHDOUN-GUEBAS; N. KOEDAM; R.DE WULF & J. TACK, 2004. GIS-based integration of interdisciplinary ecological data to detect land-cover changes in creek mangroves at Gazi Bay, Kenya. Western Indian Ocean J. Mar. Sci., Vol. 3, No. 1, pp. 11-27.
- ODUM, E.P., 1988. Ecologia. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Koogan, 434p.
- O'NEILL, R.V., 1988. Hierarchy theory and global change. In: Rosswall, T.; R.G. Woodmansee & P.G. Risser. Scales and global change. London, John Wiley & Sons, P. 29-45.
- OYAMA, M. & H. TAKEHARA, 1987. Revised Standard Soil Color Charts. 36P + anexos.
- PARENT, S., 1990. Dictionnaire des sciences de l'environnement. Ottawa, Broquet Ed., 747p.
- PEREIRA, S., 1998. Influência da variação relativa do nível do mar no manguezal de Guaratiba – Baía de Sepetiba – RJ. Tese de Doutorado, Geociências, UFRG, 123p.

- PINTO-COELHO, R.M., 2000. Sucessão Ecológica. Cap. 12. In. Fundamentos em Ecologia. ARTMED Ed., Porto Alegre, 250p.
- 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, IOUSP, 163p.
- POZZI NETO, D., 2004. Derrame de petróleo: valoração. Site do Projeto Biosfera (<http://www.projetobiosfera.com.br/biosbase.asp>). Obtido em 10/02/2004.
- RABINOWITZ, D. 1978a. Early growth of mangrove seedlings in Panama, and Hypothesis concerning the relationship of dispersal and zonation. J. Biogeogr. 5: 113-133.
- RABINOWITZ, D. 1978b. Mortality and initial propagule size in mangrove seedlings in Panama. J. Ecol., (66): 45-51.
- RAMSAR, 2005. Ramsar Sites Information Service – Brazil. (<http://www.wetlands.org/RSDB/default.htm>, obtido em 12 de setembro de 2005).
- RAMSAR CONVENTION, 1971. The Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat. Ramsar, Irã.
- RAMSAR CONVENTION, 1999. Programme on communication, education and public awareness (CEPA). Resolution VII.9. 8th Meeting of the Conference of the Contracting Parties to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971) San José, Costa Rica. (www.ramsar.org, obtido em 27/10/2004).
- RAMSAR CONVENTION, 2000a. Ramsar Handbook for the wise use of wetlands. Handbook 6: Promoting the conservation and wise use of wetlands through communication, education and public awareness – The Outreach Programme of the Convention on Wetlands. San José, Costa Rica, 36p.
- RAMSAR CONVENTION, 2000b. Ramsar Handbook for the wise use of wetlands. Handbook 5: Establishing and Strengthening local communities' and indigenous peoples's participation in the management of wetlands. San José, Costa Rica, 92p.
- RAMSAR CONVENTION, 2002. Wetlands: water, life, and culture. 8th Meeting of the Conference of the Contracting Parties to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971) Valencia, Espanha, 18-26 Novembro.

- RODRIGUES, M.; M.M. MAHIQUES; D.A. KLEIN & V.V. FURTADO, 2002. Análise preliminar da evolução paleo-ambiental da região de Cananéia, Litoral Sul de São Paulo. CD-Rom do I Simpósio Brasileiro de Oceanografia, IOUSP.
- ROPERTO, A.; A.C. MARTENSEN; A. UEZU; A.T.B. DIEDERISCHSEN; C. OSAKA; D. FERRAZ; D. BOSCOLO; E. CATHARINO; F.S. ROCHA; J.P. METZGER; L. ALVES; L.E. LOPES; L.C. BERNACCI; M. UEHARA-PRADO; P. DEVELEY; S. BUZATO; S. SIMÕES; V.R. PIVELLO; W.G. SILVA, 2001. A cartilha educativa "A história da ecologia de uma paisagem" material didático como um instrumento de educação e conservação. Anais do II Simpósio do Programa Biota/Fapesp, São Pedro, SP, p: 151.
- SAITO, R.T., 2002. Radionuclídeos (^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{210}Po e ^{137}Cs) no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape: estudos ambientais. Tese de Doutorado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nuclear, Universidade de São Paulo, 162p + anexos.
- SAYRE, R.; E. ROCA; G. SEDAGHATKSH; B. YOUNG; S. KEEL; R.L. ROCA & S. SHEPPARD, eds., 2000. Nature in Focus: Rapid Ecological Assessment. Washington, D.C., Island Press, The Nature Conservancy. 182p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 2003. Derrame de petróleo em manguezal. Site do Projeto Biosfera (<http://www.projetobiosfera.com.br/biosbase.asp>). Obtido em 25/10/2003.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. & G. CINTRÓN. 1986. Guia para estudos de áreas de manguezal: estrutura, função e flora. São Paulo, Caribbean Ecological Research, 150p. + apêndices.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. & G. CINTRÓN-MOLERO, 1988. Expedição Nacional aos Manguezais do Amapá – Ilha de Maracá. Relatório Técnico, CNPq, Linhas de Ação em Botânica, Ecossistema Manguezal, Processo 40.1846/87.3 20.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; H.S.L. MESQUITA & G. CINTRÓN-MOLERO. 1990. The Cananéia Lagoon Estuarine System, São Paulo, Brasil. Estuaries, 13, (2): 193-203.

- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; G. CINTRÓN-MOLERO; M.L. SOARES & M.T. DE-ROSA. 2000. Brazilian mangroves. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 3: 561-570.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; G. CINTRÓN; M. CUNHA-LIGNON & C. COELHO-JR., 2004. A conceptual hierarchical framework for marine coastal management and concervation: a Janus-like approach. *Journal of Coastal Research. Special Issue*, (42): 1-7.
- SILVA, J.F. 1989. Dados climatológicos de Cananéia e Ubatuba (Estado de São Paulo). *Bolm. climatol. Inst. oceanogr.*, São Paulo, (6): 1-21.
- SMITH III, T. J. 1987. Effects of seed predators and light level on the distribution of *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. in tropical, tidal forests. *Estuar. Coast Shelf Sci.* (25): 43–51.
- SOARES, M.L.G.; L.C.S. PERIA & Y. SCHAEFFER-NOVELLI, 1991a. Estudo da dinâmica de propágulos de *R. mangle* em manguezal da Ilha do Cardoso (Cananéia, SP). II Simpósio sobre Oceanografia – IOUSP, Livro de Resumos, p: 104.
- SOARES, M.L.G.; L.C.S. PERIA & Y. SCHAEFFER-NOVELLI, 1991b. Estudo da dinâmica de plântulas e jovens de *R. mangle* em manguezal da Ilha do Cardoso (Cananéia, SP). II Simpósio sobre Oceanografia – IOUSP, Livro de Resumos, p: 105.
- SUGUIO, k., 1992. Dicionário de Geologia Marinha (com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol). São Paulo, T.A. Queiroz Ed., 171p.
- SUGUIO, k., 1998. Dicionário de Geologia Sedimentar e áreas afins. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1217p.
- SUGUIO, K. & M.G. TESSLER, 1992. Depósitos quaternários da planície costeira de Cananéia-Iguape (SP). Roteiro das Excursões do 37º Congresso Brasileiro de Geologia, Vol. I, 31p.
- TANSLEY, A.G., 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, 16: 284-307.
- TEIXEIRA, A.L.A. & A. CHRISTOFOLETTI, 1997. Sistema de Informação Geográfica: Dicionário Ilustrado. São Paulo, Ed. HUCITEC, 244p.
- TELES, A.P.S., 1997. A evolução geológica e quaternária e a influência do Valo Grande na dinâmica sedimentar da área de Iguape, São Paulo. Dissertação

- de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 98p + figuras.
- TESSLER, M.G. 1982. Sedimentação atual na região lagunar de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, v. 1 (texto) 110p. e v. 2 (mapas e figuras) 170p.
- TESSLER, M.G. & V.V. FURTADO. 1983. Dinâmica de sedimentação das feições de assoreamento da região lagunar Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo. Bolm. Inst. Oceanogr., São Paulo, 32 (2): 117-124.
- TESSLER, M.G. & M.M. MAHIQUES, 1998. Erosional and depositional processes on the Southern Coast of the State of Sao Paulo: a case study of Cananeia-Iguape System. An. Acad. Bras. Ci., 70 (2): 267-275.
- TESSLER, M.G. & L.A.P. SOUZA. 1998. Dinâmica sedimentar e feições sedimentares identificadas na superfície de fundo do sistema Cananéia-Iguape, SP. Rev. bras. oceanogr., 46 (1): 69-83.
- THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA, 1970. Rock-Color Chart. Boulder, Colorado, USA.
- THOM, B.G. 1982. Mangrove ecology: a geomorfology perspective. In: Clough, B.F. ed. Mangrove Ecosystems in Australia. Australian National University Press, Canberra. p: 3-16.
- THOM, B.G., 1984. Coastal landforms and geomorphic processes. In: Snedaker, S.C. & J.G. Snedaker, eds. The Mangrove Ecosystem: research methods. UNESCO, p:3-17.
- TIBIRIÇÁ, L.C., 1997. Dicionário de Topônimos brasileiros de origem tupi - significados dos nomes geográficos de origem tupi. São Paulo, Editora Traço 2ª edição, 197p.
- TOLEDO, M.C.M., 1981. Evolução geoquímica, mineralógica e micromorfológica no processo de bauxitização: estudo comparativo dos depósitos de Mogi das Cruzes, Curucutu e Lavrinhas, SP, associados a diferentes tipos litológicos. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, 106p.
- TOMMASI, L.R. coord. 1984. Projeto Valo Grande – SOMA / CIRM. Relatório parcial apresentado ao Secretário do Estado de Obras e do Meio Ambiente. São Paulo, IOUSP, 30p.

- TRICART, J.J.L., 1979. Paysage et écologie. *Revue de Géomorphologie dynamique: géodynamique externe. Études intégrée du milieu naturel*, XXVIII, n. 3: 81-95.
- TROLL, C., 1971. Landscape ecology (geo-ecology) and biogeocenology: a terminology study. *Geoforum* 8: 43-46.
- TURNER, M.G., 1989. Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology and Systematic*, 20: 171-197.
- TWILLEY, R.R. 1995. Properties of mangrove ecosystems in relation to the energy signature of coastal environments. In: C.A.S. Hall ed. *Maximum Power*. University Press of Colorado, Niwot. p: 43-62.
- UNESP, 2004. Curso on line de Geoprocessamento. UNESP de Presidente Prudente (<http://proex-virtunesp.reitoria.unesp.br>, obtido em 02/07/2004).
- URBAN, D.; R.V. O'NEILL & H. SHUGART Jr., 1987. Landscape ecology: a hierarchical perspective can help scientists understand spatial patterns. *BioScience* 37: 119-127.
- VALE, C.C., 2004. Séries geomórficas costeiras do Estado do Espírito Santo e os habitats para o desenvolvimento dos manguezais: uma visão sistêmica. Tese de Doutorado, FFLCH, São Paulo, 386p.
- VELEZ, L.F.L.; POLANÍA, J. & GIRALDO, L.E.U., 2003. Dispersión y establecimiento de las especies de mangle del Río Ranchería en el período de máxima fructificación. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 27 (102): 93-103.
- VERHEYDEN, A.; F. DAHDOUN-GUEBAS; K. THOMAS; W. GENST; S. HETTIARACHCHI & N. KOEDAM, 2002. High-resolution vegetation data for mangrove research as obtained from aerial photography. *Environment, Development and Sustainability*. 4: 113-133.
- VON BERTALANFFY, L., 1969. General system theory: foundations, development, applications. New York: George Braziller. 295 p.
- VON BERTALANFFY, L., 1975. Teoria Geral dos Sistemas. 2a ed. Petrópolis. Ed. Vozes, 349p.
- WENTWORTH, C.K., 1922. A scale of grade and class terms of clastic sediments. *Journal of geology*. 30: 377-392.
- WIENS, J.A.; N.C. STENSETH; B. VAN HORNE & R.A. IMS, 1993. Ecological mechanisms and landscape ecology. *Oikos*, 66: 369-380.

- WILTON, K.M. & N. SANTILAN, 2000. Protocol for mangrove and saltmarsh habitat mapping. ACU Coastal Wetlands Technical Report. Sidney, Australia. Australian Catholic University Press, p: 1-35.
- YOKOYA, N.S.; E.M. PLASTINO; M.R.A. BRAGA; M.T.FUJII; M. CORDEIRO-MARINO; V.R. ESTON & J. HARARI, 1999. Temporal and spatial variations in the structure os macroalgal communities associated with mangrove trees of Ilha do Cardoso, Sao Paulo state, Brazil. *Revta. brasil. Bot.*, S. Paulo, 22, (2) 195-204.