

3.2.2.4 MANGUEZAIS

3.2.2.4.1 Características ecológicas

Os manguezais se distribuem na faixa tropical e subtropical, entre o Trópico de Câncer (23°N) e o Trópico de Capricórnio (23°S), verificando-se também algumas ocorrências de bosques de mangue em latitudes maiores, porém, com menor desenvolvimento estrutural, isto é, árvores de menor porte, menor biomassa no ecossistema, etc. (SCHAEFFER-NOVELLI & CINTRÓN, 1983). A ARIE do Guará está incluída nas mais extensas e conservadas áreas de manguezal do Estado, a Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape (CUNHA-LIGNON *et. al.*, 2009a; KRONKA *et. al.*, 2005), perfazendo aproximadamente 15.193 ha segundo Cunha-Lignon *et. al.*, (2011a), 13.653 ha mapeados no Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica (SOS MATA ATLÂNTICA, 2015) e 10.830 ha de acordo com o Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo (KRONKA *et. al.*, 2005).

Os manguezais são classificados de acordo com o Inventário Florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo como Formação Arbórea/Arbustiva-Herbácea de terrenos Marinhos Lodosos (KRONKA *et. al.*, 2005). O mangue é uma vegetação de primeira ocupação de caráter edáfico, que ocupa terrenos rejuvenescidos pelas seguidas deposições de aluviões flúvio-marinhos nas embocaduras dos rios, por essa razão pertence ao “complexo vegetacional edáfico de primeira ocupação” (Formações Pioneiras) (IBGE, 2012).

Schaeffer-Novelli (1990) definiu manguezal como ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés. É constituído de espécies vegetais lenhosas típicas (angiospermas), além de micro e macroalgas (criptógamas), adaptadas à flutuação de salinidade e caracterizadas por colonizarem sedimentos predominantemente lodosos, com baixos teores de oxigênio. Ocorre em regiões costeiras abrigadas e apresenta condições propícias para alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies de animais, sendo considerado importante transformador de nutrientes em matéria orgânica e gerador de bens e serviços.

Este ecossistema pode apresentar estrutura caracterizada por um *continuum* de feições: lavado, mangue e apicum. A feição lavado é aquela sujeita a maior frequência de inundação, que possui substrato lodoso exposto, desprovido totalmente de cobertura vegetal. A feição mangue é recoberta por espécies arbóreas típicas, que lhe confere fisionomia peculiar. Já a feição apicum que margeia o mangue, é atingida nas preamares de sizígia, equinociais ou devido a eventos meteorológicos. O apicum pode apresentar-se hipersalino, e ter déficit hídrico, limitando a ocorrência de espécies arbóreas (SCHAEFFER-NOVELLI, 2005).

De acordo com Forzza *et. al.*, (2010), existem sete espécies arbóreas de ocorrência nos manguezais do território brasileiro: *Avicennia germinans* (L.) L. e *A. schaueriana* Stapf & Leechm. Ex Moldenke (Família Acanthaceae), *Conocarpus erectus* L. e *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn. (Família Combretaceae), e *Rhizophora harrisonii* Leechm, *R. mangle* L., e *R. racemosa* G. Mey. (Família Rhizophoraceae). Na região da ARIE do Guará, as espécies vegetais de mangue são o mangue vermelho (*R. mangle*), mangue branco ou tinteira (*L. racemosa*), mangue preto ou siriúba (*A. schaueriana*) e mangue-de-botão (*C. erectus*). A espécie da gramínea *Spartina alterniflora* é encontrada em bancos de lama e de areia nas áreas deposicionais dos canais lagunares e auxilia novos bosques de mangue a se estabelecerem

(CUNHA-LIGNON *et. al.*, 2009b). Espécies associadas a bosques de mangue, tais como o mangue-de-botão (*C. erectus*), hibiscos (*Hibiscus tiliaceus*) e samambaia do mangue (*Achrostichum aureum*), assim como algumas espécies de gramíneas (família Poaceae) dominam a paisagem de áreas de transição entre manguezal e florestas de restinga (CHARLIER-SARUBO, 2013).

Em diversas áreas de manguezais do sudeste de São Paulo, em regiões de contato com a Mata Atlântica, é frequente a presença de epífitas das famílias Bromeliaceae e Orquidaceae, particularmente *Tillandsia usneoides* L., *T. stricta*, *Vrizia spp.* e *Oncidium spp.*, que avançam até o manguezal através das copas (LACERDA *et. al.*, 2002). Dentre as macroalgas epífitas de troncos e raízes aéreas domina a associação *Bostrichietum*, que inclui os gêneros *Bostrichia*, *Caloglossa* e *Catenella* (LACERDA *et. al.*, 2002). Outra associação característica que ocorre nos sedimentos dos manguezais é *Rhizoclonietum*, formada por cerca de 10 espécies de clorófitas dos gêneros *Rhizoclonium*, *Enteromorpha* e *Cladophora* (LACERDA *et. al.*, 2002). Em relação à riqueza de líquens em manguezais, no Litoral Sul há registro de 38 espécies das divisões Marchantiophyta e Bryophyta, 24 espécies para o município de Iguape e 28 para o de Cananéia. Os gêneros mais especiosos são: *Frullania* com quatro espécies e *Cheilolejeunea* com cinco. Verificou-se semelhança entre as espécies de Marchantiophyta e Bryophyta das áreas de mangue com aquelas registradas para a vegetação de floresta de encosta no estado de São Paulo (VISNADI, 2008).

Diversos estudos realizados em parcelas demonstraram que há uma diminuição na densidade de árvores com a maior distância da água (PERIA *et. al.*, 1990; COELHO Jr., 1998 e 2003). Bosques de *L. racemosa* (mangue branco) colonizam áreas onde há intensa deposição sedimentar. Bosques de *R. mangle* (mangue vermelho) costumam colonizar áreas com micro canais e grande frequência de inundação pelas marés. Enquanto que bosques de *A. schaueriana* (mangue preto) colonizam áreas onde a topografia é mais elevada e há menor frequência de inundação pelas marés (CUNHA-LIGNON *et. al.*, 2009b). *R. mangle* deve ocupar zonas mais próxima da água, onde as inundações são mais frequentes, possivelmente em função do peso dos seus propágulos, que oferecem maior resistência a ação da maré, enquanto os propágulos de *A. schaueriana* são pequenos e necessitam de um período livre dos distúrbios da maré para se fixarem ao substrato, por essa razão a espécie tem maior frequência em locais afastados (RABINOWITZ, 1978).

Na Gamboa Nóbrega, em Cananéia, Adaime (1985) estudando a estrutura por meio de parcelas na região da franja do bosque, registrou *L. racemosa* como mais abundante, e Peria *et. al.* (1994) e Menezes (1994) em estudos realizados em pequenos rios de Cananéia, registraram *R. mangle* com a maior densidade na região próxima ao curso d'água. Os valores de densidade variaram entre 120 e 424 indivíduos/0,1ha (PERIA *et. al.*, 1990; MENEZES, 1994; ADAIME, 1985; COELHO JR., 1998). O parâmetro altura média e área basal média das árvores variou entre 2,2 m e 11,1 m, e 1,33 e 5,41 m², respectivamente (PERIA *et. al.*, 1990; MENEZES, 1994; ADAIME, 1985; COELHO, JR., 1998; COELHO JR., 2003). A produção média de serapilheira nos estudos variou entre 602,3 g/m²/ano na gamboa Nóbrega, e 902 g/m²/ano na Ilha do Cardoso (MENEZES, 1994; ADAIME, 1985).

Dentre os parâmetros ambientais que interferem no maior ou menor desenvolvimento estrutural e na dinâmica dos mangues estão: taxa de sedimentação, escoamento de água superficial, precipitação pluvial, marés, temperatura e mudanças no nível médio relativo do mar (WALSH, 1974; LUGO & SNEDAKER, 1974; RABINOWITZ, 1978; JIMENEZ *et. al.*, 1985; SCHAEFFER-NOVELLI *et. al.*, 1990). A estrutura dos bosques de mangue do Litoral Sul de São Paulo não se compara àquela de regiões tropicais, porém, contribui efetivamente para a produção de matéria orgânica. Localizada próximo ao limite latitudinal de ocorrência de manguezais na costa Americana Atlântica Meridional (limite meridional brasileiro fica em Laguna – SC), o ecossistema de Cananéia sustenta bem desenvolvida atividade pesqueira (BEU, 2008).

Para os manguezais é difícil a identificação de uma fauna exclusiva, uma vez que a maior parte das espécies que aí ocorrem também ocorrem em outros sistemas costeiros, como lagunas e estuários. Há, no entanto espécies que podem ser consideradas típicas, por terem maiores populações em áreas de manguezal (LACERDA *et. al.*, 2002). Segundo o autor, a fauna dos manguezais pode ser agrupada em quatro grupos funcionais diferentes:

1. Espécies diretamente associadas as estruturas aéreas das árvores. Dentre estes estão o aratu-do-mangue, *Aratus pisonii*, caracol-da-folha, *Littorina angulifera*, ostra do mangue, *Crassostraea brasiliana*, que coloniza as raízes aéreas e escoras principalmente de *R. mangle* (mangue-vermelho). Entre os vertebrados, encontra-se *Eudocimus ruber*, o guará vermelho (**Figura 3.2.2.4.1-1**), espécie classificada como em perigo de extinção, que utiliza as árvores para nidificação.
2. Espécies que habitam o ambiente terrestre, mas que visitam periodicamente os mangues em busca de alimento. Neste grupo estão mamíferos, como “cachorro comedor de caranguejo” *Procyon cancrivorus* (Família Procionidae) e por lontras (*Lutra enudris*). Outro visitante frequente é o jacaré-do-papo-amarelo, *Caiman latirostris*, que habita lagoas costeiras colonizadas por manguezais.
3. Espécies que vivem nos sedimentos de manguezais e/ou nos bancos de lama adjacentes. Este grupo representado principalmente pelos crustáceos (siris e caranguejos), e por moluscos dentre os caranguejos destaca-se as espécies *Cardisoma guainhumi*, *U. cordatus* (BORGES *et. al.*, 2014), sururu *Mytella guyanensis*, os bivalves *Anomalocardia brasiliana* e *Iphigenia brasiliensis*.
4. Espécies marinhas que passam parte do seu ciclo de vida nos manguezais. Dentre estes os de maior importância econômica são os camarões, *Farfantepenaeus schmittii* e *F. brasiliensis*, e diversos peixes em particular tainhas (*Mugil platanus*) (MENDONÇA & MIRANDA, 2008).

Figura 3.2.2.4.1-1 – Bando de guarás se alimentando em planície lamosa na baixa-mar. Detalhe para a gramínea *Spartina alterniflora* em primeiro plano e bosque de mangue próximo à região da ARIE do Guará em último plano.



Fonte: Sarah Charlier Sarubo, 27/07/2012.

Em relação à avifauna, foram registradas 413 espécies de aves que utilizam toda região do Litoral Sul de São Paulo, dentre as quais a maioria nidifica em áreas de manguezal (BARBIERI 2007; 2008; 2010; BARBIERI & BETE, 2013; BARBIERI & COLLAÇO, 2013; BARBIERI & GONÇALVES, 2009; BARBIERI & MENDONÇA, 2005; BARBIERI & PINNA, 2007; BARBIERI *et. al.*, 2010a; 2010b; 2013; NUMAO & BARBIERI, 2011; ZANIN *et. al.*, 2008). Entre elas, pode-se listar espécies ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo e no Brasil, assim como espécies em perigo e vulnerável, de acordo com a IUCN (2012). A diversidade de avifauna na região inclui as espécies de talha-mar (*Rynchops niger*), garça moura (*Ardea cocoi*), garça-azul (*Egretta caerulea*), papagaio-da-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*), uiraçú (*Harpia harpyja*), jaó-do-litoral (*Crypturellus noctivagus*), colhereiro (*Platalea ajaja*), guará vermelho (*Eudocimus ruber*), entre muitas outras.

Algumas das espécies de répteis e mamíferos visitantes dos manguezais do Litoral Sul são: tartarugas marinhas como a cabeçuda (*Caretta caretta*), de pente (*Eretmochelys imbricata*) e, principalmente, a verde (*Chelonia mydas*), jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), caninana (*Spilotes pullatus*), jararaca (*Bothrops jararaca*), macaco-prego (*Cebus apella*), quati (*Nasua nasua*), cateto (*Tayassu tajacu*), queixada (*T. pecari*), paca (*Cuniculus paca*), mão-pelada (*Procyon concrivourus*), capivara (*Hidrochoerus hidrochaeris*), anta (*Tapirus terrestris*), gambá (*Didelphis albiventris*), cotia (*Dasyprocta sp.*) e o boto-cinza (*Sotalia guianensis*) (BEU, 2008).

Em relação aos moluscos presentes nos manguezais, destacam-se dentre aqueles de valor comercial: *Mytella spp.* (mexilhão), *Anomalocardia brasiliiana* (berbigão) e *Crassostrea brasiliiana* (ostra-do-mangue). Dentre os crustáceos, a fauna de caranguejos é a mais conspícua nos manguezais, e a predominância dessas formas cavadoras proporciona a oxigenação e drenagem do sedimento (JONES, 1984). Dentre os decápodes escavadores de tocas temos: *Lepidophthalmus siriboia*, *Uca maracoani*, *U. lepdodactila*, *U. rapax*, *U. burguesi*, *U. cumulata*, *U. thayeri*, *U. vocator*, *Ucides cordatus* e *Goiops cruentata* (Coelho, 2000). Segundo Borges *et. al.* (2014), o caranguejo-uçá (*U. cordatus*) realiza a 'andada' entre novembro e fevereiro, quando realizam comportamento ativo e de reprodução, nos períodos das luas cheia e nova, na região de Iguape. As espécies de crustáceos de interesse comercial incluem: *Litopenaeus schimitti* (camarão-branco), *Farfantepenaeus paulensis* e *Farfantepenaeus brasiliensis* (camarão-rosa), *Cardisoma guanhumi* (guaiaumum) e *Callinectes danae* (siri-azul). Os camarões são muito utilizados como iscas-vivas para pesca amadora, havendo uma demanda crescente para sua captura. O pitu-de-Iguape, espécie *Macrobrachium acanthurus*, também é utilizado para isca viva na região, mas ocorre em água doce. O siri azul também é utilizado comercialmente, em especial no município de Iguape (MACHADO, 2009; MACHADO *et. al.*, 2010). O caranguejo-uçá (*U. cordatus*) é comercializado em todos os municípios, tendo grande importância para a economia local (LUCENA, 2010; MACHADO *et. al.*, 2010).

Os bosques de mangue de Cananéia e Iguape formam florestas que prestam importantes serviços ecossistêmicos. Dentre os serviços ecossistêmicos prestados destacam-se: o controle e armazenagem de água (uma vez que este ecossistema armazena água e regula o nível do lençol freático, além de equilibrar o balanço térmico local); assimilação e reciclagem de poluentes (o solo argiloso presente nestes ecossistemas funciona como um depurador ou filtro natural, muitas vezes assimilando e reciclando poluentes, evidentemente dentro do seu limite de resiliência); berçário de espécies marinhas; retenção de sedimento; proteção da linha de costa; fornecimento de alimento e sítios de reprodução a diversas espécies animais, incluindo os seres humanos; regulação da qualidade do ar e do clima; serviços culturais, estéticos e recreativos (VANNUCCI 2002; ALMEIDA, 2007; CARANTON, 2012; ICMBIO/MMA, 2016).

Os manguezais oferecem uma série de benefícios econômicos, sociais e ambientais às populações, comumente chamados de bens e serviços ecossistêmicos. Estes podem ser divididos em serviços

reguladores, de suporte, de provisão e culturais (MÜLLER *et. al.*, 2015), com exemplos citados no **Quadro 3.2.2.4.1-1**. O fluxo e provisão dos bens e serviços ecossistêmicos não depende simplesmente da presença dos manguezais em determinado local, mas também da composição e tamanho das espécies, outros fatores ecológicos (qualidade do solo e água, padrões de maré), políticas de restrição e regulação, localização geográfica, contexto sociocultural, métodos de colheita, biodiversidade associada, inserção de substâncias, químicos ou toxinas antrópicas, e outros fatores. Por sua vez, a maneira como os manguezais são valorizados pelas pessoas ao redor do mundo difere enormemente e é influenciada pela herança cultural e pelo nível de dependência nos manguezais como meios de subsistência local e bem-estar (UNEP, 2014).

Quadro 3.2.2.4.1-1 – Exemplos de serviços ecossistêmicos oferecidos pelos manguezais e sua influência nos componentes de vulnerabilidade.

Serviços reguladores	Regulação do clima local e da qualidade do ar;	Estes serviços podem influenciar a exposição do sistema humano-ambiental aos efeitos da mudança do clima, particularmente em nível local, ajudando a aumentar a capacidade adaptativa dos ecossistemas e a reduzir a sensibilidade ecológica.	
	Manutenção da qualidade da água;		
	Sequestro e armazenamento de CO ₂ ;		
	Moderação de eventos extremos;		
Estabilização do solo e controle da erosão.			
Serviços de suporte	Habitat para as espécies;		
	Ciclo da água e dos nutrientes;		
	Manutenção da diversidade genética.		
Serviços de provisão	Recursos pesqueiros;		Estes serviços apoiam as sociedades na adaptação à mudança do clima, e reduzem as sensibilidades sociais aos efeitos negativos da mudança do clima.
	Madeira, taninos;		
	Medicamentos;		
	Alimentos.		
Serviços culturais	Ecoturismo;		
	Recreação, saúde física e mental;		
	Apreciação estética, inspiração e cultura;		
	Experiência espiritual e senso de pertencimento;		
	Educação e pesquisa científica.		

Fonte: Adaptado de Müller *et. al.*, 2015 e UNEP, 2014.

3.2.2.4.2 Características Socioeconômicas

Hoje, o complexo estuarino abriga uma diversidade de culturas, com a presença de populações caboclas, caiçaras, descendentes da miscigenação de indígenas, negros e dos colonizadores que ali viveram. Essa diversidade cultural se une em um aspecto, a ligação com as águas, observada na presença de canoas, redes de pesca e armadilhas que são construídas para apanhar animais aquáticos que servem como subsistência dessas populações (MORAES, 2004 *apud*. BEU, 2008). O povo caiçara vive da combinação de atividades de pesca, extrativismo e roça. A prática da pesca de cerco-fixo é um dos remanescentes tradicionais da cultura local.

A grande diversidade de peixes (teleósteos e elasmobrânquios), moluscos e crustáceos encontrados na região da APAMLS e estuário do entorno faz da região uma importante área de pesca artesanal, esportiva e industrial, com produção pesqueira estuarina média anual maior do que 4.000 toneladas (MENDONÇA & MIRANDA, 2008).

A pesca amadora ou esportiva (pesca sem fins lucrativos) é bastante realizada na região costeira, como descrito no tópico “Pesca” do presente Diagnóstico Técnico.

Além da pesca, na região destaca-se o cultivo e a extração de ostras como atividade de importância socioeconômica. Segundo levantamento realizado pelo Instituto de Pesca (2007, *apud.* BEU, 2008), no município de Cananéia há aproximadamente 128 coletores de moluscos bivalves, oriundos de 20 comunidades locais da região, dos quais 123 dedicam-se à coleta de ostras. Em 2008, 48 produtores encontravam-se associados à Cooperativa dos Produtores de Ostras de Cananéia (BEU, 2008), a qual não se encontra ativa atualmente. Segundo Campolim & Machado (1997) na década de noventa a produção de ostras oriundas do extrativismo no manguezal de Cananéia atingia o volume de 60.000 dúzias mensais. Já entre 1998 e 1999, Machado *et. al.* (2010) verificaram que na mesma região, estimava-se em 80.761 dúzias por mês a oferta natural de ostras com dimensões apropriadas para extração. O que demonstra que a quantidade de ostras retiradas mensalmente de seu meio natural já estava bastante próxima da capacidade máxima de exploração. Em estudo realizado por Pereira *et. al.* (2003, *apud.* BEU, 2008), a respeito do cultivo da ostra *C. brasiliiana*, espécie mais cultivada na região, foi identificado que a maior parte das ostras de Cananéia que abastecem o mercado consumidor é extraída de bancos naturais nos bosques de mangue, e somente uma pequena parcela vem do cultivo. Os autores sugeriam que ocorresse uma diminuição da produção anual para que não acarretasse em pressão extrativista. Dados dos autores indicavam que a quantidade de animais comercializados entre 2000 e 2001 foi de 1.094.224 dúzias, e sugeriam uma redução para uma extração máxima de 787.841 dúzias de ostras, o que sustentaria, segundo o autor, cerca de 78 extratores na região.

A elevada produtividade dos produtos de extrativismo como a ostra (*C. brasiliiana*), e o caranguejo-uçá (*U. cordatus*) no município de Iguape e, principalmente em Cananéia, atrai também pescadores de outras regiões (LUCENA, 2010; MACHADO *et. al.*, 2010). Mendonça & Miranda (2008) realizaram a análise de todos os desembarques de pesca artesanal e industrial dos municípios do Litoral Sul, e constataram que no município de Cananéia, o camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), e a corvina (*Micropogonias furnieri*) são os principais produtos. Já em Iguape é a manjuba (*Anchoviella lepidentostole*), e em Ilha Comprida, a tainha (*Mugil platanus*) e a pescada-foguete (*Macrodon ancylodon*) (MENDONÇA & MIRANDA, 2008). Considerando apenas a pesca artesanal em Cananéia, o camarão-sete-barbas seguido da ostra são os produtos com maior volume. Nos demais municípios (Iguape e Ilha Comprida) registrou-se a mesma ordem de importância (MENDONÇA, 2015; MENDONÇA & MIRANDA, 2008).

Os caranguejeiros em geral representam grupo economicamente marginalizado, pouco reconhecidos e mesmo discriminados por outros pescadores. O maior desafio à sustentabilidade da captura do caranguejo-uçá nos aspectos sociais, deve-se a baixa renda, pouca capacidade de articulação e participação social, bem como baixa escolaridade dos catadores (JANKOWSKY, 2008).

A análise de dados sobre o manejo e sustentabilidade econômica em áreas de manguezais brasileiros indica que a pesca artesanal de crustáceos é a que fornece maiores retornos financeiros para as populações tradicionais (KJERFVE & LACERDA, 1993 *apud.* ALVES, 2002), já na região de Iguape isso não se aplica, exceto para o camarão. Dentre as espécies de crustáceos e moluscos do manguezal registrados para o PAN Manguezal (2015) (Plano de Ação Nacional para Conservação das Espécies Ameaçadas e de Importância Socioeconômica do Ecossistema Manguezal) todas as sete espécies de importância socioeconômica são consideradas como não ameaçadas, Camarão-rosa (*Farfantepenaeus brasiliensis*), Camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*), Camarão-rosa (*Farfantepenaeus subtilis*), Camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), Siri-guaçu (*Callinectes danae*), Siri-azul (*Callinectes sapidus*), e a Ostra (*Crassostrea brasiliiana*).

3.2.2.4.3 Ameaças e impactos

■ Valo Grande

Segundo o Diagnóstico Participativo do Plano de Manejo da APAMLS (Fundação Florestal, 2014), os efeitos do Valo Grande afetam mais diretamente o território da ARIE do Guará, já que a unidade compreende uma área estuarina. No entanto, dada a conectividade e importância dos manguezais e estuários para a área marinha, em especial para manutenção de diversas espécies que apresentam alternância de habitats em seu ciclo de vida, o Valo Grande pode ser considerado um vetor de pressão também para além da ARIE do Guará, conforme apontado na análise dos problemas ligados aos recursos naturais.

A abertura do canal do Valo Grande acarretou em grandes alterações no sistema costeiro, tais como aumento de taxa de sedimentação, redução de salinidade e mudança na biota local (MAHIQUES *et. al.*, 2009; CUNHA-LIGNON & KAMPEL, 2011), descritos mais detalhadamente no tópico “Meio Físico” do presente DT. Além disso, atividades de mineração despejavam concentrações de metais pesados, tais como chumbo (Pb), zinco (Zn) e cobre (Cu), no Rio Ribeira. Essa contaminação chegava aos canais lagunares via canal artificial Valo Grande, sobretudo entre as décadas de 1940 e 1990, durante o período de mineração industrial mais intenso (MAHIQUES *et. al.*, 2013). Embora as atividades de mineração tenham cessado em 1995, os autores afirmam que 177.000 toneladas de escória de minério foram simplesmente descartadas, aparentemente sem qualquer preocupação quanto à contaminação, nas margens do Rio Ribeira e seus tributários, o que faz com que significantes quantidades de chumbo (Pb) ainda sejam encontradas nos sedimentos dos rios.

O Canal do Valo Grande destaca-se entre os principais conflitos socioambientais da região de Iguape com influência direta no ecossistema manguezal. Das possíveis alternativas para solucionar o problema, a ideal, segundo especialistas, seria instalar as comportas e deixá-las permanentemente fechadas, numa tentativa de se retornar à condição anterior à abertura do Valo Grande, interrompendo-se o afluxo de água doce do Ribeira para a região estuarina, o que levaria, com o passar dos anos, à volta das condições ambientais de um verdadeiro estuário, com recuperação de sua fauna e flora (DAEE, 2011, *apud*. ICMBio/MMA, 2016).

Com o desvio de grande parte das águas do Ribeira de Iguape pelo Valo Grande houve um grande assoreamento, com conseqüente diminuição da profundidade da calha do chamado “Ribeira Velho”, trecho compreendido entre a entrada do canal e a foz no oceano. Portanto, para que haja um aumento de vazão nesse trecho, deveria ser feito um grande desassoreamento, uma grande dragagem do canal do Rio Ribeira.

O conflito na região é grande, tendo havido uma reunião/ oficina na elaboração do plano de fechamento do Valo Grande, que permanece sem solução prática e ainda indefinida judicialmente: o Supremo Tribunal Federal não acatou os argumentos do governo paulista, determinando o fechamento a Barragem do Valo Grande, na época, em definitivo:

- a) realize dragagem do Rio Ribeira velho (de Três Barras até a foz), devendo dar imediatamente início ao licenciamento ambiental respectivo, no prazo máximo de 30 dias, tendo como diretriz a máxima minimização de impactos ambientais e a utilização da melhor tecnologia, devendo dar início às obras, no prazo de 180 dias, após a obtenção das licenças;

- b) realize, no prazo de até 180 dias a contar do término da dragagem do rio Ribeira de Iguape, no mencionado trecho, o fechamento em definitivo e em tempo integral da barragem do Valo Grande, de forma a fazer cessar os danos ambientais graves que vêm ocorrendo;
- c) realização, no prazo máximo de 30 dias, de todos os procedimentos necessários para obtenção das licenças ambientais necessárias, apresentando cronograma a ser submetido à aprovação dos órgãos ambientais e desse Juízo;
- d) realize, no prazo de 30 dias, o início do imediato controle e retirada das vegetações de macrófitas que estão expondo a risco de perecimento os manguezais do complexo Estuarino-Lagunar, especialmente o Mar Pequeno, de modo a impedir que este dano ambiental ocorra ou que a degradação agrave-se, devendo apresentar, no prazo de 60 dias, projeto técnico com a devida especialização e averiguação dos profissionais que o elaborem, observando-se, no mínimo, as áreas de manguezais degradadas pelas macrófitas aquáticas, devendo ser submetido aos órgãos ambientais competentes;..” Por fim, conclui o Supremo Tribunal Federal que não cabem “outros remédios processuais previstos na legislação” (STF, Brasília, 18 de dezembro de 2014. Ministro Ricardo Lewandowski – Presidente). Todavia, o governo do Estado de São Paulo recorreu da decisão definida judicialmente.

Como do ponto de vista técnico e logístico essa obra é avaliada pelo governo do Estado como extremamente cara e difícil, não há perspectivas de que a barragem seja realmente fechada em curto prazo. Assim as implicações na qualidade da água e dos sedimentos, eutrofização, assoreamento, macrófitas e outros impactos mencionados no diagnóstico continuam a acontecer de forma constante (ICMBio/MMA, 2016).

Os resultados obtidos no monitoramento dos manguezais do litoral sul do Estado de São Paulo apontam que as alterações ambientais, incluindo as mudanças climáticas, poderão agravar o cenário de expansão das macrófitas aquáticas, substituindo os manguezais do sistema costeiro nas imediações do Valo Grande até a região de Subaúma, localizada ao sul do sistema costeiro. Destaca-se que o possível aumento de tempestades em curto período de tempo, fará com que o Rio Ribeira despeje maior volume de água e de sedimento no canal lagunar, mantendo a salinidade reduzida e provocando maior erosão nas margens do canal. Por outro lado, a elevação do nível do mar aponta para maior entrada da maré no sistema costeiro. Dessa forma, a continuação do monitoramento dos manguezais de modo integrado torna-se desejável, visando a conservação e auxiliando medidas de gestão adequadas para essa região (CUNHA-LIGNON *et al.*, 2015), a qual é vulnerável também a outras ameaças:

■ Mudanças Climáticas

Os ecossistemas afetam o clima e desempenham um importante papel na adaptação às mudanças climáticas. Por outro lado, as mudanças climáticas afetam os ecossistemas, suas funções e muitos benefícios e serviços que eles fornecem gratuitamente à sociedade. Com a perda desses serviços, as consequências dos impactos serão sentidas pelas pessoas, comunidades e economias por todo o mundo. As mudanças climáticas acrescentam uma pressão a mais em vários ecossistemas e comunidades já afetadas negativamente pela poluição, desmatamento e degradação ambiental (UNFCCC, 2011).

A avaliação da vulnerabilidade é instrumento fundamental para compreender onde se darão os impactos das MC e quais ecossistemas estarão mais suscetíveis (IPCC, 2007). No Brasil, a Política Nacional sobre Mudanças Climáticas (PNMC) (instituída pela Lei nº 12.187/2009) define vulnerabilidade como o ‘grau de suscetibilidade e incapacidade de um sistema, em função de sua sensibilidade, capacidade de adaptação

e magnitude, de modo a lidar com os efeitos adversos das mudanças climáticas, entre os quais a variabilidade climática e os eventos extremos' (FGV & EAESP, 2013). Nicolodi & Petermann (2010a; 2010b) apresentaram análise da vulnerabilidade em macro escala, abrangendo a zona costeira brasileira, para identificar áreas prioritárias para ação do poder público, considerando as mudanças climáticas. Neves & Muehe (2008) destacaram a importância do monitoramento de ambientes costeiros, em escalas a médio e longo prazos, para adequada gestão costeira.

Schaeffer-Novelli *et. al.* (2016) afirmam que é esperado que as mudanças climáticas aconteçam a uma taxa que pode ser maior do que a velocidade de adaptação das espécies e sistemas; a identificação das vulnerabilidades e fatores que alterem sua resiliência é relevante no planejamento e manejo da conservação no contexto das mudanças climáticas. Segundo os autores, resiliência ecológica é o quanto um ecossistema pode resistir a mudanças sem perder sua estrutura e funções. Alongi (2008) compilou os principais impactos das mudanças climáticas aos quais o ecossistema manguezal será submetido, além das respostas previstas e fatores atenuantes (**Quadro 3.2.2.4.3-2**).

Quadro 3.2.2.4.3-2 – Impactos previstos para vários aspectos das mudanças climáticas sobre o ecossistema manguezal.

Perigo	Resposta prevista	Fatores atenuantes
Aumento do nível médio relativo do mar (NMRM).	Avanço das espécies terra adentro.	A extensão do impacto na área dependerá enormemente do declive da área de entremarés; pode ser limitado pela topografia e taxa de acreção; taxa de reestabelecimento das plantas vai depender da taxa de aumento do NMRM; mudança da composição das espécies com o aumento do NMRM pode favorecer espécies de crescimento rápido nas novas áreas.
	Erosão das margens em direção ao mar.	Depende da posição do bosque de mangue no estuário ou costa.
	Produção secundária pode aumentar devido à maior disponibilidade de nutrientes resultante de erosão.	Depende da taxa de erosão; mudança na diversidade de espécies graças aumento da taxa de entrada de nutrientes.
Aumento do CO ₂ atmosférico.	Nenhum ou pouco aumento na produção primária e respiração.	Depende da disponibilidade de nutrientes e de respostas específicas de cada espécie.
	Aumento da eficiência do uso da água.	Mudanças no padrão e concentração de vapor de água.
	Adiantamento do período de floração.	Polinizadores podem sofrer dessincronização com as plantas.

Perigo	Resposta prevista	Fatores atenuantes
Aumento da temperatura do ar e da água.	Aumento na produção primária líquida e bruta.	Padrões de crescimento variarão e dependerão do regime de temperatura local.
	Aumento do déficit de pressão de vapor de água.	Depende da extensão da mudança da concentração de vapor de água na atmosfera.
	Aumento da produção secundária (especialmente microrganismos) e mudança de dominância de espécies.	Depende da composição de espécies locais e da disponibilidade de novos recrutas.
	Mudanças nos padrões fenológicos de reprodução e crescimento.	
	Aumento de biodiversidade.	
Mudanças nos padrões, frequência e intensidade de precipitação/tempestades.	Mudanças na composição e crescimento de espécies de mangue devido às mudanças no conteúdo de água no solo e salinidade.	Depende da composição de espécies em bosques em fase inicial.
	Aumento da produção primária devido ao aumento da proporção precipitação/evaporação.	
	Mudanças na biodiversidade de fauna.	Espécies eurihalinas não seriam afetadas, mas haveriam perdas de espécies estenohalinas.
	Aumento de clareiras e do recrutamento.	Depende de mudanças em nível de intensidade de tempestades, frequência, etc. e a localização do bosque em relação ao campo de ventos.

Fonte: Adaptado de Alongi (2008) para a realidade local (Estado de São Paulo).

Dentre os potenciais impactos das mudanças climáticas, o aumento do NMRM (nível médio relativo do mar) parece ser a maior ameaça ao ecossistema manguezal, seguido das alterações nos padrões, frequência e intensidade de precipitação/tempestades. As respostas dos manguezais às mudanças climáticas resultam da interação destes fatores com os processos locais e estressores que reduzem a resiliência do ecossistema (ALONGI, 2008; UNEP, 2014).

A resiliência dos manguezais às mudanças climáticas será melhorada se o ecossistema estiver saudável, se houver aumento no aporte de sedimentos e se existirem locais de provável refúgio (na retroterra), no caso de deslocamento do bosque de mangue em direção à terra firme (SCHAEFFER-NOVELLI, 1999; UNEP, 2014). As pessoas que vivem dentro e no entorno de manguezais podem aumentar a sua resiliência ao reduzir os estressores dos manguezais, tais como desenvolvimento, exploração e poluição. Planejamento e gestão costeira deveriam se preparar e se adaptar proativamente para uma potencial migração dos manguezais terra adentro sob diferentes projeções de aumento do NMRM (UNEP, 2014).

Assim como é esperado que as mudanças climáticas aumentem a pressão sobre os ecossistemas, protegê-los agora pode diminuir consideravelmente o risco de colapso no futuro. Antecipar os impactos das mudanças climáticas oferece duas importantes vantagens: proteger os ecossistemas hoje é mais rentável do que tentar reparar os danos depois que eles já aconteceram; e ecossistemas protegidos podem fornecer benefícios imediatos, já que oferecem múltiplos serviços ambientais (TEEB, 2010).

O conceito de Adaptação baseada nos Ecossistemas (AbE) consiste no uso da biodiversidade e dos serviços ambientais como parte de uma estratégia de adaptação completa para ajudar pessoas a se adaptarem aos efeitos adversos das mudanças climáticas (CBD, 2009).

Medidas de AbE em geral são consideradas como medidas de não arrependimento (*no-regret measures*), visto que a sua execução, independentemente do fator impactante, e.g., mudanças climáticas, restabelece os serviços ecossistêmicos. Em termos gerais, medidas de AbE focam na conservação, restauração e/ou uso sustentável de ecossistemas (FLUMINHAN-FILHO *et. al.*, 2015). Mas como salientado por Olivier *et. al.* (2012), é uma abordagem antropocêntrica que tem como perspectiva a forma como os ecossistemas poderão ajudar as populações, comunidades, por meio da redução da vulnerabilidade, a se adaptarem à variabilidade do clima atual e às futuras mudanças climáticas.

A fim de determinar os requisitos específicos para a manutenção ou restauração de um ecossistema e de seus serviços, a AbE baseia-se, idealmente, em estudos de impacto das mudanças climáticas ou em análises integradas do clima, que façam uso de cenários e modelos climáticos (MÜLLER *et. al.*, 2015).

Um exemplo concreto de uma medida de AbE é o projeto de proteção costeira através da reabilitação e gestão sustentável de manguezais na província de Soc Trang no Vietnã. As medidas incluem a conservação (zonas de proteção onde é proibida a exploração e o cultivo de camarão, responsabilidade compartilhada dos planos de gestão dos manguezais) e a restauração do ecossistema (reabilitação e reflorestamento das florestas de manguezais degradados), bem como a gestão sustentável (planejamento e gestão integrada da zona costeira, regulamentação pesqueira e promoção de oportunidades de rendas alternativas para as comunidades locais) (OLIVER *et. al.*, 2012; SCHIMITT *et. al.*, 2013).

■ Perda de habitat

O potencial impacto das mudanças climáticas deve ser mantido em perspectiva, já que os manguezais atualmente enfrentam uma ameaça mais sutil e previsível, a perda de habitat através do desmatamento (VALIELA *et. al.*, 2001). A uma taxa média de perda entre 1 e 2% de área total por ano, a maioria dos manguezais do mundo podem nem existir quando os impactos das mudanças climáticas começarem a ser sentidos. Independentemente da magnitude dos prognósticos, as instituições responsáveis pelo seu manejo devem se utilizar do princípio da precaução a fim de facilitar a resiliência em manguezais naturais e recuperados (DUKE *et. al.*, 2007).

Manguezais são importantes indicadores de alterações ambientais nas regiões costeiras (CUNHA-LIGNON *et. al.*, 2015). Os manguezais da ARIE do Guará estão inclusos nas áreas de manguezais mais conservados do Estado de São Paulo, o Sistema Estuarino Lagunar Cananéia-Iguape. Diferentes ferramentas de escalas espaço-temporais mostraram que os bosques de mangue respondem positivamente à deposição sedimentar nas faces convexas dos canais lagunares, característica desse segmento (CUNHA-LIGNON *et. al.*, 2009).

Apesar disso, Cunha-Lignon & Kampel (2011) identificaram alterações na dinâmica e desenvolvimento estrutural em áreas de mangue na região de Iguape, resultantes do aumento de macrófitas aquáticas dulcícolas invasoras ao redor e no interior dos bosques de mangue. A perda de habitat é uma das maiores ameaças para as espécies de manguezal nessa região e a redução da salinidade na região do Valo Grande alerta para alterações ambientais que podem levar a possíveis perdas de serviços ecossistêmicos. O que se observa é que, quanto mais próximo da foz do Valo Grande, pior é o estado de conservação dos bosques de mangue, com sua influência se entendendo mais a sul do estuário do que a norte (Anexo 1). Vale salientar que os manguezais da ARIE do Guará estão localizados em áreas próximas às transversais

de Icapara. Nessa região, a presença de macrófitas aquáticas é menos acentuada do que na região próxima ao Valo Grande, o que denota menor impacto (CUNHA-LIGNON, comunicação pessoal, 2016)¹.

De acordo com Cunha-Lignon *et. al.* (2015), na região de Iguape próxima ao Valo Grande, observa-se alta dominância de área basal de troncos mortos. Ao longo das transversais Icapara 1 e Icapara 2, localizadas em região mais próxima da desembocadura norte do sistema costeiro, observa-se menor dominância de área basal de troncos mortos. Quanto à salinidade intersticial (salinidade obtida no sedimento do manguezal), foram encontraram valores, ao longo das transversais de Cananéia variando entre 21 e 38 ppm, considerados característicos dessa região estuarina (BARRERA-ALBA *et. al.*, 2012), contrastando com os baixos valores encontrados na região próxima ao Valo Grande, entre 0 e 4 ppm.

Provavelmente, valores baixos de salinidade intersticial não impactam diretamente os bosques de mangue, mas facilitam muito a instalação e desenvolvimento de macrófitas aquáticas, as quais impedem a fixação de propágulos e colonização de novos bosques de mangue. Estudos anteriores realizados na região, apontam para essa pressão sobre os manguezais (CUNHA-LIGNON & KAMPEL, 2011; CUNHA-LIGNON *et. al.*, 2011; CUNHA-LIGNON *et. al.*, 2015).

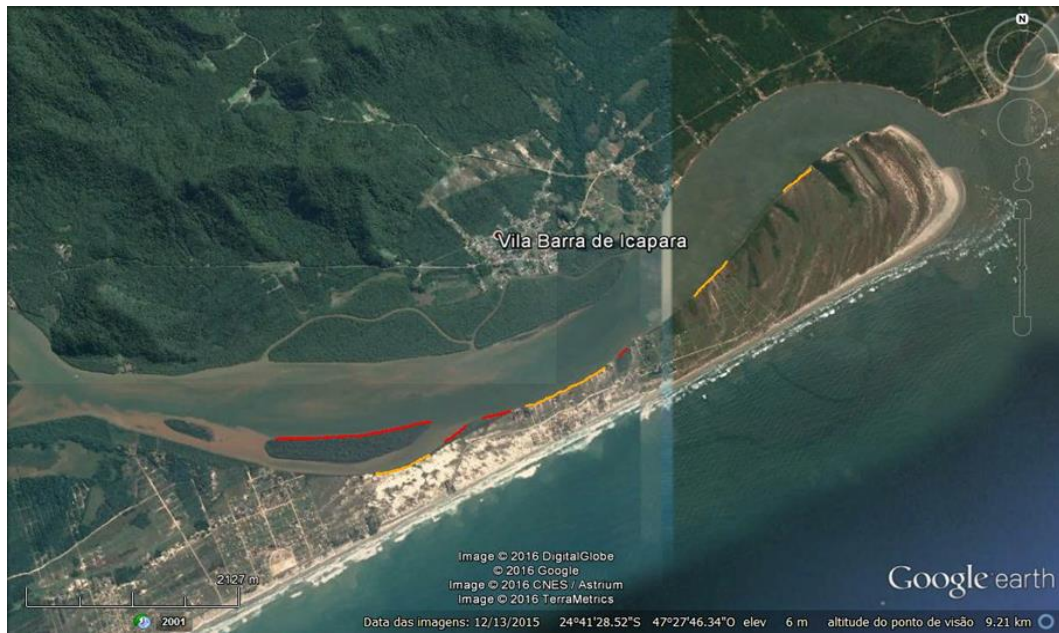
3.2.2.4.4 Áreas Críticas

Considerando-se as mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a zona costeira, elevação do nível do mar, erosão costeira, aumento de desastres naturais entre outros (IPCC, 2013), faz-se necessário monitoramento de áreas de manguezal que, de forma gratuita e eficiente, retém sedimentos e protegem a linha de costa, além de prestarem outros serviços às comunidades humanas (CUNHA-LIGNON & KAMPEL, 2011).

Ecossistemas bem manejados têm potencial maior de adaptação, resistindo e se recuperando mais facilmente dos impactos de eventos climáticos extremos, além de proverem uma maior gama de benefícios, dos quais as pessoas dependem (IUCN, 2009). A área mais crítica para os manguezais do litoral sul e espécies associadas ao ecossistema é a que recebe as águas do Rio Ribeira do Iguape através do canal artificial do Valo Grande (Anexo 1). Em relação à ARIE do Guará, diversas áreas estão em processo de erosão natural, em manguezais e praias arenosas (Figura 3.2.2.4.4-2 e **Figura 3.2.2.4.4-3**).

¹ Profa. Dra. Marília Cunha Lignon, UNESP, campus Experimental de Registro, comunicação pessoal, em 12 de julho de 2016.

Figura 3.2.2.4.4-2 – Áreas erodidas em manguezal (vermelho) e praia arenosa (laranja), na região da ARIE do Guará.



Fonte: Google Earth, 2016.

Figura 3.2.2.4.4-3 – Processo erosivo em áreas praias arenosas, na ARIE do Guará. Localização aproximada: 24°41'54.53\"S e 47°27'40.20\"W.



Fonte: Sarah Charlier Sarubo, 06/07/2016.

Nas áreas de manguezal erodidas pode-se observar exposição de raízes, rizóforos e árvores típicas de mangue caídas (Figura 3.2.2.4.4-4).

Figura 3.2.2.4.4-4 – Processo erosivo em áreas de manguezal, na ARIE do Guará. Localizao aproximada:
2442'08.73"S e 4728'50.49"W.



Fonte: Sarah Charlier Sarubo, 06/07/2016.

Nas áreas de praia da Ilha Comprida, estruturas e restos de construo têm sido utilizados como tentativa de controlar o processo erosivo (**Figura 3.2.2.4.4-5**). Grande parte da ARIE do Guará está localizada em face erosiva de meandro do canal lagunar, sendo natural o processo de retirada de areia pelas marés.

Figura 3.2.2.4.4-5 – Tentativas de reduzir ao erosiva com uso de estruturas cinza. Localizao aproximada:
2441'54.53"S e 4727'40.20"W.



Fonte: Sarah Charlier Sarubo, 06/07/2016.

3.2.2.4.5 Cenários Futuros

Os manguezais da ARIE do Guará estão em bom estado de conservação, apesar de alguns trechos apresentarem processo de erosão, com árvores caídas localizadas na franja (margens erodidas dos canais lagunares). Esse processo de erosão pode estar sendo intensificado pelo grande volume de água que é carregado para o estuário através do canal artificial do Valo Grande.

Por outro lado, se a barragem do Valo Grande for fechada com o sistema de comportas, no qual as comportas são abertas no período chuvoso para dar vazão ao excedente hídrico e fechadas no período mais seco do ano, é esperado que o ecossistema sofra com variações drásticas de salinidade e aporte de água doce. Amplitudes tão grandes em curtos períodos de tempo tendem a estressar a biota dos manguezais da região, caracterizando influência negativa.

O fechamento permanente da barragem do Valo Grande, como determinado judicialmente, garantiria o restabelecimento das condições hidrológicas das áreas onde ocorrem os manguezais, na desembocadura do canal do Valo Grande. Esse restabelecimento é um dos fatores-chave para a restauração de manguezais degradados, tema que será melhor explicitado no tópico “potencialidades e oportunidades”. Com o fechamento permanente da barragem, o sistema tende a voltar à sua configuração original, e maiores salinidades no entorno do Valo Grande tornariam o ambiente inviável para as macrófitas dulcícolas que impedem o crescimento e regeneração dos manguezais.

Considerando as consequências das mudanças climáticas, destaca-se que o possível aumento de tempestades em curto período de tempo poderá fazer com que o Rio Ribeira despeje maior volume de água no canal lagunar, mantendo a salinidade reduzida e aumentando o processo de erosão que já ocorre nas margens dos canais (CUNHA-LIGNON *et. al.*, 2015). Também são previstas a redução e a fragmentação de ecossistemas costeiros e marinhos, recuo da linha de costa pela elevação do NMRM e aumento de processos erosivos na zona costeira, atingindo biodiversidade, os serviços ambientais e os meios de subsistência de populações humanas (IPCC, 2014).

A resiliência dos manguezais às mudanças climáticas será melhorada se o ecossistema estiver saudável, se houver aumento no aporte de sedimentos e se existirem locais de provável refúgio (na retroterra), no caso de deslocamento do bosque de mangue em direção à terra firme (SCHAEFFER-NOVELLI, 1999; UNEP, 2014). As pessoas que vivem dentro e no entorno de manguezais podem aumentar a resiliência destes ao reduzir os estressores, tais como desenvolvimento, exploração e poluição. Planejamento e gestão costeira deveriam se preparar e se adaptar proativamente para uma potencial migração dos manguezais terra adentro sob diferentes projeções de aumento do NMRM (UNEP, 2014).

Assim como é esperado que as mudanças climáticas aumentem a pressão sobre os ecossistemas, protegê-los agora pode diminuir consideravelmente o risco de colapso no futuro. Antecipar os impactos das mudanças climáticas oferece duas importantes vantagens: proteger os ecossistemas hoje é mais rentável do que tentar reparar os danos depois que eles já aconteceram; e ecossistemas protegidos podem fornecer benefícios imediatos, já que oferecem múltiplos serviços ambientais (TEEB, 2010).

3.2.2.4.6 Indicadores para monitoramento

A identificação de atributos ecológicos chave (AECs) consiste em compreender como operam os alvos de conservação; que é o que mantém as diversas comunidades e espécies dentro do sistema ecológico.

Pode-se fazê-lo por intermédio da observação direta, a comunicação com especialistas, o desenvolvimento de modelos ecológicos e a revisão bibliográfica (TARSICIO *et. al.*, 2006).

Os AECs de qualquer alvo de conservação incluem os seguintes elementos:

- Composição biológica de seus padrões de variação no espaço. Nesse ponto, incluiremos os atributos relacionados com a abundância das espécies e o espaço vital do alvo de conservação.
- Interações bióticas e seus processos incluindo os distúrbios e a dinâmica da sucessão.
- Regimes ambientais e estresses. Atributos da estrutura da paisagem e suas características espaciais que sustentam a composição do alvo de conservação e sua dinâmica natural (TARCÍSIO *et. al.*, *op. cit.*).

Cunha-Lignon *et. al.* (2015) sugerem que o monitoramento de manguezais tenha uma abordagem integrada, pois permite análises da dinâmica desse ecossistema. Essa proposta de monitoramento também tem caráter social, uma vez que cumpre com o compromisso de promover a devolutiva dos produtos gerados a setores-chave da sociedade. O monitoramento integrado proposto pelos autores consiste em cinco frentes; (i) estrutura dos bosques de mangue em parcelas permanentes, (ii) salinidade intersticial do manguezal, (iii) sensoriamento remoto, (iv) análise microclimática e (v) capacitação e envolvimento da comunidade local na conservação. Além disso, os autores defendem que a transferência de dados do projeto de monitoramento integrado para órgãos responsáveis na elaboração de estratégias de gestão é uma forma efetiva de colaborar com a conservação dos manguezais em uma dada região. Os autores (*op.cit.*) sugerem o monitoramento da estrutura de bosques de mangue em parcelas permanentes segundo metodologia proposta por Schaeffer-Novelli & Cintrón (1986) e Schaeffer-Novelli *et. al.* (2015). O monitoramento da salinidade intersticial do manguezal é realizado em campo com o uso de refratômetro óptico em sedimento coletado a 10 e 50 cm de profundidade. O uso de imagens de satélite, em séries temporais, com técnicas de sensoriamento remoto fornece dados sobre a variação do ecossistema, indicando áreas de clareiras, as quais são respostas aos processos naturais e antrópicos.

Quanto ao monitoramento microclimático de manguezais, estudos têm comprovado que a alteração da cobertura vegetal influencia em todo o ecossistema ali instalado, inclusive nas interações microclimáticas (GALVANI & LIMA, 2010; LIMA & GALVANI, 2013, LIMA *et. al.*, 2013). Diante disso, o microclima pode ser um indicador de que alterações estão ocorrendo na estrutura do manguezal, em sua borda e no interior de seu ecossistema. Aliado a isso, o estudo das variáveis microclimáticas pode ainda contribuir para a compreensão da importância dos manguezais em caso de tempestades e eventos extremos em uma escala local (CUNHA-LIGNON *et. al.*, 2015).

Cursos de capacitação para professores da educação básica de escolas públicas foram ministrados em Cananéia, com o propósito de preparar a comunidade local para participação ativa frente às mudanças climáticas e a outras alterações ambientais. Os cursos tiveram enfoque no ecossistema manguezal e contaram com auxílio de uma ferramenta educativa – o guia didático “Os Maravilhosos Manguezais do Brasil” (ALMEIDA *et. al.*, 2008), que oferece aos docentes pelo menos 42 propostas de atividades práticas. A educação no contexto formal representa uma importante diretriz prevista nas políticas públicas conservacionistas. Todavia, ainda representa um desafio a ser incorporado no processo de gestão e conservação das UCs brasileiras. O guia didático representa uma valiosa ferramenta de apoio às ações de comunicação e educação ambiental na ARIEG (CUNHA-LIGNON *et. al.*, 2015).

O monitoramento de populações do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), associado ao monitoramento integrado proposto por Cunha-Lignon *et. al.* (2015), possibilita uma compreensão mais holística dos processos ocorridos no ecossistema manguezal (PINHEIRO & ALMEIDA, 2015). De acordo com os dados previamente obtidos por Almeida (2005), Hattori (2006), Schmidt (2006) e Wunderlich & Pinheiro (2013), a densidade e a estrutura populacional dessa espécie também se alteram em função do nível/frequência de inundação pelas marés, com maior densidade de exemplares com menor porte em manguezais de substratos arenosos e de menor inundação, ocorrendo o inverso naqueles lamosos e mais inundados pelas marés. Nesse sentido, existe grande respaldo para que tais parâmetros possam ser monitorados e utilizados como indicadores de mudanças climáticas locais ou regionais, como estratégia para o registro do NMRM (PINHEIRO & ALMEIDA, 2015).

Os resultados dessas linhas de pesquisa têm auxiliado na gestão costeira e na conservação dos manguezais do entorno da ARIE do Guará. Dessa forma, projetos de monitoramento de manguezais, de médio e longo prazo, podem ser utilizados como estratégia de gestão de UCs costeiras, considerando-se impactos antrópicos, mudanças climáticas, elevação do NMRM e ocorrência de eventos extremos (CUNHA-LIGNON *et. al.*, 2015).

A viabilidade ou integridade ecológica de um alvo de conservação está baseada na ideia de que existe um número de AECs dentro desses critérios de tamanho, condição e contexto paisagístico. Estes atributos são os que operam o sistema: espécie, comunidade natural ou ecossistema, e são, portanto, críticos para a manutenção da diversidade biológica dentro do sistema ecológico; se estão ausentes ou alterados, o alvo poderá ser perdido em um determinado período (TARSICIO *et. al.*, 2006). Baseado na proposta de monitoramento integrado de Cunha-Lignon *et. al.* (2015) e no protocolo de monitoramento de populações do caranguejo-uçá (PINHEIRO & ALMEIDA, 2015), foram compilados os AECs para o ecossistema manguezal (**Quadro 3.2.2.4.6-3**).

Quadro 3.2.2.4.6-3 – Atributos ecológicos chave da vegetação típica de mangue e da espécie-chave da fauna, *U. cordatus*, de acordo com os indicadores de monitoramento propostos:

Tamanho	Área ocupada por manguezais; abundância das comunidades de <i>U. cordatus</i> por localização.
Condição	Dominância de área basal viva e morta por espécie de mangue; tamanho médio dos indivíduos de <i>U. cordatus</i> ; presença de espécies nativas x exóticas.
Contexto paisagístico	Regimes hidrológicos e químicos da água; regimes climáticos; processos geomorfológicos (erosão e sedimentação); fragmentação de comunidades e ecossistemas; resiliência às mudanças ambientais.

No Litoral Sul do Estado de São Paulo, o monitoramento dos bosques de mangue com uso de parcelas permanentes tem sido realizado há 15 anos, assim como o mapeamento das áreas de manguezal e de macrófitas aquáticas com uso de imagens do satélite Landsat-TM e técnicas de sensoriamento remoto (CUNHA-LIGNON *et. al.*, 2009a, 2009b, 2011a, 2011b; CUNHA-LIGNON & KAMPEL, 2011; CUNHA-LIGNON *et. al.*, 2015). O monitoramento de bosques de mangue com uso de parcelas permanentes na região de Iguape e Icapara foi iniciado em 2011 (CUNHA-LIGNON & MENGHINI, 2016). Essa metodologia é uma ferramenta importante para a gestão costeira e para promover a conservação do ecossistema manguezal (CUNHA-LIGNON & MENGHINI, *op. cit.*).

Espécies invasoras de macrófitas aquáticas tem afetado o desenvolvimento estrutural de espécies vegetais típicas de mangue na região sob influência das águas do Valo Grande. Nessa região, em torno de 60% dos bosques monitorados estão mortos, podendo seus serviços ecossistêmicos estarem sendo

afetados. Os autores chamam atenção, lembrando que espécies de macrófitas aquáticas não apresentam os mesmos serviços ecossistêmicos que os manguezais, pois não fixam sedimento e nem controlam erosão costeira. Por outro lado, nos manguezais saudáveis, localizados na região de Cananéia e de Icapara, apenas 20% da vegetação típica monitorada está morta (CUNHA-LIGNON & MENGHINI, 2016).

De acordo com Cunha-Lignon *et. al.*, (2015), análises microclimáticas apontaram que em bosques conservados de Cananéia é possível identificar a influência da entrada na maré no ambiente e que mesmo no período de resfriamento noturno há aumento da temperatura do ar do bosque. Segundo os autores, é perceptível que a presença de um dossel mais homogêneo e espesso reduz as variações diárias da temperatura do ar com amplitudes térmicas reduzidas em ambiente de manguezal conservado, em comparação com bosque impactado em Iguape.

3.2.2.4.7 Lacunas de conhecimento

■ Dados atuais sobre a produção de ostras em Cananéia

Os estudos mais completos sobre a produção de ostras na região de Cananéia datam de 2009, época em que a Cooperostra, cooperativa comunitária criada em 1998, encontrava-se em situação ativa (MACHADO, 2009). A avaliação do estoque e produção de ostras nos manguezais conservados e alterados no sistema costeiro poderá auxiliar a avaliar o estado de conservação dos manguezais da ARIE do Guará bem como seu potencial em produção de espécies nativas para comercialização.

■ Avaliação do estoque de carbono em manguezais

O carbono sequestrado por manguezais, marismas e gramas marinhas é chamado de *blue carbon*, ou carbono azul. Diferente dos ecossistemas terrestres, o carbono armazenado nos ambientes costeiros pode ser vasto e mantido por longos períodos de tempo (séculos a milênios). O estoque de carbono nos manguezais e as emissões atuais ou potenciais resultantes de alterações a esses ecossistemas devem ser quantificados a fim de se abordar explicitamente o papel dos manguezais na mitigação das mudanças climáticas e do bem-estar humano através de políticas, regulamentação, financiamento ou outros mecanismos (HOWARD *et. al.*, 2014). A avaliação do estoque de carbono nos manguezais conservados e alterados no sistema costeiro poderá auxiliar a avaliar o estado de conservação dos manguezais da ARIE do Guará e sua contribuição na mitigação das mudanças climáticas.

■ Valoração econômica dos produtos e serviços prestados pelos manguezais.

Os produtos e serviços ecossistêmicos fornecidos pelos manguezais sustentam e suportam o atual modo de vida das populações humanas seja direta ou indiretamente. Os serviços ecossistêmicos são frequentemente negligenciados ou até ignorados pela economia, indústrias e sociedade; apesar desses atores muitas vezes depender desses serviços que possuem valor inegável. Conhecer o valor econômico de um ecossistema e os serviços por ele oferecidos é uma importante ferramenta, já que contribui para o suporte do bem-estar humano, da sustentabilidade e da igualdade social (VO *et. al.*, 2012). As avaliações de valoração econômica dependem da localização do ecossistema, já que a disponibilidade de produtos e serviços varia de acordo as atividades econômicas, cultura e estilo de vida da sociedade local. A valoração econômica ambiental também consiste em uma ferramenta para o gestor, a qual poderá servir de base nas tomadas de decisão.

■ Melhores práticas para o uso sustentável dos manguezais

Falta definição não só quanto ao nível de sobre-exploração nas UCs como também conhecimento sobre atividades econômicas alternativas e formas mais sustentáveis de exploração por parte dos usuários. Os métodos empregados atualmente são, muitas vezes, danosos tanto aos recursos quanto ao meio ambiente. No caso dos caranguejos, por exemplo, a técnica do “gancho” contribui no aumento da taxa da mortalidade e a técnica da “redinha”, apesar de ser considerada predatória e proibida em todo território nacional através de portaria do IBAMA (2003), é largamente utilizada por catadores na região de Cananéia (DURAN, 2011). Embora o beneficiamento de alguns produtos do manguezal, visando agregar-lhes valor, possa ser uma opção para aliviar parte da pressão exercida sobre alguns recursos tradicionais, atualmente não se sabe o suficiente sobre quais produtos e processos teriam o melhor retorno (PNUD, 2008).

■ Inventário de espécies exóticas da flora e fauna

O levantamento sistemático de espécies exóticas da fauna e flora na região da ARIE do Guará é de grande importância para garantir o equilíbrio ecológico do ecossistema. Embora a flora dos manguezais brasileiros seja bem conhecida, ainda há carência de informações em relação as interações entre as diferentes comunidades (competição, zonação, etc.). Estudos sobre a fisiologia das plantas são escassos.

■ Inventário da biodiversidade e variação genética das espécies nativas

A riqueza de espécies não é o único nível de análise da diversidade biológica, que também inclui a variação genética entre as populações isoladas e os indivíduos de uma mesma população além das interações entre as comunidades biológicas (PRIMACK & RODRIGUES, 2006). Tendo em vista a elevada riqueza e diversidade encontradas nos manguezais do Litoral Sul paulista, e considerando que muitos ambientes ainda não foram estudados, fica evidente a necessidade de realização de mais pesquisas. Tais carências dificultam a compreensão da distribuição dos manguezais e mesmo a ação de programas de recuperação de áreas degradadas (LACERDA *et. al.*, 2002).

3.2.2.4.8 Potencialidade / oportunidades

Diversas iniciativas ao redor do mundo provam que o gerenciamento adequado de áreas de manguezal pode beneficiar desde comunidades locais (e.g., proteção da linha de costa) até globais (e.g., sequestro de carbono).

Carter *et. al.*, (2015) afirmam que as diretrizes mais reconhecidas para o gerenciamento bem-sucedido de manguezais são as publicadas pelo FAO *Forestry Department*, *Ramsar Convention*, ITTO (*The International Tropical Timber Organization*), e ISME (*International Society for Mangrove Ecosystems*), com a assistência do *World Bank*, *Centre for Tropical Ecosystems Research* (cenTER Aarhus), *Wetlands International*, e uma infinidade de outros doadores e contribuintes. Apesar de cada entidade ter objetivos principais distintos, chegam a um consenso quanto aos elementos-chave no gerenciamento de manguezais (**Quadro 3.2.2.4.8-4**).

Quadro 3.2.2.4.8-4 – Elementos-chave para o gerenciamento de manguezais como apresentados pelo FAO Forestry Department, ITTO, Ramsar Convention, e a ISME em seus documentos correspondentes de diretrizes de gerenciamento.

Elemento de gerenciamento	Descrição
Integração da proteção aos manguezais nos planos de manejo	Incorporar todas as facetas da zona costeira em um só programa.
Gerenciamento de múltiplos usos	Gerenciar uma área para vários propósitos/atividades (e.g., recreação, pesquisa, pesca).
	Uso dos manguezais pode ser controlado com leis de zoneamento.
Princípio da precaução	Gestor não deve descartar uma questão ambiental simplesmente porque falta certeza científica.
Gerenciamento adaptativo	Planos de manejo precisam ser flexíveis e passíveis de alterações na medida em que novas informações se tornam disponíveis.
Envolvimento da sociedade	A comunidade local deve ser empoderada com responsabilidade no gerenciamento a fim de aumentar seu desejo de apoiar a conservação.
	O bem-estar e o sustento dos povos indígenas devem ser contemplados no plano de manejo.
Objetivos quantificáveis e realistas	Antes da implementação do plano de manejo, devem ser determinados objetivos para que futuras avaliações possam ser analisadas efetivamente.
Monitoramento periódico e avaliações	Os bosques de mangue devem ser monitorados em intervalos de tempo predeterminados para se avaliar o sucesso do plano de manejo.
Restauração	Todos os manguezais impactados ou suprimidos devem ser restaurados.
	Financiamento deve vir das partes responsáveis (princípio do poluidor-pagador).
Avaliações de Impacto Ambiental (AIAs)	AIAs auxiliarão a prevenir impactos negativos de novos projetos de construção próximos do ecossistema manguezal.
Programa Nacional de Manguezais e Políticas Públicas	Deveriam existir programas nacionais em todas as 123 nações onde os manguezais ocorrem para auxiliar na coordenação das atividades de manejo.

Fonte: Adaptada de Carter *et. al.*, 2015.

Carter *et. al.* (2015) fizeram a análise do manejo de manguezais inseridos no gerenciamento costeiro de cinco países, EUA, Austrália, Belize, Bangladesh e Quênia. Baseado nesses estudos de caso, eles afirmam que três aspectos do gerenciamento costeiro integrado podem representar potenciais soluções aos impactos que os manguezais estão sujeitos: (i) mudança na tendência de desenvolvimento costeiro através de reformas de uso do solo (i.e., zoneamento e estabelecimento de linhas de recuo), (ii) iniciativas crescentes de restauração do ecossistema e estabelecimento de áreas de proteção ambiental marinhas para fornecer abrigos seguros aos bosques de mangue restantes, (iii) estabelecimento de valores monetários em produtos e serviços prestados pelos manguezais para torná-los economicamente atraentes aos tomadores de decisão.

Entre os anos de 2009 e 2014, o governo da Guiana implementou um Plano de Ação Nacional para o Gerenciamento de Manguezais com suporte da GCCA+ (Global Climate Change Alliance), com o objetivo de mitigar os impactos causados pelas mudanças climáticas (através de conservação e restauração de manguezais) e se adaptar aos seus efeitos (proteção da linha de costa e da biodiversidade). Entre os principais resultados estão a criação de um Plano de Ação dos Manguezais (e a criação de um comitê formado por doze agências do governo, organizações de pesquisa e setor privado), criação de um plano de monitoramento de manguezais e produção de protocolos de monitoramento, mapeamento em SIG e treinamento em GPS e SIG pra equipes de campo, criação de comitês de ação em cinco vilarejos para promover a conscientização e proteção dos manguezais a nível comunitário, restauração de trecho de 5 km de manguezais e publicação de manual de viveiro de manguezais, código de uso sustentável de manguezais e materiais educativos, entre outras realizações (GCCA+, 2016).

O Programa de Gerenciamento Costeiro Integrado do Vietnã coloca o ecossistema manguezal no centro da discussão sobre mudanças climáticas na província de Soc Trang. Financiado pelo Ministério Federal alemão para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ) e realizado pelo GIZ (*Die Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*) em sua primeira fase de 2011-2014 e renovado para um novo período, de 2014-2017, o programa une fortalecimento da zona costeira para enfrentar os efeitos das mudanças climáticas e alternativas para um desenvolvimento sustentável (GIZ, 2016). O programa aborda tanto a reabilitação quanto o manejo efetivo e proteção de manguezais, e o faz de forma participativa através do co-gerenciamento com a população. A reabilitação de manguezais segue os princípios da CBEMR e o controle da erosão no trecho sul da província foi realizada com “estruturas verdes”. Depois de um meticuloso estudo hidrodinâmico e testes em campo, quebra-mares em forma de T construídos com bambus tiveram ótimos resultados e vantagens adicionais devido à resistência, disponibilidade local e baixo custo (**Figura 3.2.2.4.8-6**). Estudos mostram que essas estruturas podem durar de 5 a 7 anos (SCHIMITT *et. al.*, 2013). Mais de 600 ha de manguezais foram reabilitados e ao longo de 99% da linha de costa de Soc Trang e Bac Liêu o dique costeiro não é mais diretamente afetado pelas ondas. 22 novos modelos de subsistência foram introduzidos em 8500 famílias e dois pacotes de políticas foram idealizados para o gerenciamento florestal e de irrigação, os quais beneficiarão mais de 8 milhões de pessoas (GIZ, 2016).

Figura 3.2.2.4.8-6 – Restauração de planícies de maré erodidas utilizando cercas de bambu em formato de T na Província de Bac Liêu (Delta Mekong, Vietnã). Houve redução da energia de ondas incidentes e da corrente de deriva.



Fonte: Cong Ly & GE Wind, 2013 *apud*. Schimitt & Duke, 2015.

Diversas agências e instituições internacionais apoiam e fomentam projetos de conservação e restauração de manguezais e desenvolvimento sustentável local ao redor do mundo. Entre elas, cabe citar: MAP (Mangrove Action Project), ProAct Network, Synchronicity Earth, Global Nature Fund, WWF, IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), GEF (*Global Environmental Facility*), CI (*Conservation International*), GIZ (*German Corporation for International Cooperation*), IKI (*International Climate Initiative*), *Wetlands International*, UNEP (*United Nations Environment Programme*), *World Bank*, IIED (*International Institute for Environment and Development*), BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento), CIID (Centro Internacional para Investigações para o Desenvolvimento - Uruguai), CFHF (*Conservation, Food & Health Foundation*), *Foundation for Deep Ecology*, IRDC (*International Development Research Centre*), National Geographic Society, *Earthwatch (The Center for Field Research)*, *The Waterloo Foundation*, entre outras.

Instituições e agências brasileiras também oferecem suporte e/ou fomento para pesquisa, tais como o Ministério do Meio Ambiente, CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), FINEP (Financiadora de Estudos e

Projetos), BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento), Fundação O Boticário para Proteção da Natureza, entre outras.

A seguir são caracterizadas as potencialidades apontadas para a ARIE Guará:

■ Adaptações baseadas nos Ecossistemas (AbE)

Uma enorme potencialidade para APAM Litoral Sul é a inserção das Adaptações baseadas nos Ecossistemas (AbE), já explicitada no tópico “Ameaças e impactos” como alternativa ao enfrentamento às consequências das mudanças climáticas. Entre as experiências com a implementação de medidas potenciais de AbE contam-se, entre outras, as medidas visando a melhoria da gestão, conservação ou restauração: dos recifes de corais e manguezais importantes para a proteção costeira no contexto do aumento de tempestades e enchentes; de paisagens ribeirinhas, zonas úmidas ou planícies aluviais em zonas propensas a enchentes e bacias hidrográficas, como resposta ao aumento de chuvas torrenciais, sua frequência ou volume (OLIVIER *et. al.*, 2012).

Na GIZ, está se verificando um aumento de projetos, componentes e atividades-piloto no âmbito da AbE. A sede da GIZ criou um grupo de trabalho que integra especialistas de diferentes departamentos setoriais encarregados de compilar experiências e ferramentas relevantes e de prestar assessoramento sobre a forma como a abordagem de AbE pode ser implementada no âmbito da Cooperação Internacional Alemã. Os serviços que estão sendo desenvolvidos e que podem ser fornecidos a pedido incluem: provisão de material informativo e treino; assessoramento em métodos/ferramentas num contexto de Adaptação baseada nos Ecossistemas; desenho e implementação de medidas-piloto; visitas de intercâmbio e visitas guiadas de estudo para aprender a partir de exemplos de boas práticas e de experiências europeias; e, apresentação das experiências da GIZ em fóruns internacionais (OLIVIER *et. al.*, 2012).

■ Restauração de manguezais

A maioria das estratégias e tentativas de restaurar manguezais tem falhado e possivelmente impactado o ambiente de algumas zonas costeiras. Muitas dessas tentativas acabaram se reduzindo a algumas pessoas plantando espécies de *Rhizophora* em lugares inadequados, formando uma monocultura em vez de reabilitar um ecossistema natural, vibrante e biodiverso como é o manguezal. Na maioria dos casos, a maior parte das plântulas morrem em um ano e entre 60 e 80% dos mangues plantados em planícies lamosas não têm sucesso. Uma abordagem distinta, a Restauração Ecológica de Manguezais baseada na Comunidade (CBEMR), foca no entendimento da ecologia e hidrologia das áreas e primeiramente corrige problemas que causaram a perda do manguezal, o que assegura uma reabilitação de sucesso. Muitas vezes, com a restauração da hidrologia a condições anteriores à perda de habitat os manguezais são capazes de se restaurar por si sós (MAP, 2016).

Segundo Lewis & Brown (2014), os seis passos para implementar uma CBEMR de sucesso consistem em unir os esforços de comunidades locais, ONGs e governos para:

1. Entender tanto as espécies individuais como a comunidade ecológica dos manguezais naturais que ocorrem na área, dando ênfase na atenção aos padrões de reprodução, distribuição e estabelecimento de plântulas;
2. Entender a hidrologia local, a qual controla a distribuição, estabelecimento e crescimento das espécies de mangue;

3. Avaliar as modificações ocorridas no ambiente de manguezal e as pressões que ainda impedem uma sucessão secundária natural;
4. Selecionar áreas apropriadas para restauração através da aplicação dos passos 1 a 3 acima, os quais fornecem mais chances de sucesso na reabilitação e são mais eficazes em termos de custo. Considerar mão de obra disponível para trabalhar nos projetos, que incluem monitoramento adequado do progresso em direção aos objetivos quantitativos estabelecidos antes do processo de restauração. Esse passo inclui resolver conflitos relacionados ao acesso em longo prazo às áreas de monitoramento através de terras particulares e identificar os usos da área a fim de promover sua conservação;
5. Criar o programa de restauração nas áreas apropriadas selecionadas no passo 4, acima, para restabelecer a hidrologia apropriada e se utilizar do recrutamento natural voluntário do mangue para um estabelecimento natural das plântulas; e,
6. Recorrer ao plantio de propágulos e plântulas apenas depois de determinar que através dos passos 1 a 5, acima, o recrutamento natural não pode fornecer quantidade mínima de mudas estabelecidas, taxa de estabilização, ou taxa de crescimento conforme exigido para o sucesso do projeto.

Samson & Rollon (2008, *apud*. WINTERWERP *et. al.*, 2013) citam várias razões para o fracasso em projetos de restauração de manguezais nas Filipinas, muitas das quais se aplicam a iniciativas de restauração em outros países. Alguns problemas são de natureza socioeconômica (como baixa participação da comunidade) outros são fatores ecológicos. Entre os principais problemas estão a negligência em assegurar um regime hidrológico apropriado, a falta de um bom planejamento anterior à implementação do projeto, seleção oportunista da área de restauração, falta de conhecimento, fundos ou equipamentos, a falta de objetivos bem definidos e a carência de um sistema de avaliação e monitoramento (LEWIS, 2005; WINTERWERP *et. al.*, 2013).

Winterwerp *et. al.* (2013) avaliam que, além ser necessário adotar técnicas aperfeiçoadas e garantir o restabelecimento das condições hidrológicas das áreas de reabilitação de manguezais, é necessário inserir um terceiro componente no caso de áreas sujeitas a erosão; o restabelecimento das condições morfodinâmicas, *i.e.*, o balanço de sedimento fino, necessário para o crescimento dos mangues. Para que as condições hidro e morfodinâmicas fossem restauradas seria necessário o fechamento da barragem do Valo Grande, assim como realizadas todas as medidas referentes a esse processo. Com a “salinização” do sistema, as espécies de macrófitas aquáticas não sobreviveriam e dariam espaço para a recuperação dos manguezais.

■ Ecoturismo de base comunitária

Cada vez mais o ecoturismo é utilizado como alternativa sustentável de geração de renda através de parcerias com organizações locais, comunidades, governo e órgãos ambientais. Para que o turismo não se torne uma ameaça à conservação dos manguezais deve ser realizado o zoneamento do solo a fim de determinar quais áreas serão destinadas à proteção integral e quais às atividades turísticas (**Figura 3.2.2.4.8-7**). Esse modelo de uso sustentável baseia-se em dois princípios: as comunidades locais são protagonistas do turismo, e não apenas parte da paisagem; e o turismo é um catalisador da conscientização e da conservação dos manguezais e sua biodiversidade (PNUD, 2008). O turismo de base comunitária, integrado e fomentado, é uma demanda do Diagnóstico Participativo (FUNDAÇÃO

FLORESTAL, 2014). Vannucci (2002) recomenda o aproveitamento dos manguezais para turismo, desde que:

- a. não sejam usados motores de popa ou outros nos trechos superiores dos riachos;
- b. se evite derramamento de óleo;
- c. se providencie passarelas a mais de um metro acima do nível das marés para a passagem dos visitantes e turistas, que devem ficar restritos à estas áreas e acompanhados de guias turísticos; e,
- d. seja mantido um diálogo permanente entre os cientistas e os gerenciadores.

Figura 3.2.2.4.8-7 – Passarela sobre manguezal no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananéia, SP. Estrutura permite aproximação de turistas ao ecossistema com impacto reduzido.



Fonte: Carol Destito, em 24/07/2012.

O mel produzido com espécies nativas sem ferrão é um produto de alto valor agregado, em comparação com o produto produzido por abelhas africanizadas, e tem enorme potencial de geração de renda para as famílias. Além disso, esta atividade pode ser desenvolvida próxima às comunidades, o que permitiria que tanto as mulheres como os jovens das comunidades locais participassem ativamente da produção, com benefícios econômicos e sociais diretos. A produção de mel é uma atividade que também pode promover a conservação de recursos madeireiros de manguezais existentes (PNUD, 2008).

■ **Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)**

Uma proposta inovadora elaborada para proteger os manguezais e dunas e seus serviços ecossistêmicos mobilizando comunidades tradicionais locais foi elaborada para o Parque Natural Municipal das Dunas (PNMD) e Área de Proteção Ambiental (APA) de Sabiaguaba na cidade de Fortaleza, Estado do Ceará (CARANTON, 2012). As UCs sofrem com despejo direto e indireto de efluentes industriais e domésticos, o manejo deficiente de resíduos sólidos e a crescente expansão urbana têm provocado sérios impactos,

impedindo assim a continuação do ciclo natural de vários outros ecossistemas e bloqueando as funções do manguezal como zona de amortecimento do Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba.

A proposta representada no modelo do contrato de Pagamento por serviços ambientais (PSA) determina um mecanismo de compensação flexível para as comunidades locais, o qual remunerará, através de diversas prestações, a execução de atividades que induzam os fluxos de matéria e energia para a provisão dos principais serviços oferecidos pelo ecossistema manguezal e proximidades. A metodologia utilizou uma valoração socioecológica de caráter qualitativo para os serviços do ecossistema manguezal e análise de custos (de oportunidade, de implantação e de manutenção). Os resultados indicam possíveis melhoras nas condições socioeconômicas das comunidades locais, superando os ingressos que eles recebem e brindando prestações que lhes permitam melhorar sua condição atual, a conformação de um fundo comum composto por diversos atores institucionais e melhorias nas funções ecossistêmicas do manguezal e suas proximidades. Os resultados são otimistas no sentido de atuar como mais um elemento na consolidação do plano de manejo das Unidades de Conservação das Dunas de Sabiaguaba (CARANTON, 2012).

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é um importante instrumento econômico de mecanismo regulatório, que remunera ou gratifica quem protege o meio ambiente e mantém os serviços ambientais funcionando para o bem comum. Constitui uma forma de precificar os produtos e serviços da natureza, atribuindo-lhes valor e constituindo assim um mercado que deve proteger as fontes dos serviços naturais, pois elas são finitas e sensíveis. O emprego de projetos de PSA na região pode ser uma ferramenta importante para garantir a sustentabilidade da região do Sistema Estuarino Lagunar Cananéia-Iguape.

3.2.2.4.9 Contribuição Para Planejamento Das UCs

As diretrizes para o zoneamento e normas a serem estabelecidas devem:

- Garantir a proteção e conservação dos manguezais e sua dinâmica natural, da biodiversidade e dos serviços ambientais;
- Incentivar as pesquisas científicas e o monitoramento participativo;
- Envolver a sociedade no processo de gestão sustentável dos manguezais; e,
- Apoiar e incentivar o ecoturismo em áreas de manguezal predeterminadas.

A conservação dos manguezais só será bem-sucedida quando apoiada por dados confiáveis e um amplo conhecimento, compreensão e consciência da necessidade de conservação desse ecossistema. Pesquisa e manutenção de bases de dados acessíveis e de longo termo, sobre a cobertura de mangue, gestão e proteção, valor e suas respostas a pressões são essenciais para uma política de gerenciamento e tomada de decisão sólidas. Questões importantes são a melhoria da gestão do conhecimento, compartilhamento de informação e comunicação sobre as questões relacionadas com os manguezais em todos os níveis, desde formuladores de políticas até o governo local e o público em geral (SCHIMITT & DUKE, 2015).

A partir dos dados e informações espacializados será possível mapear as áreas de manguezal quanto ao seu grau de impacto e ameaças, além de indicar áreas críticas para a implementação de ações estratégicas. Estratégias de gestão a serem levadas em consideração são o manejo participativo de manguezais (*community based mangrove management*) e o manejo de manguezais baseado no

ecossistema (*ecosystem based mangrove management*). O manejo de manguezais de forma ecológica e economicamente sustentável é uma proposta difícil e necessita de uma intervenção multidisciplinar. Datta *et. al.*, (2010) destacam a importância de critérios e indicadores avaliar a condição do desempenho das comunidades na gestão dos seus manguezais de forma sustentável. Sudtongkong & Webb (2008) demonstraram que os manguezais da Tailândia foram melhor gerenciados e conservados com a participação da comunidade, em relação àqueles os quais apenas o Estado era responsável.

3.2.2.4.10 Bibliografia

ADAIME, R. R. Produção do bosque de mangue da Gamboa Nóbrega (Cananéia, 25° lat. S, Brasil). Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 305p. 1985.

ALMEIDA, R. Conservação dos manguezais capixabas e sua importância para a diversidade biológica. In: MENEZES, L.F.T.; PIRES, F.R.; PEREIRA, O.J. (Orgs.). Ecossistemas costeiros do Espírito Santo: conservação e restauração. Vitória: EDUFES, p. 61-70, 2007.

ALMEIDA, R. Dinâmica da serrapilheira e funcionamento do ecossistema, Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo: p. 183. 2005.

ALMEIDA, R.; COELHO-JR, C.; CORTES, E. Os Maravilhosos Manguezais do Brasil. Instituto Bioma Brasil. Cariacica: Papagaio. 242 p. 2008.

ALONGI, D. M. Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, v. 76, nº 1, p. 1-13. 2008.

BARBIERI, E. & BETE, D. Occurrence of *Stercorarius pomarinus* (Temminck, 1815, Charadriiformes: Stercorariidae) in the Cananéia estuary, southern coast of São Paulo State. *Biota Neotropica*, 13: p. 353-355. 2013.

BARBIERI, E. & COLLAÇO, F. L. First occurrence of *Phoenicopterus chilensis* (Molina, 1782) in the southern coast of São Paulo State. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 8, p. 152-155. 2013.

BARBIERI, E. & GONÇALVES, C. A., Primeiro registro de águia-pescadora (*Pandion haliaetus*, Linnaeus, 1758) no estuário de Iguape - Ilha Comprida. *Estudos de Biologia*, 75: p. 137-140. 2009.

BARBIERI, E. & MENDONÇA, J. T. Distribution and abundance of Charadriidae at Ilha Comprida, São Paulo State, Brazil. *Journal of Coastal Research*, 21 (2): p. 1-10. 2005.

BARBIERI, E. & PINNA, F. V. Variação temporal do Trinta-réis-de-bico-amarelo (*Thalasseus sandvicensis eurygnatha*) durante o ano de 2005 no estuário de Cananéia-Iguape-Ilha Comprida. *Ornitologia Neotropical*, v. 18, p. 563-572. 2007.

BARBIERI, E. Abundância temporal de *Fregata magnificens* (Pelecaniformes: Fregatidae) na Ilha Comprida (São Paulo, Brasil) em 2006 e sua relação com barcos de pesca. *Ararajuba*, 18: p. 164-168. 2010.

BARBIERI, E. The gull (*Larus dominicanus*) distribution during the year of the 2005 at Cananéia-Iguape-Ilha Comprida estuary, São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, 8: 000-000. 2008.

- BARBIERI, E.. Season Variation Abundance of *Rynchops niger* in the estuary of Cananéia-Iguape-Ilha Comprida, São Paulo. *Biota Neotropica*, 7: p. 1-10. 2007.
- BARBIERI, E.; DELCHIARO, R. T. C. & BRANCO, J. O. Monthly fluctuation in the abundance of Scolopacidae and Charadriidae at Ilha Comprida beach, SP, Brazil. *Biota Neotropica*, 13(3): p. 268-277. 2013.
- BARBIERI, E.; GONÇALVES, C. A. & Silveira, L. F. Ocorrência do *Phalaropus tricolor* (Vieillot, 1819) (Scolopacidae) no estuário da Ilha Comprida, São Paulo, Brasil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 5: p. 139-142. 2010a.
- BARBIERI, E.; GONÇALVES, C. A.; SILVEIRA, L. F. & KIYOHARA, A. L. L. C. Registros de duas aves marinhas inéditas no estado de São Paulo, Brasil: *Chroicocephalus cirrocephalus* e *Anous minutus* (Charadriiformes). *Ararajuba*, 18: p. 242-244. 2010b.
- BARCELLINI, V. C.; MOTTA, F. S.; MARTINS, A. M. & MORO, P. S. Recreational anglers and fishing guides from an estuarine protected area in southeastern Brazil: socioeconomic characteristics and views on fisheries management. *Ocean & Coastal Management*, 76: p. 23-29. 2013.
- BARRERA-ALBA, J. J.; MOSER, G. A. O.; GIANESELLA, S. M. F. & SALDANHA-CORRÊA, F. M. P. Role of transparent exopolymer particles on phytoplankton dynamics in a subtropical estuary, Cananéia-Iguape (SP, Brazil). *Open Journal of Marine Science*, 2, p. 25-32. 2012.
- BEU, S. E. Análise socioambiental do complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape e Ilha Comprida (SP): subsídios para o planejamento ambiental da região. Dissertação de Mestrado do PROCAM-USP, 133 p. 2008.
- BRASIL. Casa Civil. Constituição Federativa do Brasil. Diário Oficial da União. Brasília: 1988a.
- BRASIL. Casa Civil. Lei nº 7.661, de 16 de Maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília: 1988b.
- BRASIL. Casa Civil. Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União. Brasília: 2012.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA 303, de 20 de Março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Diário Oficial da União. Brasília: 2002.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA 369, de 28 de Março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Diário Oficial da União. Brasília: 2006.
- CAMPOLIM, M. B. & MACHADO, I.C. Proposta de ordenamento da exploração comercial da ostra do mangue *Crassostrea brasiliana* na região estuarino-lagunar de Cananéia-SP. Seminário Ciência e Desenvolvimento Sustentado, p. 275-287, São Paulo: 1997.

CARANTON, M. A. G. Pagamentos pelos serviços ambientais no ecossistema Manguezal das Unidades de Conservação de Sabiaguaba: Modelo de contrato e outras medidas de conservação. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Ceará: 111 p. 2012.

CARTER, H. N.; SCHMIDT, S. W. & HIRONS, A. C. An International Assessment of Mangrove Management: Incorporation in Integrated Coastal Zone Management. *Diversity*, 7(2), p. 74-104. 2015.

CBD - Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change. Montreal, Technical Series nº 41, 126 p. 2009.

CHARLIER-SARUBO, S. Áreas de transição no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape: mapeamento, caracterização e perspectivas frente ao aumento do nível médio relativo do mar. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo: 49p. 2013.

COELHO JR., C. Ecologia de Manguezais: Zonação e dinâmica da cobertura vegetal em gradientes ambientais, Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 166p. 2003.

COELHO JR., C. Manguezal, desenvolvimento estrutural da cobertura vegetal ao longo de gradientes de inundação – Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 108p. 1998.

CUNHA-LIGNON, M & KAMPEL, M. Análise multitemporal de imagens Landsat para monitoramento de áreas de manguezal: subsídio à gestão costeira do litoral sul do Estado de São Paulo. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba: INPE, p. 5032. 2011.

CUNHA-LIGNON, M. & MENGHINI, R.P. Invasive species of aquatic macrophytes affecting mangrove forests structure and conservation in protected areas. Abstract Book of Mangrove and Macrobenthos Meeting (MMM4), Saint Augustine (Florida), p. 85. 2016.

CUNHA-LIGNON, M. et. al. Characterisation of mangrove forest types in view of conservation and management: a review of mangals at the Cananéia region, São Paulo State, Brazil. *Journal of Coastal Research*, SI 64, p. 349-353. 2011b.

CUNHA-LIGNON, M. et. al. Mangrove Forests and Sedimentary Processes on the South Coast of São Paulo State (Brazil). *Journal of Coastal Research*, SI 56: p. 405-409. 2009b.

CUNHA-LIGNON, M. et. al. Mangrove Forests Submitted to Depositional Processes and Salinity Variation Investigated using satellite images and vegetation structure surveys. *Journal of Coastal Research*, SI 64, v. I, p. 344-348. 2011a.

CUNHA-LIGNON, M. et. al. Monitoramento de Manguezais: abordagem integrada frente às alterações ambientais. Anais do VIII CBUC - Trabalhos Técnicos 2015, Curitiba: p. 1-17. 2015.

CUNHA-LIGNON, M.; MENGHINI, R.P.; SANTOS, L.C.M.; NIEMEYER-DINÓIA, C.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Estudos de Caso nos Manguezais do Estado de São Paulo (Brasil): Aplicação de Ferramentas com Diferentes Escalas Espaço-Temporais. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, v. 9, nº 1, p. 79-91. 2009a.

- DATTA, D.; GUHA, P. & CHATTOPADHYAY, R.N. Application of criteria and indicators in community based sustainable mangrove management in the Sunderbans, India. *Ocean & Coastal Management* 53: p. 468-477. 2010.
- DUKE, N. C. et. al. A world without mangroves? *Science* 317, p. 41-42. 2007.
- DURAN, R. S. Caranguejeiros e caranguejos: A captura do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Ucidae), no município de Cananeia (SP). Trabalho de conclusão de curso, UNESP Rio Claro. 2011.
- FGV & EAESP. Relatório Final sobre dimensões temporal, espacial e temática no planejamento de adaptação às mudanças climáticas. Fundação Getúlio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo (EAESP), 54p. 2013.
- FLUMINHAN FILHO, M. F. et. al. A Inserção da mudança do clima e adaptação baseada em ecossistemas no Plano de Manejo da APA Federal de Cananéia-Iguape-Peruíbe (APA-CIP). VII SAPIS | II ELAPIS: Culturas e Biodiversidade: O presente que temos e o futuro que queremos | Artigos e relatos de experiências, p. 75-84. 2015.
- FORZZA, R. C. et. al. Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Volumes 1 e 2. 2010.
- FUNDAÇÃO FLORESTAL. Produto 2 - Diagnóstico Participativo APA Marinha do Litoral Sul e ARIE do Guará. Fundação Florestal e Governo do Estado de São Paulo. 2014.
- GALVANI, E. & LIMA, N. G. B. Estudos climáticos nas escalas inferiores do clima: manguezais da Barra do Rio Ribeira, Iguape, SP. *Revista Mercator*, 9 (1), p. 25-38. 2010.
- GCCA+ - Global Climate Change Alliance. Sustainable coastal zone protection through mangrove management in Guyana. Disponível em: <<http://www.gcca.eu/national-programmes/caribbean/gcca-guyana>>. Acesso em: 19 de julho de 2016.
- GIZ. Integrated Coastal Management Programme. Disponível em: <<https://www.giz.de/en/worldwide/18661.html>>. Acesso em: 15 de julho de 2016.
- HATTORI, G. Y. Densidade e estrutura populacional do caranguejo de mangue, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), em Iguape (SP). Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal: p. 146. 2006.
- HOWARD, J.; HOYT, S.; ISENSEE, K.; PIDGEON, E. & TELSZEWSKI, M. Coastal Blue Carbon: Methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrass meadows. Conservation International, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, International Union for Conservation of Nature. 2014.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2003. Portaria n° 52, D.O.U de 30/09/2003.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira: Sistema fitogeográfico, Inventário das formações florestais e campestres, Técnicas e manejo de coleções

botânicas, Procedimentos para mapeamentos. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro: 2012.

ICMBio/MMA. Plano de Manejo - Área de Proteção Ambiental Cananéia-Iguape-Peruíbe, SP. 2016. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/component/content/article?id=2241:apa-de-cananea-iguape-peruibe>>. Acesso em: 22 de junho de 2016.

IPCC. Climate Change 2007: Impacts, adaptation and Vulnerability. WGII AR4, 987 p. 2007.

IPCC. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summary for Policymakers. WGII AR5 Phase I Report Launch, 44 p. 2014.

JIMENEZ, J. A.; LUGO, A. & CINTRON, G. Tree mortality in mangrove forests. *Biotropica*, 17: p. 177-185. 1985.

KRONKA, F. J. N. et. al. Inventário Florestal da vegetação natural do estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente; Instituto Florestal; São Paulo: Imprensa Oficial. 2005.

LEWIS III, R. R. & BROWN, B. Ecological Mangrove Rehabilitation: a field manual for practitioners. 151 p. 2014. Disponível em: <<http://www.mangroverestoration.com/pdfs/Final%20PDF%20Whole%20EMR%20Manual%20%28web%29%20%281%29.pdf>>. Acesso em: 01 de julho de 2016.

LEWIS III, R. R. Ecological engineering for successful management and restoration of mangrove forests. *Ecological Engineering* 24: p. 403-418. 2005.

LIMA, N. G. B. & GALVANI, E. Mangrove Microclimate: A Case Study from Southeastern Brazil. *Earth Interactions*, v. 17, p. 1-16. 2013.

LIMA, N. G. B.; GALVANI, E.; FALCÃO, R. M. & CUNHA-LIGNON, M. Air temperature and canopy cover of impacted and conserved mangrove ecosystems: a study in a subtropical estuary in Brazil. *Journal of Coastal Research*, SI 65, (2): p.1152-1157. 2013.

LUCENA, A. C. P. Estrutura populacional do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) e sustentabilidade do extrativismo na Reserva Extrativa do Mandira, Cananeia, São Paulo, Brasil. São Carlos. 88p. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos. 2010.

LUGO, A. E. & SNEDAKER, S. C. The ecology of mangroves. *Annual Review of ecology and systematic*, 5: p. 39-64. 1974.

MACHADO, I. C.; FAGUNDES, L. & HENRIQUES, M. B. Perfil socioeconômico e produtivo dos extrativistas da ostra de mangue *Crassostrea* spp. em Cananeia, São Paulo, Brasil. *Informações Econômicas*, 40(7): p. 67-79. 2010.

MACHADO, I. Um retrato do extrativismo: a sustentabilidade na exploração comercial da ostra de mangue em Cananéia – SP. São Carlos. 162 p. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos. 2009.

MAHIQUES, M. M. et. al. Anthropogenic influences in a lagoonal environment: a multiproxy approach at the Valo Grande Mouth, Cananéia-Iguape System (SE Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 57, nº 4, p. 325-337. 2009.

MAHIQUES, M. M.; FIGUEIRA, R. C. L.; SALAROLI, A. B.; ALVES, D. P. V.; GONÇALVES, C. 150 years of anthropogenic metal input in a Biosphere Reserve: the case study of the Cananéia-Iguape Coastal System, Southeastern Brazil. *Environ. Earth Sci.*, 68: p. 1073-1087. 2013.

MAP – Mangrove Action Project. CBEMR (Communit Based Ecological Mangrove Restoration), a succesful method of mangrove restoration. Disponível em: <<http://www.mangroveactionproject.org/cbemr/>>. Acesso em: 30 de junho de 2016.

MENDONÇA, J. T. & MIRANDA, L. V. Estatística pesqueira do litoral sul do estado de São Paulo: subsídios para gestão compartilhada. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 3 (3): p. 152-173. 2008.

MENDONÇA, J. T., VERANI, J. R. & NORDI, N. Evaluation and management of blue crab *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) (Decapoda - Portunidae) fishery in the Estuary of Cananéia, Iguape and Ilha Comprida, São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 70 (1): p. 37-45. 2010.

MENEZES, G. V. Produção e decomposição de bosque de mangue da Ilha do Cardoso, Cananéia, SP. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 116p. 1994.

MÜLLER, F.; MYTANZ, C.; OLIVIER, J.; RENNER, I. & RIHA, K. Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE). Projeto Biodiversidade e Mudanças Climáticas na Mata Atlântica. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. 8 p. 2015.

NEVES, C. F. & MUEHE, D. Vulnerabilidade, impactos e adaptações a mudanças climáticas do clima: a zona costeira. *Parcerias Estratégicas*, p.218-295. Brasília: 2008.

NICOLODI, J. L. & PETERMANN, R. M. Mudanças Climáticas e a Vulnerabilidade da Zona Costeira do Brasil: aspectos ambientais, sociais e tecnológicos. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 10 (2): p. 151-177. 2010a.

NICOLODI, J. L. & PETERMANN, R. M. Potential vulnerability of the Brazilian coastal zone in its enviromental, social, and technological aspects. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 5 (2): p. 184-204. 2010b.

NUMAO, F. H. & BARBIERI, E. Variação sazonal de aves marinhas no baixio do Arrozal, município de Cananéia, p. 71-83. São Paulo: O Mundo da Saúde. 2011.

OLIVIER, J. et. al. Adaptação baseada nos Ecossistemas (AbE) - Uma nova abordagem para antecipar soluções naturais conducentes a uma adaptação às mudanças climáticas nos diferentes setores. 2012. Disponível em: <<http://www.giz.de/expertise/downloads/giz2013-pt-adaptacao-baseada-nos-ecossistemas.pdf>>. Acesso em: 19 de junho de 2016.

PAN MANGUEZAL. Plano de Ação Nacional para Conservação das Espécies Ameaçadas e de Importância Socioeconômica do Ecossistema Manguezal. 2015. Disponível em: <<http://uc.socioambiental.org/destaque/plano-de-a%C3%A7%C3%A3o-nacional-de-conserva%C3%A7%C3%A3o-dos-manguezais>>. Acesso em: 12 de julho de 2016.

PERIA, L. C. S., FERNANDES, P. P. C. P., MENEZES, G. V., GRASSO, M. & TOGNELLA, M. M. P. Estudos estruturais comparativos entre bosques de mangue impactados (Canal de Bertiooga) e não impactados (Ilha do Cardoso), Estado de São Paulo. In: II simpósio de ecossistemas da Costa sul e Sudeste brasileira. Estrutura, função e Manejo, Anais, ACIESP. Águas de Lindóia: v.2, p. 183-193. 1990.

PINHEIRO, M. A. A. & ALMEIDA, R. Monitoramento de populações do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Brachyura, Ucididae). In: TURRA, A.; DENADAI, M. R. (Orgs.). Protocolos de campo para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros – Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros. São Paulo: ReBentos, p. 122-133, 2015.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Documento do Projeto Conservação e Uso Sustentável Efetivos de Ecossistemas Manguezais no Brasil (PIMS 3280). Roma: PNUD, 2008. Disponível em: <http://www.undp.org/content/dam/undp/documents/projects/bra/00046839_bra07g32-3280_fsp_brazil_mangroves_prodoc_final-portugues.doc>. Acesso em: 2 de agosto de 2016.

PRIMACK, R. B. & RODRIGUES, E. Biologia da conservação. Londrina: Ed. Planta, p. 327. 2006.

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

SÃO PAULO, (Estado). Constituição do Estado de São Paulo. Capítulo IV: Do Meio Ambiente, dos Recursos Naturais e do Saneamento, Seção I - Do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www2.senado.leg.br/bdsf/item/id/70452>>. Acesso em: 08 de julho de 2016.

SÃO PAULO, (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Plano de Manejo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso. Cooperação Financeira Brasil – Alemanha. SMA. São Paulo: 2001.

SÃO PAULO, (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Zona Costeira Paulista: relatório de qualidade ambiental 2012. SMA, Coordenadoria de Planejamento Ambiental, 130p. São Paulo: 2012.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. & CINTRÓN, G. Guia para estudos de áreas de manguezal: estrutura, função e flora. São Paulo, Caribbean Ecological Research, 150p. + apêndices. 1986.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. et. al. Climate changes in mangrove forests and salt marshes. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(sp2): p. 83-98. 2016.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum. Programa Nacional de Diversidade Biológica - Pronabio. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira - Probio. Subprojeto Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha. São Paulo: p. 119. 1999.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; MESQUITA, H.S.L. & CINTRÓN-MOLERO, G. The Cananéia Lagoon Estuarine System, São Paulo, Brasil. *Estuaries*, 13, (2): p. 193-203. 1990.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; VALE, C.C.; CINTRÓN, G. Protocolo de monitoramento do ecossistema manguezal – estrutura e características funcionais – como indicador de mudanças climáticas. In: TURRA, A.; DENADAI, M. R. (Orgs.). Protocolos de campo para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros – Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros. São Paulo: ReBentos, p. 62-80, 2015.

SCHIMITT, K & DUKE, N.C. Mangrove management, assessment and monitoring. *Tropical Forestry Handbook*, Springer Berlin Heidelberg. 29 p. 2015.

SCHIMITT, K.; ALBERS, T.; PHAM, T. T. & DINH, S. C. Site-specific and integrated adaptation do climate change in the coastal mangrove zone of Soc Trang Province, Viet Nam. *J. Coast. Conserv.* 17: p. 545-558. 2013.

SCHMIDT, A. J. Estudo da dinâmica populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea-Decapoda-Brachyura), e dos efeitos de uma mortalidade em massa desta espécie em manguezais do Sul da Bahia. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo: p. 150. 2006.

SOS MATA ATLÂNTICA. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica 2013-2014. 2015. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/>>. Acesso em: 26 de agosto de 2016.

SUDTONGKONG, C. & WEBB, E. L. Outcomes of state- vs. community-based mangrove management in southern Thailand. *Ecology and Society* 13(2): 27. 2008. Disponível em: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art27/>>. Acesso em: 14 de agosto de 2016.

TARSICIO, G. et. al. Manual de Planejamento para Conservação de Áreas, PCA. 222 p. Quito: TNC y USAID. 2006.

TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Local and Regional Policy Makers. Geneva: Economics of Ecosystems and Biodiversity. 2010.

UNEP – United Nations Environment Programme. The Importance of Mangroves to People: A Call to Action. In: BOCHOVE, J. VAN; SULLIVAN, E.; NAKAMURA, T. (Eds.). United Nations Environment Programme. Cambridge: World Conservation Monitoring Centre, 128 p. 2014.

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. Ecosystem-based approaches to adaptation: compilation of information. Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice. Thirty-fifth session, Durban, 28 November to 3 December. 2011.

VALIELA, I.; BOWEN, J. L. & YORK, J. K. Mangrove forests: one of the world's threatened major tropical environments. *Bioscience*, 51(10): p. 807-815. 2001.

VANNUCCI, M. Os Manguezais e Nós: Uma síntese de percepções. 2ª ed. revista e ampliada. Versão em português Denise Navas-Pereira. Ed. CNPq. Universidade de São Paulo, 2003.

VISNADI, S.R. Marchantiophyta e Bryophyta de manguezais do estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais*. Belém, v.3, nº 1, p. 69-80, jan-abr. 2008.

VO, Q. T.; KUENZER, C.; VO, Q. M.; MODER, F. & OPPELT, N. Review of valuation methods for mangrove ecosystem services. *Ecological Indicators*, p. 431-446. 2012.

WALSH, G. E. Mangroves: a review. In: REIMOLD, R. J. & QUEEN, W. H. *Ecology of halophytes*. London: Academic Press. p. 605. 1974.

WINTERWERP, J. C.; ERFTEMEIJER, P. L. A.; SURYADIPUTRA, N.; VAN EIJK, P.; & ZHANG, L. Defining eco-morphodynamic requirements for rehabilitating eroding mangrove-mud coasts. *Wetlands*, 33(3), p. 515-526. 2013.

WUNDERLICH, A. C.; PINHEIRO, M. A. A. Mangrove habitat partitioning by *Ucides cordatus* (Ucididae): effects of the degree of tidal flooding and tree-species composition during its life cycle. *Helgoland Marine Research*, 67(2): p. 279-289. 2013.

ZANIN, R. G.; TOSIN, L. F. & BARBIERI, E. Influência da maré na abundância de *Egretta caerulea* (Linnaeus, 1758) em uma enseada estuarina da Ilha Comprida, São Paulo, Brasil. *Estudos de Biologia*, 72: p. 133-139. 2008.