

01

BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO DOS MANGUEZAIS:
IMPORTÂNCIA BIOECOLÓGICA E ECONÔMICA

AUTORES

Caroline A. Souza, Luís Felipe A. Duarte, Márcio C.A. João & Marcelo A.A. Pinheiro

PALAVRAS-CHAVE

ambiente, biodiversidade, ecologia, fauna, flora, manguezal.

No verso de João Cabral de Melo Neto há uma sintetização poética sobre a intrincada teia de relações e interdependências entre os seres humanos e o manguezal: “Na paisagem do rio, difícil é saber onde começa o rio; onde a lama começa do rio; onde a terra começa da lama; onde o homem, onde a pele começa da lama; onde começa o homem naquele homem”.

Geralmente associado à insalubridade e pobreza, devido ao seu cheiro típico, à dificuldade que gera em acesso e locomoção, bem como ao seu uso por populações menos favorecidas, esse ecossistema fora insistentemente negligenciado pela comunidade científica e jurídica que, ainda no século XX, nutriam a percepção equivocada de que florestas como a Amazônica e Atlântica teriam maior importância do que outras de menor distribuição. Provavelmente essa foi uma herança dos naturalistas europeus que vinham ao Brasil no século XIX, encantados pela beleza e diversidade dessas florestas, ignorando a documentação ou o simples registro de espécies encontradas nos manguezais (Soffiati, 2006). Por volta dos anos 1960, observou-se uma mudança nessa representação devido à associação do ecossistema manguezal com a atividade pesqueira, período de sua inclusão no Código Florestal Brasileiro como Área de Proteção Permanente (APP), na Lei nº 4.771 de 1965. Importante destacar que são denominadas APPs aquelas áreas do território nacional que devem ser preservadas, seja por sua importância ecológica como pelo fornecimento de bens e serviços ambientais ao homem (Borges *et al.*, 2009). Já nos anos 2000, o ecossistema manguezal foi incluído na Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006, onde é assegurada a manutenção dos bosques de manguezal, “(...) não podendo ser suprimidos ou sofrer qualquer tipo de intervenção, minimização ou perda de suas características vitais, ou mesmo extinção das espécies endêmicas a eles associadas, sob risco de penalização e sanções”. No entanto, de acordo com o artigo 8º da Lei Federal nº 12651/2012, poderá ocorrer intervenção ou supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente em casos de “utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental”. Especificamente no caso dos manguezais, esta intervenção “poderá ser autorizada, excepcionalmente, em locais onde a função ecológica do manguezal esteja comprometida”, para uso em obras habitacionais, de urbanização e, no caso de segurança nacional, em caráter de urgência, sendo dispensada a autorização do órgão ambiental competente.

Atualmente, o manguezal é reconhecido por sua importância socioeconômica e ecológica, principalmente por gerar condições favoráveis de alimentação, reprodução e proteção para muitas espécies marinhas de interesse comercial (Schaeffer-Novelli, 1995). Entretanto, apesar da crescente conscientização, os manguezais que fazem parte de sistemas estuarinos, bem como outros ambientes costeiros, têm sofrido cada vez mais com atividades de mineração, descarga de efluentes não tratados (domésticos e industriais), aterramentos, desmatamentos e ocupação inadequada (Goulart & Callisto, 2003), de modo que se forem mantidas as atuais taxas de destruição desse ecossistema, em aproximadamente 100 anos não teremos mais nenhuma área de manguezal (Duke *et al.*, 2007). Nos últimos anos os manguezais têm sido alvo crescente em estudos sobre contaminação, em especial aqueles que tratam de espécies com potencial bioindicador do estado de conservação deste ecossistema, como é o caso do caranguejo-uçá, conforme indicam testes de cito e genotoxicidade (Duarte *et al.*, 2016, 2017; Ortega *et al.*, 2016; Pinheiro *et al.*, 2017).

O ECOSISTEMA

O manguezal é um ecossistema localizado em terras baixas existentes nas zonas do entre marés em regiões costeiras, na maioria das vezes, abrigado por rios, compreendendo um sistema estuarino de menor ou maior complexidade. Trata-se de um ambiente *sui generis*, geralmente constituído por solo de granulometria fina, apresentando consistência lodosa e inconsolidada, com baixo teor de oxigênio, rico em matéria orgânica e, principalmente, marcado por extrema variação de salinidade em função de sua sujeição ao regime de marés (Schaeffer-Novelli, 1995). Essas regiões também estão submetidas a chuvas intensas e frequentes, além de uma grande taxa de sedimentação, oferecendo, assim, uma grande variedade de tipos de substratos e altos níveis de nutrientes.

O sedimento de manguezal é inundado todos os dias por águas mais salinas provenientes das marés, trazendo e levando folhas, sementes, propágulos, larvas e formas juvenis de vários animais, entre os quais figuram os moluscos, crustáceos e peixes. A escassez de oxigênio no solo faz com que as raízes se projetem em direção à atmosfera, ficando expostas ao ar. O solo lamacento e salino possui uma grande quantidade de sulfeto de hidrogênio (H_2S), que determina um odor forte de putrefação, similar ao do ovo em decomposição.

A salinidade varia diariamente conforme a entrada e saída das marés, que por sua vez depende da geomorfologia estuarina, determinando o aporte de água salgada que entra em direção ao rio e o quanto de água doce (ou continental) sai em direção ao mar. Assim, na maré enchente o ambiente fica predominantemente salino, enquanto nas marés vazantes a água doce invade as margens ribeirinhas cobertas por mangue, gerando uma baixa salinidade relativa. Geralmente, a situação que se encontra em medições é a de um gradiente variável de salinidade, que é mais salina próximo ao mar e diminui com a intrusão rio adentro.

Estas características ambientais inconstantes acabam por determinar uma fauna, flora e variedade de microrganismos específicos, que possuem adaptações estruturais e fisiológicas que os tornam aptos a suportá-las (Pinheiro *et al.*, 2008). Além disso, essas regiões costeiras constituem áreas propícias à alimentação, reprodução e proteção de muitas espécies animais, que são atraídas por um dos mais eficientes sistemas de transformação de matéria orgânica em nutrientes para o meio.

Acredita-se ser este um ambiente de transição entre o continente e o oceano (Schaeffer-Novelli, 1995), o que tem sido refutado por alguns autores, que afirmam se tratar de um ambiente único situado entre a epinosfera (terra firme), a limnosfera (conjunto de águas continentais e subterrâneas) e a talassosfera (parte líquida terrestre, no caso, o mar) (Soffiati, 2006). A confluência de características específicas de ambientes terrestres, marinhos e de água doce, cria uma estrutura única que se autorregula, gerando uma configuração singular.

Os manguezais são encontrados em regiões tropicais e subtropicais do planeta, distribuindo-se entre as latitudes 30°N e 30°S (Figura 1), abrangendo uma área de 137.760 km², com maior desenvolvimento próximo à linha do Equador, entre 5°N e 5°S (Giri et al., 2011). Há áreas de manguezal em 118 países e territórios nas Américas, Oceania, África e Ásia (Spalding et al., 2010).

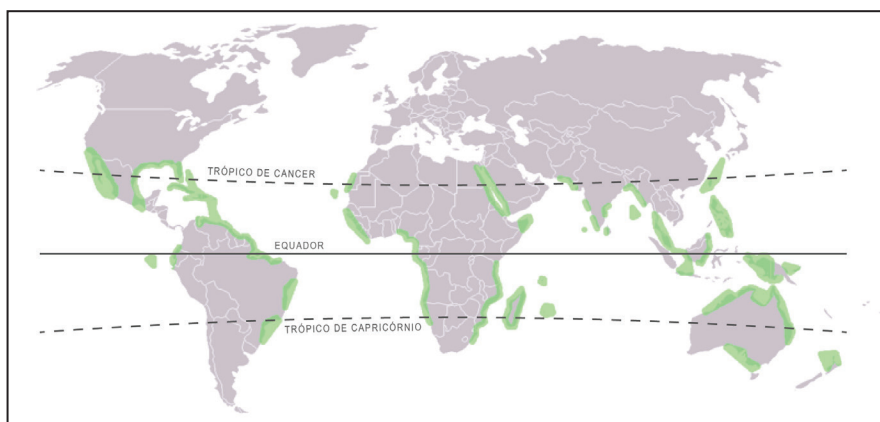


Figura 1 - Localização do ecossistema manguezal na Terra, evidenciando seu maior predomínio entre o Trópico de Câncer e Trópico de Capricórnio. **Fonte:** modificado de Wikipedia.

Somente no Brasil, estima-se que as áreas de manguezal se estendam por cerca de 13 mil km² de terras descontínuas, desde o Cabo Orange, ao norte, até o sul, em Laguna, no estado de Santa Catarina (Spalding et al., 2010). A região norte possui mais de 80% das áreas de manguezais nacionais, concentradas nos estados do Amapá, Pará e Maranhão. Essa porção do país apresenta condições ótimas para o crescimento e máximo desenvolvimento de manguezais, como a alta umidade o ano todo, numerosos rios que depositam e transportam matéria orgânica e sedimentos, regime de marés altas e temperaturas médias acima de 20°C (Spalding et al., 2010).

Nas regiões nordeste e sudeste do Brasil, os manguezais sofreram mais severamente com a urbanização desenfreada das regiões litorâneas, restando alguns poucos fragmentos, degradados ou em processo de extinção. No sudeste, por exemplo, temos a Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS) que abrange nove municípios do estado de São Paulo (São Vicente, Santos, Praia Grande, Cubatão, Guarujá, Bertioga, Mongaguá e Itanhaém), abrigando cerca de 1,8 milhões de habitantes, com densidade demográfica variando de 145 a 2.245 habitantes/km², respectivamente para Itanhaém e São Vicente (IBGE, 2017). Essa área, altamente povoada e industrializada, faz parte de uma tendência das regiões metropolitanas brasileiras que se desenvolvem próximas aos ambientes litorâneos, onde a capital é costeira ou muito próxima do litoral. A região possui uma rica diversidade de habitats como manguezais, estuários, deltas, restingas, praias e costões

rochosos, que estão seriamente ameaçados. Em cidades como Santos, Cubatão, Bertioga e Iguape, encontramos a maior porção de estuários e mangues do Estado (Herz, 1991).

Ao longo deste capítulo, discutiremos a importância do ecossistema manguezal, sua situação atual frente às principais ameaças, além de perspectivas de conservação e uso de seus recursos.

IMPORTÂNCIA E FUNÇÕES DOS MANGUEZAIS

Em linguagem econômica, podemos afirmar que os manguezais prestam serviços de alta relevância à humanidade, principalmente como fonte de recursos pesqueiros. Porém, há funções mais específicas referentes ao seu papel em processos físicos na linha costeira e sua influência em ecossistemas adjacentes.

I. PROTEÇÃO DA LINHA DE COSTA

De maneira geral, os manguezais atenuam a força das ondas com o seu intrincado sistema de raízes, proporcionando a estabilização da linha de costa e evitando os processos erosivos (retrogradação). A malha formada pelas raízes dos mangues auxilia na compactação do sedimento junto à margem, impedindo a erosão e ajudando a reter o aporte de sedimento fino oriundo do continente, funções estas que impedem o assoreamento dos rios e canais margeados por esse ecossistema. As partículas de solo chegam ao manguezal através da maré alta, sendo capturadas pelo sistema radicular e ali depositadas durante as marés baixas. Assim, a margem dos sistemas estuarinos pode indicar áreas de menor competência hídrica, onde as partículas de sedimento podem se depositar formando bancos lodosos (áreas de progradação), enquanto nas áreas de maior competência hídrica (áreas de retrogradação) os sedimentos são removidos e transportados para áreas de progradação, onde são depositados.

A intrincada “rede” formada pelas raízes de mangue inibe o fluxo das marés terra adentro, devido ao atrito promovido por este sistema radicular, que diminui a amplitude de entrada das ondas. Justamente, por essa característica, fica evidente o importante papel das florestas de manguezal como primeira linha de defesa contra tempestades tropicais, tsunamis e furacões, particularmente após o devastador tsunami ocorrido em dezembro de 2004, a partir de um terremoto de magnitude 9,1, desencadeando um tsunami no Oceano Índico, que causou a morte de aproximadamente 226 mil pessoas na Indonésia, Sri Lanka, Índia, Tailândia, entre outros nove países adjacentes. Naquela ocasião observou-se que, em regiões com áreas de manguezal, os danos foram minimizados pelo impedimento do avanço das ondas, devido à absorção do impacto pela floresta. Segundo Spalding *et al.* (2010), frente às mudanças globais que têm aumentado a intensidade e frequência de tempestades tropicais, a manutenção dessas florestas é mais barata do que a construção de barreiras artificiais. Em regiões que se tem ignorado essas florestas costeiras, os problemas de erosão e assoreamento têm sido potencializados, resultando em grandes prejuízos à vida humana.

2. SEQUESTRO DE CARBONO

Os Gases de Efeito Estufa são substâncias gasosas que absorvem parte da radiação infravermelha, dificultando seu escape para o espaço e mantendo a Terra aquecida (efeito estufa). Esse fenômeno, apesar de natural, tem sido acelerado nos últimos 100 anos pela massiva emissão de gases resultantes da queima de combustíveis fósseis. O aumento da temperatura tem gerado mudanças climáticas em taxas mais rápidas do que a capacidade de adaptação dos organismos, o que é devastador para a biodiversidade.

Pesquisas recentes demonstram que na fase de crescimento, as árvores demandam uma enorme quantidade de carbono para se desenvolver, retirando este elemento da atmosfera. Cada porção de floresta de cerca de um hectare é capaz de absorver de 150 a 200 toneladas de carbono. Por esse processo natural de “filtragem” de substâncias gasosas nocivas ao meio e em função do atual quadro de intensa poluição atmosférica, o plantio e manutenção de florestas de manguezais tem sido uma prioridade em projetos de diminuição de poluentes atmosféricos (Mattos-Fonseca, 2005).

Os manguezais, juntamente com as florestas tropicais, são um dos mais eficientes ecossistemas no combate ao aquecimento global, devido a sua enorme capacidade de sequestrar carbono, sendo um sumidouro natural. As medições revelam a propensão dos mangues em absorver carbono atmosférico durante o processo de fotossíntese, e armazená-lo como carboidratos, nas formas de açúcares e celulose (Fonseca & Drummond, 2003; Amaro & Rocha Junior, 2012).

Nesse sentido, e sob acirradas discussões, cotas de carbono têm sido negociadas entre países em desenvolvimento nas áreas tropicais e os principais países poluidores de zonas desenvolvidas; essas cotas auxiliariam as nações em desenvolvimento a manterem seus ecossistemas sequestradores de carbono ou, ainda, incentivariam o plantio de novas florestas, como forma de compensação. Com o Protocolo de Kyoto ficou estabelecido que os países-membros deveriam reduzir a emissão de gases estufa em, pelo menos, 5,2% das taxas registradas entre 2008 e 2012, tendo sido sugeridas como medidas o desenvolvimento de pesquisas, investimento em novas fontes de energia e meios de transporte, limitação das emissões de metano e, finalmente, proteção de florestas e outros sumidouros de carbono.

Nesse encaminhamento, mostrou-se imprescindível a conscientização das populações e governos quanto aos paradigmas em relação às referidas florestas. Preservá-las não implica em diminuição ou impedimento do crescimento econômico, mas a garantia dos seus serviços ecológicos prestados, como a fixação de carbono em longo prazo.

3. PRODUÇÃO DE ALIMENTO

O manguezal desempenha um importante papel como exportador de matéria orgânica para o estuário, contribuindo de maneira efetiva na produção primária na zona costeira. Este é um dos ecossistemas mais produtivos do mundo, devido ao volume de serrapilheira (material vegetal senescente - folhas, propágulos, etc.) e material particulado produzido, que são a base da cadeia alimentar dos estuários e sistemas adjacentes.

No chão escuro do manguezal sempre há uma fina lâmina de água permanente. Nesse micro-habitat vivem comunidades de bactérias e fungos que decompõem as folhas que caem das árvores, bem como troncos e animais mortos. Essa matéria orgânica serve como base para uma extensa cadeia alimentar, que começa com as microalgas, que por sua vez alimentará larvas e juvenis de peixes, crustáceos e moluscos, e seguirá assim até os predadores de topo da cadeia alimentar, como alguns mamíferos, aves e peixes.

As folhas e caules que caem no sedimento, também são consumidos e particulados por moluscos e caranguejos. Podemos destacar o caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), que é alvo de captura e consumo humano, particularmente pelas populações litorâneas. Essa espécie é considerada chave no ecossistema manguezal, onde assume importante papel ecológico, por ser responsável pelo consumo e degradação de mais da metade da serrapilheira disponível sobre o sedimento local (Wolff *et al.*, 2000; Koch & Wolff, 2002; Koch & Nordhaus, 2010; Christofolletti *et al.*, 2013).

4. ÁREAS DE REPOUSO, NIDIFICAÇÃO E BERÇÁRIO DE ESPÉCIES

Aves endêmicas de manguezal são raras devido à pequena diversidade florística, embora algumas espécies utilizem as árvores do manguezal como pontos de observação, repouso e para a nidificação. As aves migratórias, em especial, utilizam ao longo do litoral de várias regiões do mundo, diversos sítios de “invernada” para pouso e alimentação, que são de extrema importância à sua conservação e manutenção. Elas visitam estas áreas durante o período de inverno, em seu local de origem, motivadas principalmente, pela falta de alimento.

No estado de São Paulo, temos nos manguezais da Baixada Santista (Santos – Cubatão) a maior concentração de aves provenientes do hemisfério Norte e do Cone Sul (Argentina, Chile e Uruguai). Entre elas destaca-se o “maçarico” (*Actitis macularius*) que é uma ave dos Estados Unidos e Canadá, que migra para áreas mais quentes, como o Brasil, cujos exemplares descansam e se alimentam nos manguezais.

A destruição de manguezais afeta populações de aves do Canadá e Argentina, que perdem seus espaços de descanso durante o movimento migratório, e acabam precisando de um maior esforço energético para chegar ao destino final. Esta energia gasta pode alterar o sucesso reprodutivo das referidas espécies, causando, eventualmente, um declínio populacional.

Os manguezais são geralmente denominados “berçários da natureza”, pois diversas espécies de peixes, moluscos e crustáceos encontram nesse ecossistema condições ideais como criadouro e abrigo às suas proles (Schaeffer-Novelli, 1995). Peixes marinhos, como a tainha, a garoupa, o robalo e o baiacu, utilizam as águas do manguezal para desovarem, encontrando um ambiente propício para que os alevinos que nascerão, se desenvolvam protegidos de predadores, com abundância de alimentos, antes de regressarem ao mar.

Existem espécies que passam toda a vida dentro do manguezal, e outras que apenas o utilizam para completar seu ciclo reprodutivo ou de crescimento. A maioria das espécies comerciais depende em algum momento do manguezal para a sua sobrevivência como ocorre com os camarões peneídeos (p. ex., o camarão-branco, *Litopenaeus schmitti*; e o camarão-rosa, *Farfantepenaeus paulensis*). As fêmeas desses camarões desovam em alto mar, com as larvas

migrando para dentro do manguezal, ali permanecendo durante a fase de pós-larvas aos primeiros jovens, só então retornando ao mar.

Alguns estudos têm demonstrado que a destruição de algumas áreas de manguezal da costa brasileira e a sobrepesca tem repercutido em uma redução direta dos produtos de pesca nestas localidades (Santos et al, 2017). A manutenção e revitalização de áreas de manguezais são de supra importância à subsistência de diversas atividades relacionadas à captura marítima (Ferreira & Lacerda, 2016). Cerca de 95% da produção de alimento marinho está direta ou indiretamente relacionada a esse ecossistema, através de uma intrincada rede de relações entre as espécies de valor econômico e as áreas “berçário”.

5. FILTRO BIOLÓGICO

Os manguezais também atuam como filtros biológicos, retendo partículas, poluentes e impurezas em suspensão na água. No sedimento dos manguezais ocorre intensa atividade bacteriana, gerando um ambiente anóxico (sem oxigênio) por conta da ação de sulfobactérias na decomposição da matéria orgânica, utilizando como base o sulfato (abundante na água do mar). A redução do sulfato, por oxidação da matéria orgânica, produz sulfetos que precipitam os metais pesados favorecendo a depuração da água do sistema, já que tais poluentes ficam presos ao sedimento, ou seja, enquanto o substrato lamoso permanecer anóxico, esses metais ficarão retidos nele. Estudos têm encontrado metais pesados em alguns manguezais da Baixada Santista, cuja mobilidade nesses sistemas estuarinos também tem sido alvo de interesse. O que se tem visto é que, embora os manguezais estejam acumulando elevadas concentrações de metais, principalmente manganês, chumbo e cádmio - as plantas costumemente apresentam baixas concentrações dos mesmos. Isso se deve, basicamente, à adaptação dessa vegetação ao equilíbrio hídrico, impedindo a entrada excessiva de sais e, portanto, a entrada desses metais por associação.

O replantio de árvores de manguezal, como medida de recuperação desses espaços, também tem sido proposto como uma contribuição para o sistema de tratamento de efluentes em águas costeiras. Dessa forma, o esgoto das cidades seria tratado, depurado pelos manguezais e a água devolvida ao mar. Esta seria uma solução mais barata, especialmente em áreas de baixo desenvolvimento econômico, além de menos agressiva do que a construção de emissários submarinos, por exemplo. Pelo exposto, os manguezais detêm uma relevante função como “zonas tampão” da poluição vinda do continente e autorregulariam o sistema costeiro adjacente.

ESPÉCIES VEGETAIS

Sendo a vegetação o traço mais marcante deste ecossistema nota-se, conforme mencionado anteriormente, uma baixa riqueza de espécies (Mori et al., 2010), ao contrário de outros ambientes, como a Mata Atlântica ou a Floresta Amazônica. No Brasil, por exemplo, encontramos somente entre 3 a 7 espécies típicas, dependendo da região. Entretanto, a riqueza numérica das populações residentes torna o manguezal um dos ambientes naturais mais produtivos.

O conjunto das espécies de árvores e arbustos registrados no ecossistema manguezal compreende o que se conhece por “mangue”, apresentando impressionantes adaptações que permitem sua sobrevivência ao ambiente hostil que essa região representa, seja pela baixa oxigenação do solo, ampla variação de salinidade, oferta limitada de água doce e sedimento inconsolidado (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2016). Predominam nessa região os vegetais halófitos, que estão adaptados a viver em locais associados à água marinha, sendo tolerantes à salinidade. Assim, essas plantas podem resistir às elevadas concentrações salinas, variando muito em um mesmo dia, desde a água do mar (35 gramas de sais em 1.000mL = salinidade 35), passando por águas salobras (salinidade 0,5 a 25), podendo, em alguns momentos, ser representada por água doce (<0,5). Assim, os sais são absorvidos de maneira eficiente, se estabelecendo um equilíbrio osmótico com o baixo potencial da água presente no solo. A vegetação também pode apresentar mecanismos que promovem a eliminação ativa dos sais e eficiência na filtragem da água por estruturas especiais (Figura 2), como as lenticelas, que ocorrem na superfície das “raízes” (rizóforos) de algumas plantas (p. ex., o mangue-vermelho, *Rhizophora mangle*), permitindo potencializar a circulação de gases entre o meio interno e externo; as raízes escoras, que na verdade são ramificações do caule, auxiliando a fixação da árvore em sedimentos inconsolidados (*idem* para *R. mangle*); e as raízes aéreas (pneumatóforos), que auxiliam a obtenção de oxigênio em áreas alagadiças e com reduzido teor de oxigênio (p. ex., *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa*) (Por, 1984). Importante destacar que essas estruturas vegetais são especialmente eficientes na redução do potencial

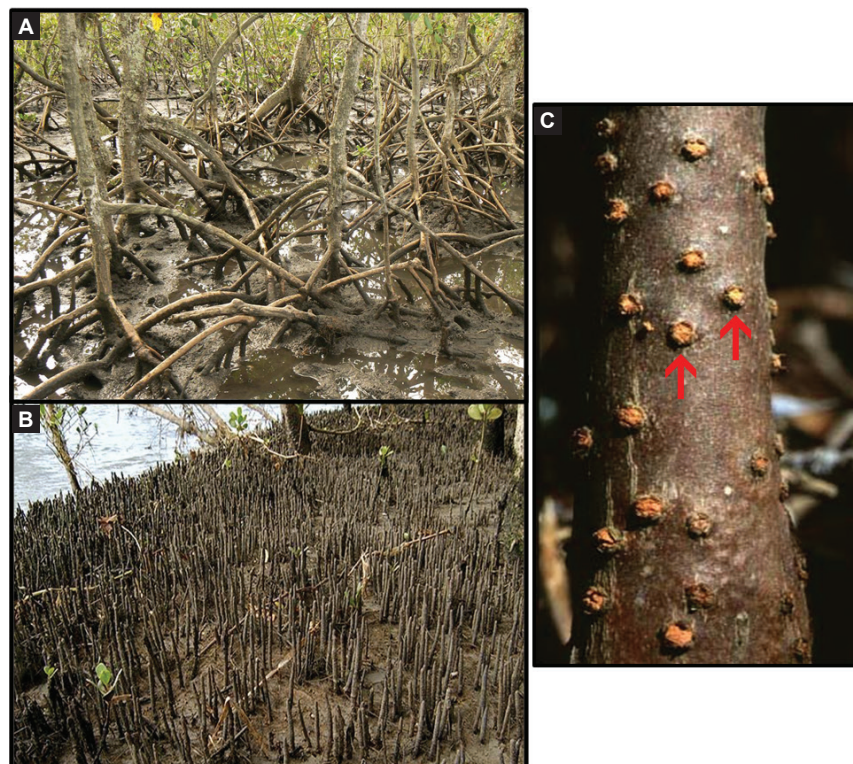


Figura 2 - Adaptações das plantas de manguezal: raízes escoras para fixação, *Rhizophora mangle* (A), pneumatóforos de *Laguncularia racemosa*, que aumentam a superfície de respiração, saindo do sedimento (geotropismo negativo) (B) e , lenticelas (vide setas), que são estruturas que auxiliam na entrada e saída de gases durante a inundação pelas marés em *Rhizophora mangle* (C). **Fonte:** Acervo CRUSTA (Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos – UNESP IB/CLP).

dinâmico das ondas, podendo reduzir a energia do seu impacto nas marés cheias, bem como em eventos de maior magnitude, como furacões, ciclones, tsunamis, etc.

As espécies vegetais de manguezal criaram mecanismos de dispersão de propágulos (estruturas vegetativas que se desprendem da árvore adulta e originam uma planta jovem geneticamente idêntica) e/ou sementes através das marés (Figura 3). Esses mecanismos determinam a distribuição das espécies pelos manguezais, obedecendo a um gradiente de suporte dos diferentes graus de salinidade e variações de temperatura. Para a dispersão das espécies vegetais essas adaptações são suficientes para compensar o estresse, podendo ser vantajosas à sua distribuição (Mori et al., 2015). Algumas espécies são mais ou menos tolerantes a certas concentrações de sal e, ao entrarem nos manguezais, seguem uma nítida zonação desde a margem até áreas mais internas, segundo os limites próprios de cada área.

O grau de desenvolvimento de uma floresta, ou sua estruturação vegetal, pode fornecer informação relevante sobre a resposta do ecossistema manguezal às condições ambientais vigentes, seja de equilíbrio ou alteração (Soares, 1999). Além disso, não existe a ocorrência de um sub-bosque nos manguezais, algo característico de outros tipos de florestas (p. ex., Mata Atlântica e Floresta Amazônica).

Três gêneros principais de árvores constituem as florestas do ecossistema manguezal no Brasil: *Rhizophora*, *Avicennia* e *Laguncularia*. Apesar disso, são documentadas cerca de cinquenta espécies de árvores de mangue pelo mundo, com a maioria delas concentrada na região do Indo-Pacífico.

No Brasil, o gênero *Rhizophora* (família Rhizophoraceae) compreende três espécies: *R. mangle*, *R. racemosa* e *R. harrisonii* (Lacerda, 2003; Tsuji & Fernandes, 2008). Dentre elas, a espécie arbórea mais comum nos manguezais brasileiros é ***Rhizophora mangle* L.**, conhecida popularmente como mangue-vermelho, mangueiro ou mangue-sapateiro, que atinge de 10 a 20 metros de altura (Vannucci, 2003). Tem ocorrência tropical e subtropical, tendo no Atlântico Ocidental o extremo norte em Bermuda (32°20' N) e sul no estado de Santa Catarina (27°53' S), enquanto no Pacífico Oriental é encontrada desde o sul do México (30° 15' N) até o norte do Peru (3°34' S) (Cintrón-Molero & Schaeffer-Novelli, 1992). Apresenta folhas do tipo lanceoladas (formato de lança), opostas e brilhantes pela maior presença de ceras em sua superfície (Prance et al., 1975) (Figura 4-A). O tronco pode medir de 20-50 cm de diâmetro, apresentando casca de coloração acinzentada, possuindo textura lisa ou levemente rugosa, nesse caso apresentando escamas em formato quadrangular que, após raspagem, exhibe cor vermelha viva (Figura 5-A), que dá o nome popular a esta espécie. A casca é rica em taninos, que são compostos fenólicos de sabor amargo e adstringente. Tais aspectos fizeram com que esta espécie de madeira, que também é extremamente impermeável, tenha sido amplamente comercializada no passado. Além da cor, a espécie é identificada por seus rizóforos (Figura 2-A), que consistem em ramificações do caule principal, ajudando na sustentação e ventilação da planta através das várias lenticelas (Figura 2-C) que ali podem ser visualizadas (Soffiati, 2006). Sua reprodução se dá por viviparidade, através de propágulos (Figura 3), estruturas que se desenvolvem até o estágio de embrião na planta-mãe e se desprendem, prontos para germinar ou serem germinados, dispersando com o auxílio das marés.

Para o gênero *Laguncularia* (família Combretaceae), temos apenas uma espécie arbórea nos manguezais brasileiros – ***Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn** – que é conhecida popularmente

como mangue-branco, verdadeiro ou manso, raramente atingindo mais de 10 metros de altura. Ocupa o segundo lugar em ocorrência entre as demais árvores endêmicas dos manguezais brasileiros, com distribuição similar à de *R. mangle*, diferindo apenas no Pacífico Oriental, onde apresenta limite de distribuição no norte mexicano. Assim, no Atlântico Ocidental ocorre da Flórida (28°50' N) até Laguna (28°30' S) e no Pacífico Oriental do norte do México (29°17' N) até o norte do Peru (5°32' S) (Savage, 1972). Essa espécie ocorre, principalmente, na faixa de interface entre o manguezal e a terra firme, estando associada às formações arenosas, nas margens de rios e ilhotas (Schuler *et al.*, 2000). Sua madeira é utilizada por comunidades tradicionais na construção de casas e produção de carvão (Silvestre *et al.*, 2012), enquanto partes desta planta (p. ex., folhas) são utilizadas na medicina popular para confecção de chás e infusões contra a disenteria e febre em algumas localidades da região Norte do Brasil. Visualmente se diferenciam das outras espécies arbóreas por apresentarem folhas opostas, de textura coriácea (similar ao couro), com lâmina foliar elíptica arredondada nas extremidades e pecíolo avermelhado, que tem junto a sua base um par de glândulas arredondadas, que são nectários extraflorais (Rodríguez, 2007), além de glândulas para exclusão do excesso do sal nas folhas, o que lhes garante ampla tolerância à salinidade (Silva *et al.*, 2010) (Figura 4-B). Possui pneumatóforos medindo 10 cm (Figura 2-B), que são raízes respiratórias que afloram do sedimento (geotropismo negativo), apresentando tecido parenquimatoso com grandes e numerosos espaços intercelulares aeríferos (aerênquima), garantindo a sobrevivência dos indivíduos em manguezais anóxicos e inundados. O tronco chega a medir por volta de 30 cm de diâmetro, apresentando casca fibrosa e coloração cinza clara (bem mais clara do que *R. mangle*), o que dá o nome popular a espécie, possuindo textura áspera, com escamas irregulares e sulcos de coloração que varia do castanho claro ao castanho avermelhado (Figura 5-B).

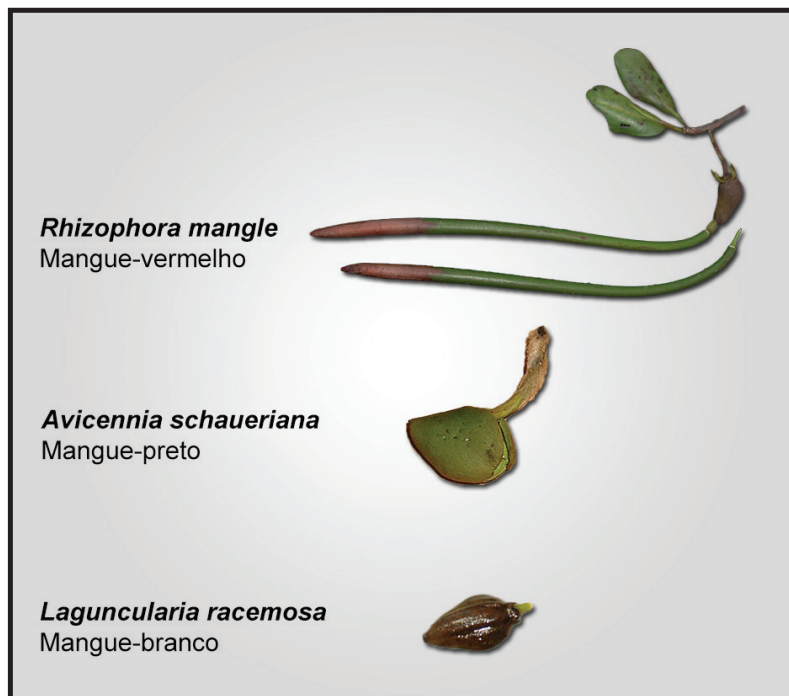


Figura 3 - Sementes e/ou propágulos das três principais espécies de manguezal no Brasil (por André Viégas, com uso de fotos do acervo do CRUSTA - Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos – UNESP IB/CLP).

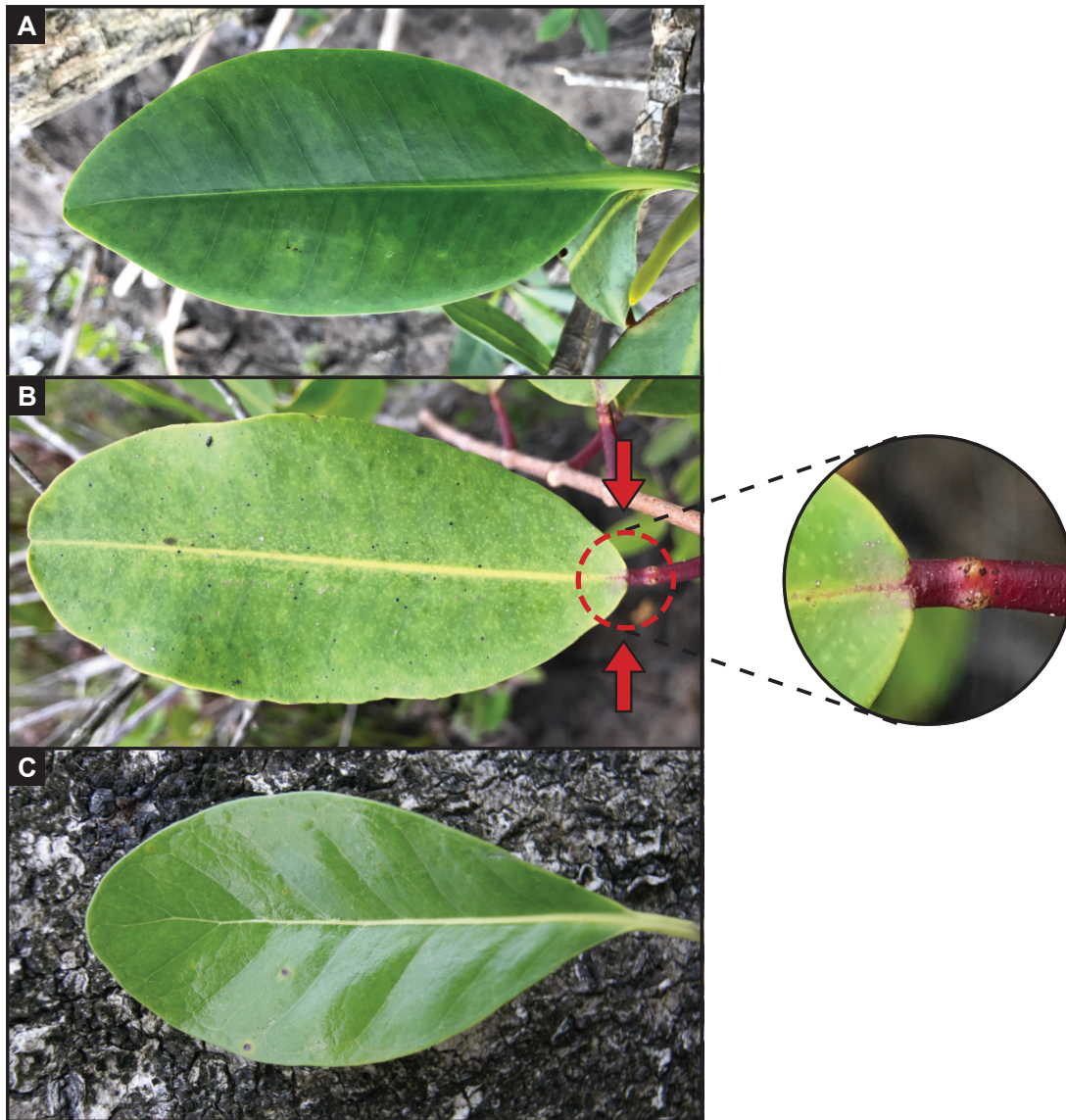


Figura 4 - Morfologia das folhas das principais espécies arbóreas de manguezal no Brasil: mangue-vermelho, *Rhizophora mangle* (A); mangue-branco, *Laguncularia racemosa* (B), com indicação dos nectários extraflorais na base do pecíolo (seta e destaque); e mangue-preto, *Avicennia schaueriana* (C). **Fonte:** CRUSTA (Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos) – UNESP IB/CLP.

No Brasil, o gênero *Avicennia* (família Avicenniaceae) compreende as espécies *A. schaueriana* e *A. germinans*, sendo a primeira de maior expressividade. ***Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman** é conhecida popularmente como mangue-preto, siriúba, sereíba ou canoé, chegando a apresentar até 20 metros de altura. É endêmica da Costa Atlântica Ocidental, onde se distribui das Ilhas Caribenhas (17°30' N) até Laguna (28°30' S), no estado de Santa Catarina, Brasil. Apresenta folhas com formato similar às de *L. racemosa*, apresentando glândulas de exclusão de sal por toda a superfície foliar, sendo esparsas na face adaxial (superior) e com maior adensamento na face abaxial (inferior), segundo Martins & Moreira (2007) (Figura 4-C). As folhas apresentam ápice arredondado, porém seu pecíolo é verde e sua superfície abaxial é esbranquiçada (Santos et al., 2010). Como ocorre com *L. racemosa*, apresenta pneumatóforos que afloram do sedimento, para auxiliar na respiração, embora eles sejam maiores, podendo chegar aos 20 cm.

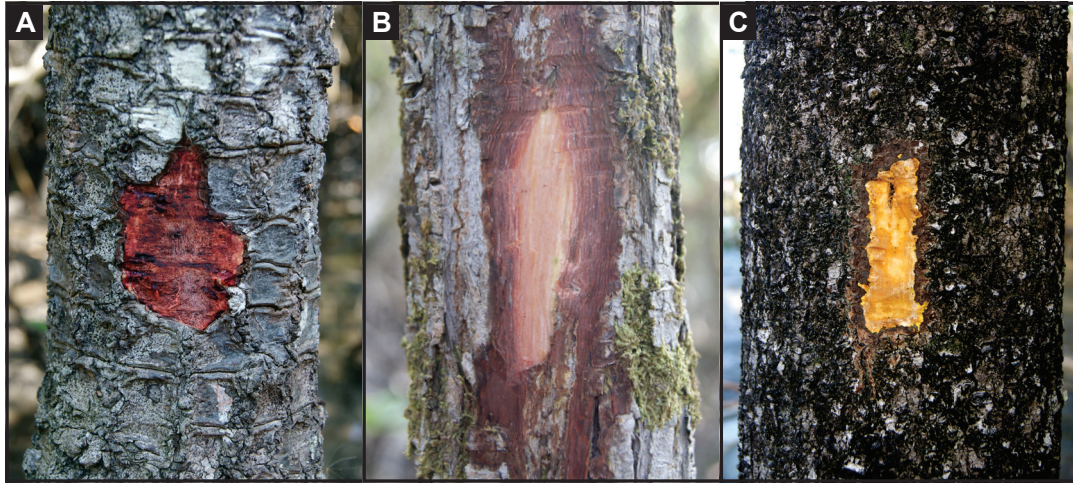


Figura 5 - Coloração do tronco, após raspagem, para as principais espécies arbóreas de manguezal no sudeste do Brasil: manguê-vermelho, *Rhizophora mangle* (A); manguê-branco, *Laguncularia racemosa* (B); e manguê-preto, *Avicennia schaueriana* (C). Fonte: CRUSTA (Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos) – UNESP IB/CLP.

A. schaueriana possui propágulos com a maior longevidade entre as espécies de mangue, podendo ser viável aproximadamente por 110 dias. Os extratos de suas folhas, da casca e raízes têm sido utilizados por suas propriedades antibacterianas (Santos *et al.*, 2010). Como características morfológicas, apresenta tronco com diâmetro variando de 30-60 cm, apresentando casca mais lisa que as demais árvores de manguezal, com fissuras pouco profundas e coloração variando do cinza escuro à preta, sendo por isso denominada manguê-preto. Quando a casca é raspada exibe tecido de coloração amarelo-ouro (Figura 5-C).



Figura 6 - Outras espécies vegetais características de áreas de transição com os manguezais: manguê-de-botão, *Conocarpus erectus* (A); samambaião, *Acrostichum aureum* (B); e algodoeiro-do-manguezal, *Hibiscus tiliaceus* (C). Fonte: A, Christian Defferrard; B, CRUSTA (Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos) – UNESP IB/CLP; e C, Forest Starr and Kim Starr.



Figura 7 - Duas feições marginais de manguezal, evidenciando uma área de progradação (A), representada por um banco lodoso colonizado por gramíneas do gênero *Spartina*. Por outro lado, temos uma área de retrogradação (B), caracterizada por remoção de sedimentos pela maior hidrodinâmica, que também causa a queda das árvores. **Fonte:** CRUSTA (Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos) – UNESP IB/CLP.

Dentre as demais espécies vegetais associadas ao bosque de manguezal, o popular mangue-de-botão – *Conocarpus erectus* L. (família Combretaceae) (Figura 6-A); o samambaião – *Acrostichum aureum* L. (família Pteridaceae) (Figura 6-B); e o algodoeiro-do-manguezal – *Hibiscus tiliaceus* L. (família Malvaceae) (Figura 6-C) são encontrados no ecótono (transição) entre os bosques de mangue e áreas arenosas de maior topografia (p. ex., “apicum” de manguezal), onde o sedimento é mais salino e com menor nível de inundação ou raro, ocorrendo durante as marés equinociais (Lacerda, 2002; Menezes et al., 2008), que são de maior amplitude.



Figura 8 - Raízes escora (rizóforos) do mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*), exibindo a distribuição vertical de macroalgas que formam o *Bostrychietum* (linha pontilhada = altura máxima de distribuição), que pode ser empregado para conhecer o nível de inundação pelas marés. **Fonte:** CRUSTA (Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos) – UNESP IB/CLP.

Por conta da hidrodinâmica dos estuários, áreas com menor competência hídrica possibilitam deposição das partículas de menor granulação (em especial o silte e argila), gerando a acreção de sedimentos lodosos e a formação de bancos lodosos de menores profundidades (áreas de progradação) (Figura 7-A). Esses locais são suscetíveis à ocupação por espécies pioneiras,

como *Spartina alterniflora* Loisel, uma gramínea associada a esses bancos lodosos (Cunha-Lignon *et al.*, 2009). A colonização por *S. alterniflora* também auxilia no acúmulo de sedimentos, sendo gradativamente substituída por propágulos das árvores de manguezal (Lana *et al.*, 1991), em especial o mangue-vermelho (*R. mangle*). Na margem oposta à de acreção de sedimentos finos (progradação), encontramos áreas com maior competência hídrica, que promove maior profundidade local e processos erosivos de retirada dos sedimentos (áreas de retrogradação) (Figura 7-B). Os processos antagônicos de deposição e remoção dos sedimentos variam conforme o fluxo hídrico, sendo peculiares a cada sistema estuarino, sendo responsável pela sinuosidade dos rios que deles fazem parte.

Por fim, muitos especialistas têm estudado as espécies de macroalgas peculiares ao manguezal. Ao longo da Costa Atlântica, as algas vermelhas (*Rhodophyta*) constituem o grupo mais frequente (Cordeiro-Marino *et al.*, 1992), 50% das quais estão associadas às raízes e troncos das árvores (Lacerda, 2002), formando uma comunidade chamada “*Bostrychietum*”, onde figuram espécies de macroalgas dos gêneros *Bostrychia*, *Caloglossa* e *Catenella* (Figura 8). A altura de distribuição vertical do *Bostrychietum* nos troncos e rizóforos de manguezal tem sido utilizada com fidedignidade em estudos ecológicos como medida adequada do nível de inundação pelas marés (Wunderlich & Pinheiro, 2013). Além das macroalgas, as microalgas, como o microfitobentos, ocupam o sedimento e são responsáveis por grande biomassa e alimento às várias espécies, enquanto outras figuram como parte do plâncton nas águas estuarinas.

ESPÉCIES ANIMAIS

Os manguezais são descritos como um dos ecossistemas mais produtivos do mundo (Duke *et al.*, 2007), o que lhes confere condições nutritivas especiais quanto a matéria orgânica dissolvida e particulada. Contudo, são ecossistemas considerados de transição entre os ambientes terrestre e marinho, com sua fauna sendo composta por elementos de ambos locais (Lacerda, 2002). Essas características garantem o apelido de “berçário animal”, abrigando animais endêmicos (residentes), enquanto outros são considerados visitantes ou oportunistas (Soffiati, 2006).

Independente da forma de ocupação dos manguezais (endêmicos ou não), nas Américas estão descritas aproximadamente 140 espécies de pássaros, 220 peixes, e centenas de invertebrados (Lacerda, 2002). O principal grupo que ocupa esse ecossistema seria o dos macro invertebrados, que são caracterizados, principalmente, pelos crustáceos e moluscos.

Os crustáceos compreendem um dos grupos mais característicos dos manguezais, sendo altamente diversos e de grande relevância ecológica, com relatos de até 26 espécies em algumas localidades (Cobo *et al.*, 1994). Dentre eles, os caranguejos verdadeiros (infraordem Brachyura) são os principais representantes do grupo, podendo ter hábitos arborícolas, bentônicos e aquáticos, com destaque para: ***Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837) (família Sesarmidae)** (Figura 9-A), que vive associado aos troncos e galhos das árvores de manguezal, se alimentando dos brotos e folhas verdes, sendo por isso denominado caranguejo-arborícola; ***Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763)** (família Ocypodidae), também conhecido como caranguejo-uçá ou caranguejo verdadeiro

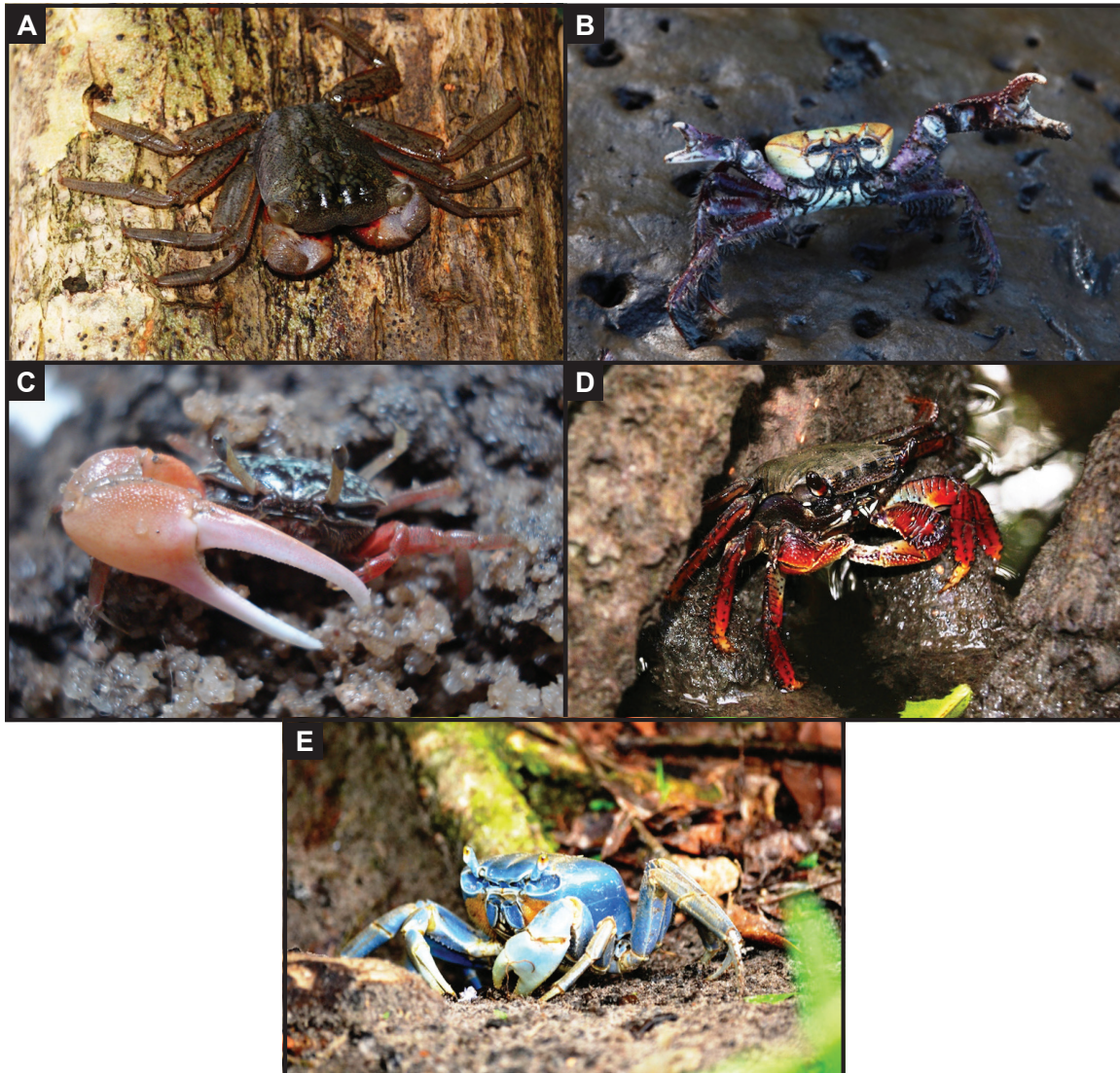


Figura 9 - Espécies de caranguejos típicos nos manguezais do Atlântico Ocidental: caranguejo-arborícola, *Aratus pisonii* (A); caranguejo-uça, *Ucides cordatus* (B); caranguejo chama-maré, *Leptuca uruguayensis* (C); caranguejo maria-mulata, *Goniopsis cruentata* (D); e caranguejo guaiamú, *Cardisoma guanhumi*, (E). **Fonte:** A, Marcelo Pinheiro (CRUSTA – UNESP IB/CLP); B, Delson Gomes; C, Salise Brandt Martins; D, Marcelo Pinheiro (CRUSTA – UNESP IB/CLP); e E, Vinicius Cantareli.

(Figura 9-B), uma espécie-chave nos manguezais, atuando na bioturbação dos sedimentos e participe na reciclagem de nutrientes, por escavarem tocas, além de ser um importante recurso pesqueiro para comunidades tradicionais brasileiras; **caranguejos gelasimíneos (subfamília Gelasiminae)**, conhecidos como caranguejos-violinistas ou chama-marés (Figura 9-C), também são escavadores e bioturbadores do sedimento de manguezal, antigamente pertencentes a um único gênero *Uca* (vide Shih et al., 2016), com ampla distribuição nos manguezais de todo o mundo; ***Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (família Grapsidae)**, que possui na fase adulta sua carapaça quase negra e suas pernas em vermelho bem vivo (Figura 9-D), por isso conhecida popularmente como maria-mulata, que é onívora e ocupa galerias de outras espécies ou permanece entre as raízes, podendo, também, escalar as árvores; e ***Cardisoma guanhumi***

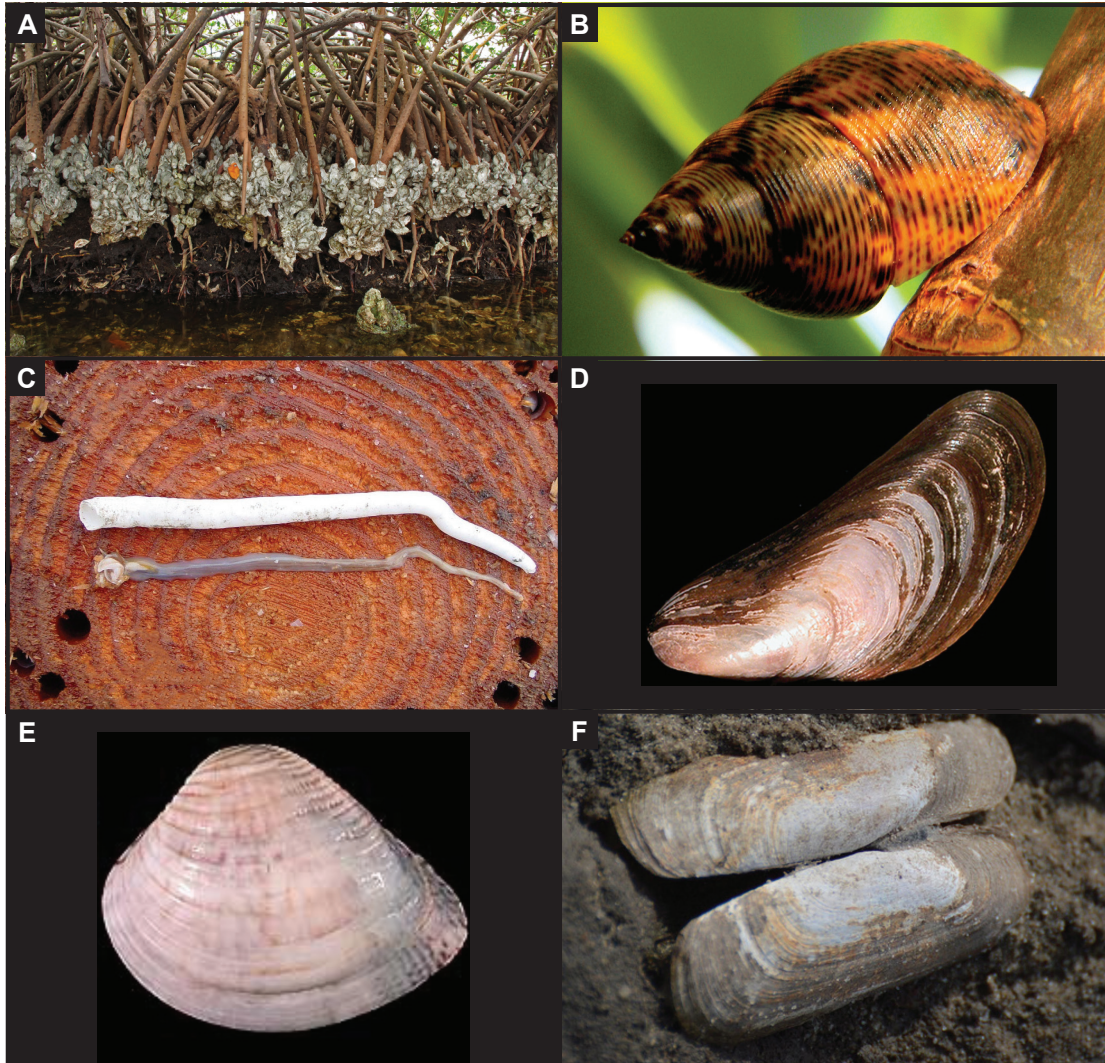


Figura 10 - Espécies de moluscos típicos nos manguezais do Atlântico Ocidental: ostra-do-mangue, *Crassostrea rhizophorae* (A); o gastrópode, *Littoraria angulifera* (B); o gusano, *Teredo navalis* (C); o molusco sururu, *Mytella falcata* (D); o maçunim, *Anomalocardia brasiliana* (E); e a unha-de-velho, *Tagelus plebeius* (F). **Fonte:** A, Alan Cresler via Flickr; B, Bob in swamp via Visualhunt/CCBY; C, <http://www.vhn.org/>; D, P.J. Wang via Flickr; E, P.J. Wang via Flickr; e F, Thierry Rabau via Flickr.

(Latreille, 1828) (família **Gecarcinidae**) (Figura 9-E), conhecido como guaiamú, que vive em locais mais arenosos e de topografia mais elevada, apresentando elevado grau de terrestrialidade em comparação aos demais caranguejos já citados, possui importância econômica, apesar de ser considerado criticamente em perigo de extinção, necessitando de estratégias imediatas para sua conservação (Pinheiro *et al.*, 2016). Além dos crustáceos endêmicos, também temos aqueles que visitam os manguezais para desovar sua prole. Por exemplo, alguns camarões de água-doce (o pitú, *Macrobrachium carcinus*; o camarão-canela, *M. acanthurus*; e o camarão-boxeador, *M. olfersii*) dependem das áreas de manguezal para seu desenvolvimento embrionário e larval, migrando após esse período para os rios de onde vieram, para crescer e se reproduzir.

Os moluscos são outros macro invertebrados de manguezal que se destacam por sua abundância (Figura 10). Alguns são sésseis, como o bivalve ***Crassostrea rhizophorae*** (Guilding,

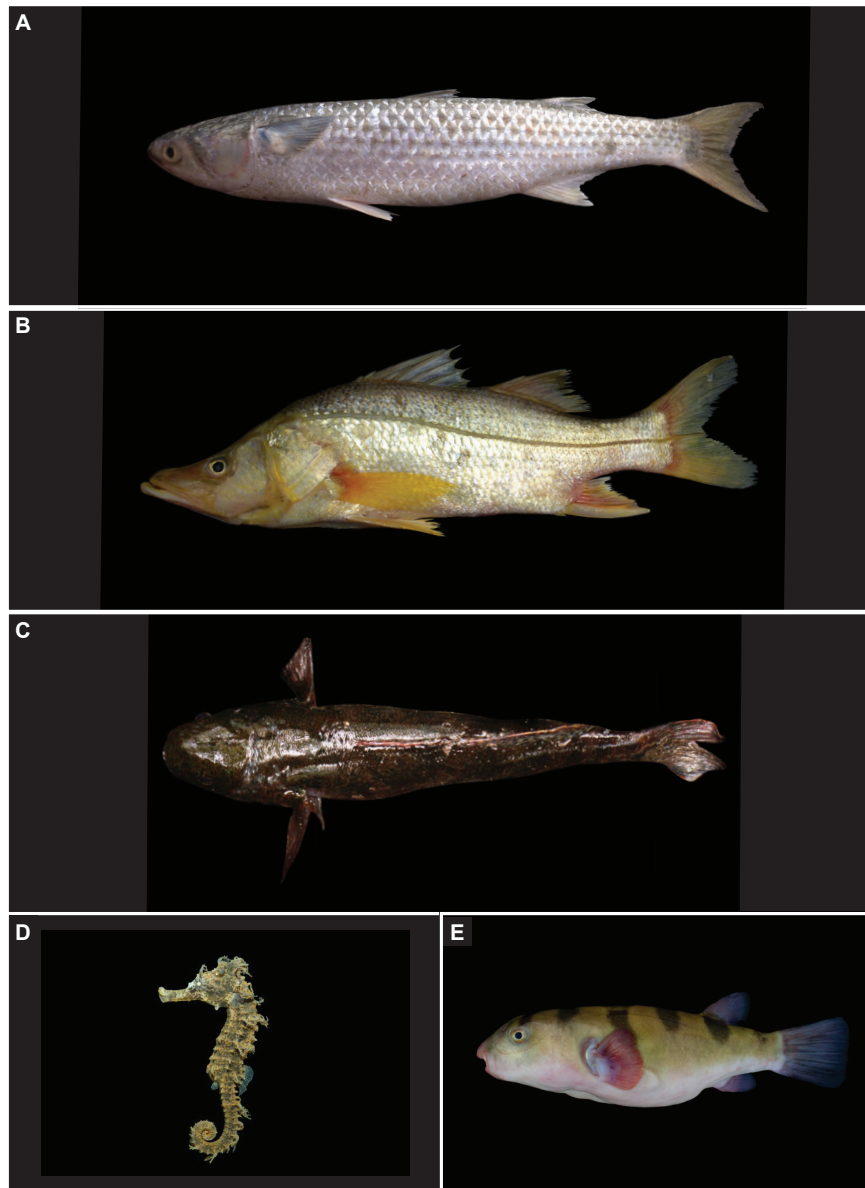


Figura 11 - Espécies de peixes típicos dos manguezais do Atlântico Ocidental: tainha, *Mugil sp.* (A); robalo, *Centropomus sp.* (B); emborê, *Guavina guavina* (C); cavalo-marinho, *Hippocampus reidi* (D); e baiacu, *Colomesus psittacus* (E). **Fonte:** A, Bathyporeia via Flickr; B, Bathyporeia via Flickr; C, CRUSTA (Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos) – UNESP IB/CLP; D, Raphael M. Macieira – Fish Base; E, bathyporeia via Visualhunt/CC BY-NC-ND.

1828 (Figura 10-A), popularmente conhecido como ostra-do-mangue, que possui hábito filtrador e se fixa aos rizóforos do mangue-vermelho (*R. mangle*). Outros moluscos, como o gastrópode *Littoraria angulifera* (Lamarck, 1822) (Figura 10-B) se distribui em todos os manguezais do Atlântico Ocidental, se locomovendo sobre o substrato vegetal, associado aos troncos, raízes ou folhas das espécies de mangue, onde se alimenta do biofilme formado por algas, bactérias e outros microrganismos. Além destes, existe também o interessante bivalve vermiforme do gênero **Teredo Linnaeus, 1758** (Figura 10-C), popularmente conhecido como “turu”, que escava o tecido vegetal dos troncos mortos das árvores de manguezal, sendo utilizado como alimento pelas comunidades



Figura 12 - Espécies de répteis típicos dos manguezais do Atlântico Ocidental: cobra d'água, *Erythrolamprus miliaris orinus* (A); e jacaré-do-papo-amarelo, *Caiman latirostris* (B). Fontes: A, Duarte et al. (2014); B, Joachim S. Müller via VisualHunt.com / CC BY-NC-AS.

tradicionais (Glaser, 2003). Existem, também, outras espécies de bivalves com importância econômica, que vivem enterradas no sedimento, como o sururu – *Mytella falcata* (d'Orbigny, 1846) (Figura 10-D); o maçunim – *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Figura 10-E); e a unha-de-velho – *Tagelus plebeius* (Lightfoot, 1786) (Figura 10-F).

Dentre os vertebrados, o grupo que mais se destaca nos manguezais são os peixes (Figura 11). Um estudo na Baía de Babitonga (IBAMA, 1998) registrou 29 famílias e 76 espécies entre Condrychthyes (peixes cartilagosos) e Osteichthyes (peixes ósseos), com a grande maioria de espécimes coletados em estágio juvenil de desenvolvimento, reiterando a importância destas regiões como locais de abrigo, reprodução e crescimento. Dentre as espécies que utilizam o manguezal como berçário, figuram peixes de interesse comercial, como a tainha – espécies do gênero *Mugil Linnaeus, 1758* (Figura 11-A); o robalo – espécies do gênero *Centropomus Lacepède, 1802* (Figura 11-B); a corvina – *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823); a pescada-branca – *Cynoscion leiarchus* (Cuvier, 1830), entre outras. Além dessas, outros animais são característicos e bastante encontrados em manguezais, como o caso do *Guavina guavina* (Valenciennes, 1837) (família Eleotridae), popularmente conhecido como emborê (Figura 11-C), que é encontrado dentro das galerias do caranguejo-uçá, *U. cordatus* (Duarte et al., 2014). Algumas espécies de cavalos marinhos, como o *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (família Syngnathidae) (Figura 11-D),



Figura 13 - Espécies de aves típicas dos manguezais do Atlântico Ocidental: guará-vermelho, *Eudocimus ruber* (A); colhereiro, *Platalea ajaja* (B); socó-caranguejeiro, *Nyctanassa violacea* (C); garça-branca-pequena, *Egretta thula* (D); garça-azul, *Egretta caerulea* (E); e saracura-do-mangue, *Aramides cajanea* (F). **Fonte:** A, Ana_Cotta via Visual Hunt / CC BY; B, jumanggy via Visual Hunt / CC BY-NC-ND; C, hankplank via Visual Hunt / CC BY-NC-ND; D, Ingrid Taylor via Visual Hunt.com / CC BY; E, Glyn Lowe Photoworks. via Visual Hunt.com / CC BY; F, berniedup via Visual Hunt.com / CC BY-AS.

são frequentes em alguns manguezais, onde vivem associados às raízes de árvores de mangue (Rosa et al., 2007) e são considerados indicadores de ótima qualidade de água. Por fim, o baiacú *Colomesus psittacus* (Bloch & Schneider, 1801) (família Tetraodontidae) (Figura 11-E) é espécie residente nos manguezais tropicais (Hindell & Jenkins, 2004), estando associada ao mangue-vermelho (*R. mangle*), limpando suas raízes aéreas ao se alimentar de crustáceos cirripédios (Krumme et al., 2007), popularmente conhecidos como cracas.

Os répteis que utilizam o manguezal pertencem principalmente à ordem Squamata, como *Erythrolamprus miliaris orinus* (Griffin, 1916) (Figura 12-A), que são serpentes não peçonhentas, conhecidas popularmente como “cobras d’água”, que entram nas galerias do caranguejo-uçá à procura de peixes, como o emborê (Figura 11-C) (Duarte et al., 2014). Outra espécie visitante dos manguezais é o jacaré-de-papo-amarelo – *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) (Figura 12-B), que também pode ser encontrado em regiões estuarinas, se alimentando de peixes e crustáceos.



Figura 14 - Espécies de mamíferos típicos dos manguezais do Atlântico Ocidental: mão-pelada, *Procyon cancrivorus* (A); cachorro-domato, *Cerdocyon thous* (B); e o peixe-boi, *Trichechus manatus manatus* (C). **Fonte:** A, dbarronoss via Visual Hunt / CC BY-NC-ND; B, berniedup via VisualHunt / CC BY-AS; C, Phil's 1stPix via Visualhunt.com / CC BY-NC-AS.

Algumas espécies de répteis, aves e mamíferos também podem utilizar o manguezal em busca de seu alimento e para a reprodução. Em alguns casos, durante a maré baixa, as aves e os mamíferos aproveitam para se alimentar de peixes, crustáceos e moluscos.

Para as aves, essas áreas são importantes enquanto locais de reprodução (nidificação) e descanso na época de migração (Figura 13). Entre as aves, figuram duas espécies mais comuns: o guará-vermelho – *Eudocimus ruber* (Linnaeus, 1758) (Figura 13-A); e o colhereiro – *Platalea ajaja* (Linnaeus, 1758) (Figura 13-B). Estas duas aves são bastante citadas por apresentarem coloração vistosa, sendo de um vermelho vivo no guará e rosada no colhereiro, que ocorrem por conta de carotenóides obtidos na sua dieta que é baseada em crustáceos (Grande et al., 2004).

Além da cor, o colhereiro também apresenta um bico em formato espatuliforme, com extremidade alargada, como uma colher, o que lhe confere o nome popular que recebe. Outra espécie que também se alimenta de caranguejos é o socó-caranguejeiro – *Nyctanassa violacea* (Linnaeus, 1758) (Figura 13-C) – com um bico reforçado para este fim. Além desses, existem duas garças muito comuns em áreas de manguezal: a garça-branca-pequena, *Egretta thula* (Molina, 1782) (Figura 13-D); e a garça-azul *Egretta caerulea* (Linnaeus, 1782) (Figura 13-E), com hábito alimentar diverso. Com o canto bastante conhecido, a saracura-do-mangue – *Aramides cajanea* (Müller, 1776) (Figura 13-F) – é mais ouvida do que vista, e pode vir a se alimentar de ovos de outras aves (Marini & Melo, 1998).

No caso dos mamíferos (Figura 14), os manguezais de alguns países recebem animais inusitados, como tigres, pequenos felinos e macacos. No Brasil, são frequentemente encontrados o guaxinim ou mão-pelada – *Procyon cancrivorus* (G.[Baron] Cuvier, 1798) (Figura 14-A); e o cachorro-do-mato – *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766) (Figura 14-B), ambos tendo os caranguejos como principal item alimentar. Em algumas áreas de manguezal no Brasil, temos a presença dos peixe-boi ou “manatis” – *Trichechus manatus manatus* Linnaeus, 1758 (Figura 14-C), que é uma espécie de mamífero aquático herbívoro, que está ameaçada de extinção.

A partir da compreensão da alta relevância dessas florestas para a biodiversidade, inicia-se um movimento de discussão sobre ações efetivas de conservação dessas áreas. A manutenção das florestas de manguezal tem relevância premente por ser ecossistema de importância econômica, social e ecológica, pois se baseia tanto na dependência das populações humanas em relação à pesca (artesanal ou industrial) que abastece os centros urbanos, quanto da necessidade de preservação de suas várias espécies e no suporte que dá ao seu desenvolvimento.

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS, VALORAÇÃO E USOS DO AMBIENTE

Para os biólogos e ecólogos, há uma facilidade inerente em entender a importância da conservação dos manguezais, focando apenas em suas funções e serviços ecológicos. No entanto, em um sistema global capitalista, a importância deste ecossistema precisa ser transmitida a toda sociedade sob um olhar socioeconômico. Para que as sociedades reconheçam que as áreas de manguezal precisam ser conservadas e manejadas, é importante que exista apoio político e popular, com ênfase na relevância dos principais produtos e serviços oferecidos por este ecossistema. Para as comunidades humanas costeiras isso é ainda mais evidente, já que há a influência direta sobre a sua subsistência, suporte financeiro, modo de vida e estabelecimento de uma identidade intrinsecamente relacionada ao ambiente (cultura), além de fornecer uma base comercial local, nacional e até internacional bastante lucrativa.

Nesse sentido, diversos autores reforçam que a importância dos manguezais vai além de seus serviços ecossistêmicos (Costanza et al., 1997; Acharya, 2002; FAO, 2007; Spalding et al., 2010). No quadro 1 estão listados os principais serviços ecológicos e socioeconômicos dos manguezais, enquanto o quadro 2 apresenta os principais produtos naturais que têm sido extraídos ou elaborados com frequência a partir de matérias primas advindas de manguezais oriundas deste ecossistema.

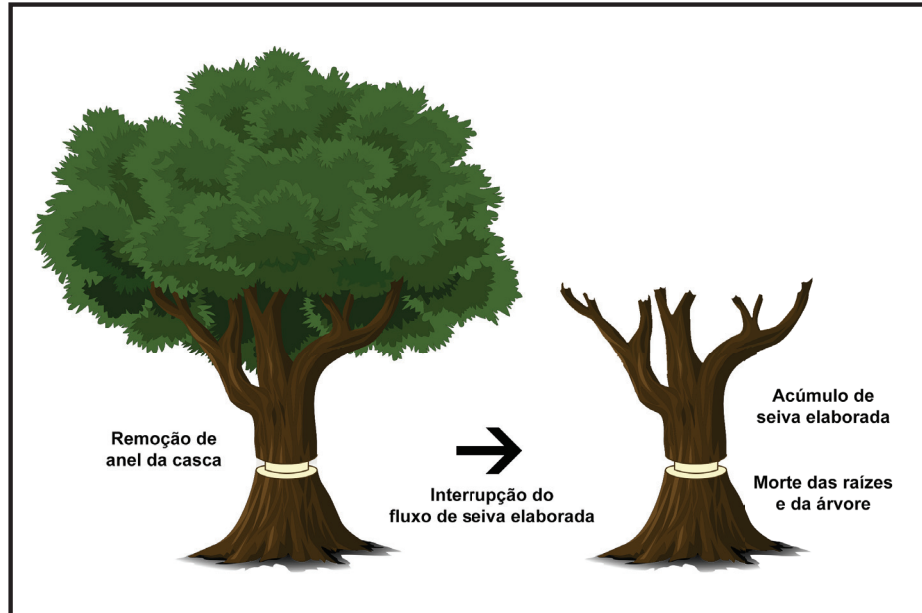


Figura 15 - Esquema representando a remoção da casca de árvores de manguezal (Anel de Malpighi), que causa a morte da árvore. **Fonte:** Gustavo Pinheiro.

Entre os produtos naturais extraídos dos manguezais, destacam-se os taninos, que são polifenóis que ocorrem em elevada concentração na casca das árvores que são endêmicas desse ecossistema. Segundo Vetter & Barbosa (1995), uma maior eficiência e sustentabilidade extrativa de taninos pode ser obtida fervendo a casca em água, quando 21,4% são extraídos a partir da casca seca, enquanto outros processos (p. ex., solução aquosa de carbonato de sódio a 2%) geram percentuais similares (26,8%), com o diferencial de causarem contaminação ambiental. No entanto, durante o processo de remoção da casca deve-se evitar a formação do Anel de Malpighi (Figura 15), por conta da interrupção completa do transporte da seiva elaborada (com nutrientes e açúcares) para as raízes, que morrem por falta de alimento, comprometendo toda a árvore (Rizzini & Mors, 1995).

Pelo exposto, no processo extrativo, a remoção no máximo de 50% do perímetro da casca não causa mortalidade da árvore, o que deve ser sempre considerado em planos de manejo dos bosques de manguezal (Tania M. S. Carmo, com. pessoal). Os taninos têm sido empregados no curtimento do couro, que transformam as proteínas da pele em produtos resistentes à decomposição, conferindo-lhe maciez, maior firmeza, facilidade ao corte e uma aparência característica avermelhada (Abreu, 2001; Menezes & Mehlig, 2009). Também têm sido utilizados para dar maior resistência a utensílios de barro, como aqueles que são fabricados artesanalmente pela população do bairro de Goiabeiras (Vitória, ES, Brasil) (Figura 16), que ganharam reconhecimento internacional em 2010, ao receberem o “Certificado de Melhores Práticas” (Prêmio Internacional de Dubai para Melhores Práticas para Melhoria das Condições de Vida), distribuído pela cidade de Dubai (Emirados Árabes Unidos) e pela Organização das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (UN-Habitat). No processo, a casca da árvore é retirada do tronco com o uso de porretes de madeira, que são batidos em apenas um dos lados, para que ela se solte e não prejudique a árvore. Essas lascas são



Figura 16 - Panelas de barro feitas no Bairro de Goiabeiras (Vitória, ES), recebendo solução de tanino feita com base na casca das árvores de manguezal e levadas em fogo **(A)**, para posterior venda com selo de qualidade **(B)**. **Fonte:** Internet.

picadas, colocadas para curtir de molho em água doce no mínimo por três dias e, com uso de uma vassourinha, é “batida” sobre as panelas ainda quentes, imediatamente após terem saído do fogo, processo conhecido por “açoite”. Assim, o tanino impermeabiliza a porosidade da cerâmica, além de impedir a proliferação de fungos que, com o correr do tempo, podem esfarelar o barro.

Em relação à extração de madeira das florestas de manguezal, Santos & Lana (2017) sugerem um roteamento florestal natural, combinado às outras ações de manejo que permitam a sustentabilidade, particularmente em locais que conciliem populações humanas pequenas e áreas de manguezal mais extensas, o que auxilia os residentes locais e promove melhor qualidade de vida. Esses autores ponderam que, embora a extração seja tolerada por agências ambientais, a exploração de recursos de mangue é considerada ilegal pela legislação em vigor, é restritiva e conflita com a dinâmica sócio-ecológica em áreas com expressivos manguezais.

Mas, o mais importante e estudado serviço socioeconômico fornecido por esse ecossistema é a produção pesqueira (Hamilton *et al.*, 1989; Rönnbäck, 1999; Kathiresan & Bingham, 2001; FAO, 2007; Spalding *et al.*, 2010). A exploração de moluscos, crustáceos e peixes são atividades que geram recursos financeiros e/ou de subsistência para muitas comunidades que vivem nas proximidades de manguezais. Em alguns casos, é a única fonte de proteínas disponível para populações em situação de risco social.

A importância da extração desses recursos naturais já justificaria, por si só, a necessidade de conservação dos manguezais. Porém, talvez “somente” isso não seja suficiente para o pleno convencimento de toda a sociedade, requerendo como uma das maneiras de abordagem a valoração dos ecossistemas, pelos vários produtos e serviços ecossistêmicos prestados, o que reforça a necessidade de conservação atrelada ao ganho econômico. De forma geral, torna-se difícil colocar um valor monetário a todos os serviços prestados (anteriormente listados), no entanto, Rönnbäck (1999) afirma que esses devem ser explicitamente reconhecidos e incorporados às discussões sobre a conservação das florestas de manguezal. Assim, valores econômicos associados a esse ecossistema extremamente produtivo podem (e devem) ser estimados, embora Barbier *et al.* (2008) e Rönnbäck (1999) descrevam que a real valoração dos produtos naturais e serviços ecossistêmicos oferecidos pelos manguezais sejam sempre subestimados na literatura especializada.

Quadro I – Serviços ecológicos e socioeconômicos oferecidos pelos manguezais.

✓ **SERVIÇOS ECOLÓGICOS**

- “Berçário” da vida marinha (alimento + abrigo + elevada temperatura);
- Manutenção da biodiversidade e dos recursos genéticos;
- Armazenamento e reciclagem da matéria orgânica;
- Exportação de matéria orgânica e nutrientes;
- Regulação biológica dos processos ecossistêmicos;
- Manutenção da resiliência biológica;
- Produção de oxigênio;
- Captação de água e recarga de aquíferos;
- Formação de camada superficial do solo + manutenção da fertilidade;
- Influência sobre o clima local, regional e global;
- Suporte biofísico a outros ecossistemas costeiros.

✓ **SERVIÇOS SOCIOECONÔMICOS**

- Fornecimento de proteína de origem animal;
- Produtos alimentícios elaborados com recursos da vegetação;
- Fornecimento de madeira;
- Sustento às comunidades costeiras;
- Proteção da linha de costa contra inundações, furacões e maremotos;
- Controle da erosão costeira e ribeirinha;
- Biofiltração (matriz biológica para a absorção de poluentes);
- Absorção de dióxido de carbono, diminuindo o efeito estufa;
- Medicina tradicional-local (poucos estudos);
- Valores patrimoniais, culturais, espirituais e religiosos envolvidos;
- Inspiração artística;
- Informações educacionais e científicas;
- Recreação e turismo.

Fonte: Costanza *et al.* (1997), Rönnbäck (1999), Acharya (2002), FAO (2007), Spalding *et al.* (2010).

Quadro 2 – Produtos naturais extraídos de áreas de manguezais.

<p>✓ COMBUSTÍVEL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lenha • Carvão vegetal <p>✓ CONSTRUÇÃO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Madeira • Dormentes, vigas, postes, pisos, painéis, estacas, andaimes, pisos, forros, etc. • Barcos <p>✓ PESCA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Material para armadilhas das mais diversas • Boias de pesca • Veneno de peixe para pescarias • Taninos para redes e preservação de linhas <p>✓ ALIMENTOS E BEBIDAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peixes • Crustáceos • Moluscos • Alimentos com propágulos, frutas e folhas • Doces de propágulos • Condimentos com cascas de árvores • Açúcar • Mel • Óleo de cozinha • Substitutos de chás • Bebidas fermentadas • Vinagre 	<p>✓ ARTIGOS PARA A CASA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cola • Cera • Utensílios domésticos diversos • Incenso natural • Palitos • Óleo para cabelo • Cabo para ferramentas • Pilão (moagem) • Brinquedos <p>✓ ARTIGOS TÊXTEIS E COURO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peles de animais • Fibras sintéticas (p. ex., seda artificial) • Tingimento de tecidos • Taninos para preservação e curtimento de couros • Endurecimento de argila <p>✓ OUTROS PRODUTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Animais e raízes para aquarofilia. • Medicamentos a partir de cascas, folhas, frutos e sementes (pouco estudados) • Forragem para o gado, cabras e camelos • Fertilizantes • Cal • Papel • Matéria-prima para artesanatos • Embalagens de cigarro • Caixas para embalagens diversas
--	--

Fonte: Costanza et al. (1997), Rönnbäck (1999), Acharya (2002), FAO (2007), Spalding et al. (2010).

Rönnbäck (1999), em seu trabalho de revisão, levantou algumas estimativas dos valores relacionados às pescarias realizadas em áreas de manguezal nos Estados Unidos. O autor estimou a capacidade de produção de recursos pesqueiros do manguezal na base de hectare/ano. Os resultados apresentados demonstraram que, para os camarões peneídeos, por exemplo, havia uma média de rendimento variando de 13 a 756 kg, correspondendo a valores de US\$ 91 a 5.292 por hectare/ano; enquanto para os caranguejos era de 13 a 64 kg (US\$ 39 a 352 por hectare/ano); peixes de 257 a 900 kg (US\$ 475 a 713 por hectare/ano); e moluscos de 500 a 979 kg (US\$ 140 a 274 por hectare/ano). Esses valores são mais altos do que para muitos ambientes naturais que já foram estimados economicamente.

Em países em desenvolvimento existe uma maior dependência da exploração de recursos pesqueiros e, conseqüentemente, uma dependência socioeconômica de ambientes ecologicamente equilibrados (Rönnbäck, 1999; Kura *et al.*, 2004). Além disso, os ambientes estuarinos são caracterizados por apresentarem um maior adensamento de pessoas que dele dependem diretamente, em especial os pescadores, que totalizam 5,6 ind./km², sendo mais elevado do que em outros locais de pesca no interior dos continentes (Kura *et al.*, 2004).

Conforme mencionado anteriormente, os manguezais são comumente utilizados por muitos animais aquáticos como áreas de berçário (Sheridan & Hays, 2003), em que os estágios juvenis de peixes, crustáceos encontram maior disponibilidade de alimento, otimizam seu crescimento pelos maiores valores térmicos por suas águas mais rasas, além de encontrarem entre as raízes um abrigo adequado a predadores (Laegdsgaard & Johnson, 1995; Pinheiro *et al.*, 2008). Além disso, esse é o ambiente que várias espécies utilizam para se reproduzir - copular, desovar e desenvolver seus estágios iniciais (Tse *et al.*, 2008; Spalding *et al.*, 2010), ou seja, do qual dependem para passar ao menos uma parte de seu ciclo de vida. O desrespeito (e até desprezo) humano pelos manguezais tem propiciado perdas notórias à produção pesqueira, que está intimamente relacionada aos sistemas estuarinos e áreas de manguezal, não se restringindo apenas ao que é capturado localmente. Estima-se que 80% de todas as espécies marinhas de valor comercial possuam uma dependência direta ou indireta dos manguezais (Rönnbäck, 1999), conferindo a esse ambiente relevância expressiva às pescarias oceânicas de larga escala. De acordo com esse autor, o rendimento de pesca em manguezais pode ser de até 11,8 toneladas/ano, que é quase 32 vezes superior ao que é proposto para recifes coralinos por Alcalá (1998), gerando valores de US\$ 21.272 por hectare/ano. Aburto-Oropeza *et al.* (2008), numa análise realizada no México, chegaram a valores duas vezes superior a este (US\$ 39.750 por hectare/ano), corroborando, mais uma vez, a forte ligação existente entre o rendimento pesqueiro do país e suas áreas de manguezal.

Somente no ano de 2011, a pesca global atingiu 82,4 milhões de toneladas, perfazendo US\$ 81 bilhões de dólares (FAO, 2011a), com desempenho superior ao da aquicultura que, por sua vez, resultou em 66,5 milhões de toneladas/ano, totalizando US\$ 57 bilhões (FAO, 2011b). Esses dados evidenciam que, além dos manguezais repercutirem em 24% a mais de rendimento pesqueiro, os recursos também superaram os da aquicultura em 42%. Os mesmos estudos indicam que a pesca mundial sustenta 140 milhões de pessoas de forma direta, além de 2,7 vezes mais do que isso indiretamente indicando que, apesar dos manguezais estarem restritos apenas às regiões tropicais e subtropicais, sua importância ecológica e socioeconômica mostra influência global (Kura *et al.*, 2004; Spalding *et al.*, 2010).

Além da produção pesqueira, Wells et al. (2006) incluíram também todos os serviços e produtos naturais possíveis de extração desse ecossistema, estimando valores que variaram de US\$ 2.060 a 9.270 por hectare/ano, com o valor superior bem próximo ao encontrado anteriormente por Costanza et al. (1997), que foi de US\$ 9.060 por hectare/ano. Em suma, se considerarmos que ainda existem 15.200 hectares de manguezais em termos globais, o valor econômico anual do ecossistema manguezal para a sociedade pode alcançar US\$ 1,6 bilhões (Spalding et al., 2010). Obviamente, considerando que todas as valorações possam estar subestimadas (Barbier, 1994; Rönnbäck, 1999), o rendimento pesqueiro, produtos naturais, mercados locais, serviços ecossistêmicos oferecidos e, conseqüentemente, os valores econômicos associados, poderão variar entre os diferentes manguezais do planeta (Spalding et al., 2010), sendo sempre um caso para ponderação.

Contudo, de todas as formas possíveis de uso dos ambientes naturais, a mais rentável e certamente mais sustentável é o ecoturismo, mesmo sendo o manguezal um ambiente com odor geralmente fétido, com profusão de mosquitos hematófagos, elevada umidade relativa do ar, além da dificuldade de acesso/locomoção por sua inundação constante e sedimento lodoso. No *Ras Mohammed National Park* (Egito), por exemplo, Spurgeon (2002) estimou um valor total de arrecadação de US\$ 152.100 por hectare/ano movimentados com o pagamento de US\$ 15 por visitante, o que é um valor expressivo que pode ser sempre empregado como estímulo à manutenção desse ecossistema. Nesse sentido, os manguezais com maior potencial para a visitação são aqueles que contam com a presença de pelo menos um animal com apelo turístico, em especial se for um mamífero. Entre os mamíferos estuarinos e de manguezal, que compreendem a chamada “fauna carismática”, de maior apelo junto ao público, estão o macaco-narigudo de Bornéu – *Nasalis larvatus* (Wurmb, 1817) (Figura 17-A), que se tornou uma grande atração turística na Indonésia e Malásia (Bennett & Sebastian, 1988; Meijaarda & Nijman, 2000), como também o peixe-boi – *Trichechus manatus manatus* Linnaeus, 1758 (Figura 17-B), espécie nativa do Brasil, que atrai vários turistas à praia da Barra de Mamanguape (João Pessoa, PB, Brasil), visitando estes animais em seu habitat natural. O peixe-boi é uma espécie ameaçada de extinção no Brasil, que tem nesse local sua principal área de ocorrência, reprodução e alimentação (Luna et al., 2008).

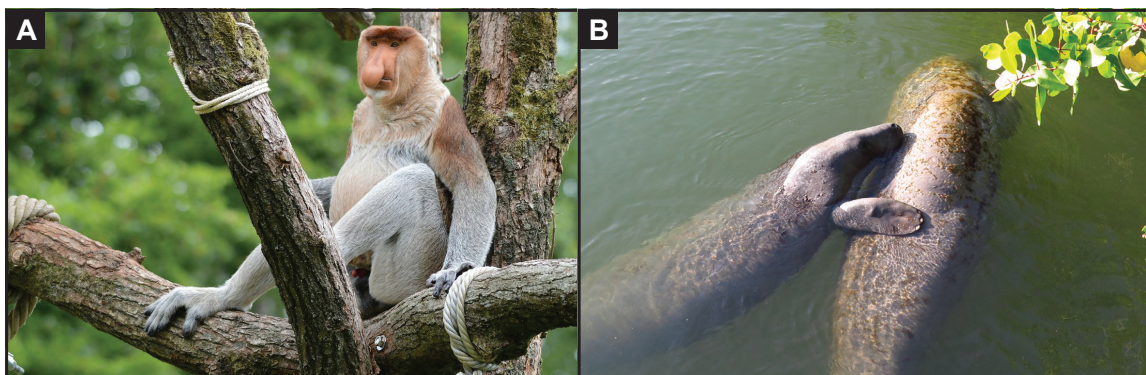


Figura 17 - Espécies de mamíferos que constituem o que conhecemos como “fauna carismática”, que serve como bandeira de luta por ecossistemas. Entre eles destacamos: o macaco narigudo do Bornéu, *Nasalis larvatus* (A); e o peixe-boi, *Trichechus manatus manatus* (B).
Fonte: A, Pixabay ; e B, Clemente Coelho.

Outros mamíferos aquáticos que frequentam os ambientes estuarinos do sudeste-sul do Brasil são as toninhas - *Pontoporia blainvillei* (Gervais & d'Orbigny, 1844) - que despertam a atenção da população local e dos turistas, devendo ser protegidas por serem predadores de topo de cadeia.

As aves também figuram como um dos principais elementos do cartão postal dos estuários/manguezais existentes por todo o planeta. Particularmente, no Brasil, são encontradas muitas espécies (Silva & Olmos, 2007; Periquito *et al.*, 2008), que possibilitam um alto retorno econômico para as comunidades costeiras, bem como a correta formação de consciência e envolvimento ambiental aos turistas. Entre as diversas espécies de aves já citadas anteriormente, chama a atenção aquelas com penas de coloração mais contrastante ao ambiente como, por exemplo, o vermelho intenso do guará-vermelho (*Eudocimus ruber*) e o rosa do colhereiro (Figuras 12-A e 12-B, respectivamente).

No entanto, é bom lembrar que até mesmo alguns organismos invertebrados podem atrair a atenção, como é o caso dos protozoários bioluminescentes do gênero *Noctiluca*, que ocorre na baía Bioluminescente (ou baía Mosquito), existente no litoral de Vieques, Porto Rico. Nesse local, o elevado adensamento desses organismos propicia uma luminosidade azul-esverdeada característica, que atrai grande número de turistas para saídas de barcos noturnas (Haddock, 2006).

Diante de uma sociedade marcada pela conversão de áreas de manguezal em empreendimentos humanos, na maioria das vezes regida por benefícios políticos e econômicos, os serviços socioeconômicos e de valoração, tornam-se uma alternativa para reforçar e fortalecer as justificativas de conservação desses berçários marinhos.

IMPACTO AMBIENTAL, CONSERVAÇÃO E MANEJO

A relação do homem com os manguezais é bastante antiga. Na região do Orinoco (Delta da Venezuela), por exemplo, a comunidade conhecida como “*Boat People*” tem vivido em bosques de manguezal há cerca de 7.000 anos, cuja coexistência, relativamente longa, tem sido estimada como algo próximo do “sustentável” (Vannuci, 2003). Apesar disso, essa situação é uma exceção à regra, pois são frequentes as severas pressões humanas nas zonas costeiras (< 50km do mar), onde mais de 2/3 da população mundial vive, segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU), continuando a crescer exponencialmente (Barbier *et al.*, 2008). Consequentemente, mais de 50% dos manguezais do mundo já foram removidos, algo que ainda perdura atualmente por contínua destruição ambiental e/ou sua conversão para outros usos humanos (p. ex., portos, marinas, agricultura, aquicultura, silvicultura, extração de sal, áreas urbanas e demais obras de infraestrutura – Rönnbäck, 1999; Spalding *et al.*, 2010). Houve perda significativa tanto na quantidade como na qualidade dos bosques de manguezal em todos os continentes e, atualmente, contabiliza-se um total de 35.600km² de áreas destruídas, que é 3 a 5 vezes superior a de outras florestas (Spalding *et al.*, 2010). Essas áreas continuam a desaparecer numa taxa de 1 a 2% ao ano e já estão em evidente processo de extinção em 21,7% dos 120 países que possuem manguezais em seus territórios. Além disso, as projeções científicas mais pessimistas acreditam que em 100 anos perderemos

irremediavelmente seus serviços e benefícios oferecidos (Kavanagh, 2007).

De acordo com Ashton (2008), a crescente demanda por alimento e a elevação do valor dos camarões têm levado a práticas insustentáveis de cultivo, que têm gerado expressivos impactos sociais, ambientais e econômicos. A carcinicultura, por exemplo, é uma das principais causas de redução das áreas de manguezal por todo o mundo, sendo necessária sua substituição por práticas mais sustentáveis. Infelizmente, uma das consequências das fazendas de camarão é a eutrofização das águas, contaminação por produtos químicos tóxicos, transferência de doenças e parasitas à biota local, bem como a introdução de espécies exóticas, todas gerando perda de habitat, redução do espaço de nicho e até mudanças na teia alimentar dos manguezais (Rönnbäck, 2001).

Somente em termos econômicos, Barbier *et al.* (2008) confirmam que quanto maior a área de aquicultura em regiões de manguezal, menor é o valor monetário total obtido, ou seja, bosques de manguezal conservados são mais rentáveis, considerando todos os seus produtos e serviços. Além dessas conversões, outros impactos observados são: pesca predatória nos canais estuarinos, deposição de lixo, dragagens, queimadas, extração de madeira, alteração no regime/fluxo das águas e lançamento de esgotos e efluentes industriais (Spalding *et al.*, 2010).

As alterações ambientais, via de regra, podem ser resultado de fenômenos naturais e/ou atividades humanas, sendo os primeiros exemplificados por tempestades tropicais, ciclones, maremotos, alterações do nível do mar e erosão costeira, que de maneira geral causam danos passíveis de serem naturalmente sanados, sem intervenção. Já as atividades de origem antrópica têm causado alterações em todos os níveis da cadeia trófica, como a supressão da cobertura vegetal que rompe a base alimentar, seguida da morte de microrganismos, escalando até os níveis heterotróficos da cadeia e, dependendo da intensidade, conduzindo à redução de populações, ou até mesmo à extinção local de espécies menos tolerantes.

A atuação de tais estressores ambientais pode ser aguda, quando ocorre por um curto período, ou crônica, quando perdura por longos períodos. Estudos dirigidos, por exemplo, na Região Metropolitana da Baixada Santista, já têm demonstrado as consequências crônicas decorrentes da industrialização e urbanização do entorno desse ecossistema, tais como o despejo de esgoto doméstico e efluente industrial, o assoreamento, a construção de estradas, o desmatamento indiscriminado e o acúmulo de lixo. Alguns autores têm detectado, inclusive, anomalias morfológicas, genéticas e de acúmulo de metais em algumas espécies que vivem e/ou frequentam essas florestas de manguezal (Hortellani *et al.*, 2008; Rodrigues *et al.*, 2012; Pinheiro *et al.*, 2012, 2013). Essas consequências não têm apenas impacto sobre as pessoas que ali vivem, e que muitas vezes são obrigadas a abandonar suas atividades de subsistência (Machado, 2007), mas também trazem alterações nos ciclos de vida de diversas espécies de importância econômica, o que acaba por gerar alterações do preço e da disponibilidade de venda para a população.

No Brasil, de forma geral, os esforços de conservação ainda são considerados insuficientes, tendo sido a prática regular o replantio (ou reabilitação) de árvores em alguns estados, assim como a inclusão dos espaços em áreas protegidas dentro de parques nacionais, estaduais e municipais. Entretanto, são poucos os programas efetivos de ação para recuperação efetiva das áreas degradadas e, de qualquer forma, tais ações não são de simples implementação, pois a estrutura e composição de cada manguezal impactado reflete adaptações às diferentes condições ambientais a que foram submetidas no passado. Tais aspectos são determinantes à perda de qualidade (ou

quantidade), dificultando a proposição de um modelo padrão de recuperação para os manguezais, já que cada um deles será mais ou menos sensível aos diferentes estressores aos quais estão sujeitos (Pinheiro *et al.*, 2008). Portanto, acredita-se numa priorização da conservação dos manguezais que ainda continuam ecologicamente equilibrados, pela criação de reservas extrativistas como aquelas já conduzidas em florestas de outros ecossistemas (p. ex., Amazônico), trazendo resultados benéficos pelo maior controle e regulação do uso da madeira e dos recursos pesqueiros. Apesar disso, mesmo focando esforços de conservação nos bosques, a localização desse ecossistema traz ambiguidade jurisdicional, pois está sob a égide de uma legislação que a considera terra emersa, o que se contrapõe a outra lei, que rege tais áreas como aquáticas devido a inundação pelas marés. Até recentemente, a maioria dos governos mundiais considerava os manguezais como ambientes pantanosos e inúteis, estando gerenciadas por políticas de gestão sustentável e administração ambiental que, na maioria dos casos, demoraram a se consolidar em muitos lugares (Walters *et al.*, 2008). Além disso, ainda em processo de amadurecimento, o entendimento da inter-relação da estrutura do ecossistema, suas funções, benefícios, usos e valor econômico, tornam o processo de gestão ainda mais complexo, pois os gestores devem decidir a quantidade de habitat natural para conservar e quanto alocar para atividades de desenvolvimento humano (Barbier *et al.*, 2008).

De forma geral, no que se refere à gestão de áreas de manguezal, algumas recomendações podem ser consideradas ao manejo, conforme citadas por Field (1998) e Spalding *et al.* (2010), a saber:

- Evitar o despejo de material dragado e resíduos de mineração e esgoto;
- O desenho de estruturas costeiras próximas a áreas de manguezal deve evitar o excesso de sedimentação ou erosão, bem como mudanças nos fluxos das águas;
- Os tanques de aquicultura devem ser localizados em distância adequada dos manguezais, e não dentro desse ecossistema (preservação dos “apicuns” de manguezal);
- A avaliação e monitoramento dos estoques pesqueiros do sistema estuarino deve levar em conta o manejo participativo de toda a população;
- O incentivo ao ecoturismo como fonte de renda às comunidades locais;
- As pesquisas científicas e aplicação das metodologias devem assegurar a sustentabilidade dos usos do ambiente.

Infelizmente, os esforços de conservação brasileiros ainda são incipientes, mesmo que, ironicamente, o documento histórico mais antigo que previa proteção às áreas de manguezais tenha sido efetuado por Dom José I de Portugal, que regulamentou o corte de árvores e uso de tanino no Brasil colônia.

Atualmente, em busca de soluções equilibradas de extração e manejo, alguns modelos são propostos na tentativa de conservar os manguezais que restam.

I. RESTAURAÇÃO E REFLORESTAMENTO

Em muitos países da América Central e Ásia, as soluções encontradas para a restauração de áreas de manguezal danificadas têm sido o replantio de árvores, vinculada a cessão completa da fonte estressora, ou mesmo aguardar a regeneração natural do local. No entanto, estas duas técnicas trazem controvérsias quanto ao sucesso e investimentos necessários.

Spalding *et al.* (2010) mencionam que a maior parte dos projetos de restauração por replantio não têm obtido uma eficiência adequada, o que se deve à falta de pesquisas sobre as razões da degradação, bem como a desconsideração de que muitas dessas áreas teriam um maior sucesso por processo natural de recuperação. A perda de mudas e propágulos causados pelas condições hidrológicas e a não fixação de árvores jovens são os problemas mais recorrentes em projetos desse tipo. Lewis & Marshall (1997) sugerem cinco passos críticos e necessários para uma restauração bem sucedida, resumidamente: (1) compreensão sobre a diversidade das espécies locais, padrões de distribuição de propágulos e mudas; (2) entendimento dos padrões hidrológicos normais, que controlarão a distribuição, estabelecimento e crescimento das espécies-alvo; (3) estudo sobre as modificações anteriores ao ambiente, que poderão impedir a sucessão natural secundária; (4) projeção cuidadosa do programa de restauração; e (5) plantio efetivo de propágulos, mudas coletadas e/ou cultivadas, somente se houver certeza que o recrutamento natural não seria capaz de estabelecer com sucesso uma cobertura vegetal típica de manguezal.

Como mencionado anteriormente, estudos atuais revelam que as florestas de manguezal são altamente eficientes no sequestro de carbono, o que estimularia esse tipo de ação de recuperação. A Convenção do Clima e o Protocolo de Kyoto preveem a formação de um mercado internacional de cotas de carbono sequestradas por florestas, com posterior transformação em títulos negociáveis entre governos e empresas. O Brasil é um dos países signatários dessa proposta, que se acredita, pode beneficiar e intensificar investimentos em estudos de conservação desse ecossistema (Fonseca & Drummond, 2003). No Rio de Janeiro, o replantio em algumas áreas promoveu a redução de poluição, ajudou a controlar pestes e melhorou a paisagem estética (Lacerda, 2003).

2. CRIAÇÃO DE ÁREAS DE PROTEÇÃO

A forma de conservação mais comum na maioria dos países que possuem manguezais tem sido a inclusão dessas áreas em zonas de proteção, que mundialmente cobrem cerca de 25% de todas as áreas remanescentes (Spalding *et al.*, 2010). No Brasil, muitas áreas de manguezais estão dentro de parques, estações ecológicas e reservas sob os domínios estadual e federal, principalmente devido a sua proximidade com áreas de Mata Atlântica. Entretanto, a falta de fiscalização eficiente, acompanhada de punição severa aos crimes ambientais, ainda repercutem em atraso ao sucesso da conservação. Esses locais variam de pequenas manchas a vastas florestas, gerando uma gama de abordagens de gestão. Algumas dessas localidades podem aportar reservas extrativistas, seguindo modelos propostos para outras florestas tropicais, resultando em maior controle e regulação do uso da madeira e recursos pesqueiros. Outras, dependendo de diversos fatores, podem ser santuários, onde a entrada não é permitida sem autorização, estando restrita em número e frequência de visitantes. Em países como o Brasil é indicado um forte apelo às suas

belezas naturais, assim como incentivo ao turismo recreativo e educativo, que pode trazer ganhos econômicos e a promoção de uma consciência ambiental.

Maiores investigações são necessárias para avaliar a real eficácia desses sítios de conservação, já que muitos deles estão, e permanecerão isolados, trazendo dúvidas sobre sua resiliência em caso de impactos severos. Atualmente, há a visão de que o estabelecimento de redes ou sistemas de áreas protegidas (dentro ou entre países) seria um meio mais eficaz de sanar esse problema.

3. PROTEÇÃO INTERNACIONAL

Conforme Spalding *et al.* (2010), temos as chamadas convenções internacionais que fortalecem a proteção da federação, facilitando os investimentos para a implementação de projetos e manejo, sendo elas:

Patrimônio Mundial da Humanidade (*The World Heritage Convention* – Paris, 1972): Trata-se de classificação destinada a um local pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Cultura, Ciência e Educação), que cataloga e visa preservar locais de excepcional importância cultural e/ou ambiental, como patrimônio de toda a humanidade. A conservação é um processo contínuo, que deve ser reportado à UNESCO periodicamente. No caso de um país não conseguir proteger os locais inscritos, este é colocado em uma lista de sítios em perigo, com a finalidade de sensibilizar a comunidade internacional sobre as condições que ameaçam esse patrimônio. Até 2008, 31 localidades com manguezais, em 18 países, estavam classificadas como patrimônio mundial pela UNESCO.

Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional (*The Ramsar Convention* – Irã, 1971): É o primeiro tratado intergovernamental a fornecer uma base estrutural para conciliar a cooperação internacional e a ação nacional, com a finalidade de conservação e uso sustentável dos recursos naturais em zonas úmidas. Assim, como no programa da UNESCO, os governos dos países designam um sítio para integrar a lista, comprometendo-se a trabalhar o uso sustentável dessas áreas, através de planejamento, desenvolvimento de políticas públicas (adequação da legislação), ações de gestão e educação. A lista foi proposta e negociada na década de 1960, por países e organizações não governamentais que estavam preocupados com a crescente perda e degradação de habitats de zonas úmidas para aves aquáticas migradoras. Quando um sítio Ramsar é perdido ou severamente danificado, o governo pode registrá-lo na Lista Montreux, que trata de áreas prioritárias de conservação, que podem ser alvo da aplicação de aconselhamento técnico e apoio, previstos na convenção.

Desde que o Brasil realizou sua adesão à Convenção Ramsar, incluiu treze unidades de conservação de seu território, três das quais (23,1%) compreendendo áreas estuarinas e de manguezal, a saber: (1) Estação Ecológica de Guaraqueçaba, PR (Sítio Ramsar nº 2305, em 05/06/2017), com 4.370 hectares; (2) Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses, MA (Sítio Ramsar nº 640, em 30/11/1993), com 2,7 milhões de hectares (Figura 18); e (3) Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense, MA (Sítio Ramsar nº 1020, em 28/02/2000), com 1,8



Figura 18 - Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses (Sítio Ramsar nº 640), com 2,7 milhões de hectares. **Fonte:** Google Earth®.

milhões de hectares. No total, esses três sítios totalizam 4,5 milhões de hectares, sendo o mais famoso e expressivo a Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses, que protege a planície costeira, suas ilhas, enseadas e um importante complexo estuarino, com canais, igarapés e manguezais, bem como sua biota local. A região abriga uma grande biodiversidade, concentrando uma planície fluvial e flúvio-marinha, pouco afetada pela atividade humana, representada por uma densidade populacional de 26 habitantes/km². De acordo com Spalding *et al.* (2010), essa área de manguezal no Brasil representa o maior contínuo de manguezais do mundo, compreendendo diversas penínsulas nos vários setores que a compõe (Souza-Filho, 2005).

Recentemente, outros dois sistemas estuarinos, que compreendem a Área de Proteção Ambiental de Cananéia-Iguape-Peruíbe (APA-CIP), no litoral sul do estado de São Paulo, e a Área de Proteção Ambiental de Guaratuba, no estado do Paraná, foram adicionados, como sítios RAMSAR, em 4 e 21 de setembro de 2017, respectivamente.

Reserva Mundial da Biosfera (*UNESCO's Man and Biosphere Programme, 1970*): Teve origem na primeira reunião intergovernamental organizada pela UNESCO, com a finalidade de conciliar a conservação e o uso de recursos naturais, em ecossistemas costeiros e terrestres. As áreas que preenchem os critérios estabelecidos pelos países membros são reconhecidas como protegidas, representando ecossistemas do planeta que são prioritários para conservação de espécies e ecossistemas, visando o desenvolvimento econômico e humano. Até 2008, havia 501 sítios em 105 países, com 6,8% dos quais possuindo áreas de manguezal (Spalding *et al.*, 2010).

A escolha de sítios que se enquadrem em convenções internacionais facilita a entrada de investimentos para sua preservação, o que está sempre aliado ao respeito à diversidade cultural e às populações tradicionais. Além do prestígio gerado para a conservação local, há o desenvolvimento de outras fontes de renda, como o ecoturismo e a extração sustentável de produtos naturais para a produção de cosméticos, medicamentos, etc.

Algumas situações são recorrentes em abordagens conservacionistas, existindo problemas com a implementação da legislação, o que exige uma fiscalização e ação constantes do poder público. Em muitas localidades remotas também existe a dificuldade de obtenção e manutenção dos recursos humanos, bem como a necessidade de apoio financeiro e logístico dos setores públicos e privados, que requerem o adequado convencimento acerca da importância da conservação ambiental e de alguns ecossistemas.

Ainda existe carência de pesquisas locais em áreas de manguezal, o que possibilitaria a listagem de suas peculiaridades para a proposição de planos de reabilitação e conservação. Os projetos dessa natureza demandam tempo, dinheiro e pessoal especializado por muitos anos, o que dificulta sua implantação e continuidade. Entretanto, o envolvimento das comunidades locais tem gerado resultados positivos, pois elas têm relações estreitas com os serviços ambientais disponibilizados por essas áreas. No caso dos manguezais, em especial, quando a intervenção e manejo têm a participação das comunidades tradicionais, o histórico tem sido de sucesso. Nesse sentido, a educação ambiental possibilita trazer elementos dessa realidade para a comunidade que não possui essa intimidade com o ambiente natural, fazendo com que se sinta partícipe de um todo maior.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de todos os benefícios ecológicos e socioeconômicos apresentados neste capítulo, a perda de manguezais pela humanidade é preocupante. As crescentes pressões de crescimento na zona costeira, combinadas com a perda de área em decorrência de mudanças climáticas, reforçam e dão suporte à necessidade de conservar, proteger e/ou recuperar esses ecossistemas. Estruturas de gestão e manejo eficazes, assim como políticas públicas e educação ambiental, são necessárias para que a sociedade inverta a tendência de perda de quantidade e qualidade de manguezais, assegurando às gerações futuras desfrutarem dos serviços ecossistêmicos prestados por esses valiosos ecossistemas naturais (Kavanagh, 2007).

BIBLIOGRAFIA

- Abreu, C. 2001. Panela, caldeirão e frigideira: o ofício das panelleiras de Goiabeiras. *Revista TB*, Rio de Janeiro, 147: 123-128.
- Aburto-Oropeza, O.; Ezcurrea, E.; Danemann, G.; Valdez, V.; Murray, J. & Sala, E. 2008. Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields. *PNAS*, 105: 10456-10459.
- Acharya, G. 2002. Life at the margins: the social, economic and ecological importance of mangroves. *Madera y Bosques, Número especial*: 53-60.
- Alcala, A.C. 1988. Effects of marine reserves on coral fish abundance and yields of Philippines coral reefs. *Ambio*, 17: 194-199.

- Amaro, V.E. & Rocha-Junior, J.M. 2012. Avaliação ecológico-econômica do manguezal na foz do rio Açu/RN: o sequestro de carbono e a importância da aplicação de práticas preservacionistas. *Revista de Geologia, HIDROSEMA – UFRN*, 25: 71-84.
- Ashton, E.C. 2008. The impact of shrimp farming on mangrove ecosystems. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 3: 1-12.
- Barbier, E.B.; Koch, E.W.; Silliman, B.R.; Hacker, S.D.; Wolanski, E.; Primavera, J.H.; Granek, E.F.; Polasky, S.; Aswani, S.; Cramer, L.A.; Stoms, D.; Kennedy, C.J.; Bael, D.; Kappel, C.V.; Perillo, G.M. & Reed, D.J. 2008. Coastal ecosystem – based management with nonlinear ecological functions and values. *Science*, 319: 321-323.
- Bennett, E.L. & Sebastian, A.C. 1988. Social organization and ecology of proboscis monkeys (*Nasalis larvatus*) in mixed Coastal Forest in Sarawak. *International Journal of Primatology*, 9(3): 233-255.
- Borges, L.A.C.; Rezende, J.L.P. & Coelho-Júnior, L.M. 2009. Aspectos técnicos e legais que fundamentam o estabelecimento das APPs nas zonas costeiras – restingas, dunas e manguezais. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 9(1): 39-56.
- Brasil. 2012. Lei nº 12651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651compilado.htm. [Acessado em 16/01/2018]
- Christofoletti, R.A.; Hattori, G.Y. & Pinheiro, M.A.A. 2013. Food selection by a mangrove crab: temporal changes in fasted animals. *Hydrobiologia*, 702: 63-72.
- Cintrón-Molero, G. & Schaeffer-Novelli Y. 1992. Ecology and management of New World mangroves, 233-258. In: Seeliger, U. (Ed.). *Coastal plant communities of Latin America*. San Diego: Academic Press, 392p.
- Cobo, V.J.; Fransozo, A.; Mantellato, F.L.M.; Pinheiro, M.A.A.; Santos, S. & Góes, J.M. 1994. Composição dos braquiúros (Crustacea, Decapoda) no manguezal formado pelos Rios Comprido e Escuro, Ubatuba Sp. In: *III Simpósio dos Ecossistemas da Costa Brasileira (ACIESP)*, 87(1): 146-150.
- Constanza, R.; D'Arge, R.; De Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Naeem, S.; O'Neill, R.V.; Paruelo, J.; Raskin, R.G.; Sutton, P. & Van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253-560.
- Cordeiro-Marino, M.; Braga, M.R.A.; Eston, V.R.; Fujii, M.T. & Yokoya, N.S. 1992. Mangrove macro algal communities of Latin America: The state of the art and perspectives, 51-64. In: Seeliger, U. (Ed.). *Coastal plant communities of Latin America*. San Diego: Academic Press, 392p.
- Duarte, L.F.; Souza, C.A.; Pereira, C.D.S. & Pinheiro, M.A.A. 2017. Metal toxicity assessment by sentinel species of mangroves: *In situ* case study integrating chemical and biomarkers analyses. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 145: 367-376.
- Duarte, L.F.A.; Souza, C.A.; Nobre, C.R.; Pereira, C.D. & Pinheiro, M.A.A. 2016. Multi-level biological responses in *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ucididae), as indicators of conservation status in mangrove areas from the Western Atlantic. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 133: 176-187.
- Duarte, M.R.; Neto, D.G.; Vaske-Junior, T. & Pinheiro, M.A.A. 2014. Predation on the sleeper goby,

- Guavina guavina* (Perciformes, Eleotridae), by the military ground snake, *Erythrolamprus miliaris orinus* (Serpentes, Dipsadidae), in a mangrove area of Southeastern Brazil. *Herpetology Notes*, 7: 577-580.
- Duke, N.C.; Meynecke, J.O.; Dittmann, S.; Ellison, A.M.; Anger, K.; Berger, U.; Cannicci, S.; Diele, K.; Ewel, K.C.; Field, C.D.; Koedman, N.; Lee, S.Y.; Marchand, C.; Nordhaus, I. & Dahdouh-Guebas, F. 2007. A world without mangroves? *Science*, 317: 41-43.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2007. Pesca e Aquicultura. The State of Food and Agriculture. *FAO Agriculture Series*, 38: 340p.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2011a. Pesca e Aquicultura. *Global Capture Fisheries Production Statistics*, 4p.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2011b. Pesca e Aquicultura. *Global Aquaculture Production Statistics*, 3p.
- Ferreira, A.C. & Lacerda, L.D. 2016. Degradation and conservation of Brazilian mangroves, status and perspectives. *Ocean and Coastal Management*, 125: 38-46.
- Field, C.D. 1998. Rehabilitation of mangrove ecosystems: an overview. *Marine Pollution Bulletin*, 37: 383-392.
- Fonseca, S.M. & Drummond, J.A. 2003. Reflorestamento de manguezais e o valor de resgate para o sequestro de carbono atmosférico. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, 10(3): 1071-1081.
- Giri, C.; Ochieng, E.; Tieszen, L.L.; Zhu, Z.; Singh, A.; Loveland, T.; Masek, J. & Duke, N. 2011. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20(1): 154-159.
- Glaser, M. 2003. Interrelations between mangrove ecosystem, local economy and social sustainability in Caeté Estuary, North Brazil. *Wetlands Ecology and Management*, 11: 265-272.
- Goulart, M.D. & Callisto, M. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*, 2(2): 153-164.
- Grande, J.M.; Negro, J.J. & Torres, M.J. 2004. The evolution of bird plumage coloration: a role for feather-degrading bacteria? *Ardeola*, 51(2): 375-383.
- Haddock, S.H. 2006. Luminous marine organisms, 25-47. In: Daunert, S. & Deo, S.K. (eds.). *Photoproteins in bioanalysis*. New York: Willey – VCH, 256p.
- Hamilton, L.; Dixon, J. & Miller, G. 1989. Mangroves: an undervalued resource of the land and the sea. *Ocean Yearbook*, 8: 254-288.
- Herz, R. 1991. *Manguezais do Brasil*. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 233p.
- Hindell, J.S. & Jenkins, G.P. 2004. Spatial and temporal variability in the assemblage structure of fishes associated with mangroves (*Avicennia marina*) and intertidal mudflats in temperate Australian embayments. *Marine Biology*, 144: 385-395.
- Hortellani, M.A.; Sarkis, J.E.S.; Abessa, D.M.S. & Sousa, E.C.P.M. 2008. Avaliação da contaminação por elementos metálicos dos sedimentos do estuário Santos – São Vicente. *Química Nova*, 31(1): 10-19.
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 1998. *Proteção e Controle de Ecossistemas costeiros: Manguezal da Baía de Babitonga*. Brasília: Coleção Meio Ambiente, Série Estudos de Pesca nº 25.

- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Estatística das Cidades e Estados do Brasil. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/v4>. [Acessado em 03/09/2017]
- Kathiresan, K. & Bingham, B.L. 2001. Biology of mangroves and mangroves ecosystems. *Advances in Marine Biology*, 40: 81-251.
- Kavanagh, E. 2007. A world without mangroves? *Science*, 317: 41-43.
- Koch, V. & Nordhaus, I., 2010. Feeding ecology and ecological role of North Brazilian mangrove crabs, 265-273. In: Saint-Paul, U. & Schneider, H. (eds.). *Mangrove Dynamics and Management in North Brazil*. Berlin: Springer Berlin Heidelberg.
- Koch, V. & Wolff, M., 2002. Energy budget and ecological role of mangrove epibenthos in the Caeté estuary, North Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, 228: 119-130.
- Krumme, U.; Keuthen, H.; Saint-Paul, U. & Villwock, W. 2007. Contribution to the feeding ecology of the banded puffer fish *Colomesus psittacus* (Tetraodontidae) in north Brazilian mangroves creeks. *Brazilian Journal of Biology*, 67(3): 383-392.
- Kura, Y.; Revenga, C.; Hoshino, E. & Mock, G. 2004. *Fishing for answers, making sense of global fish crisis*. Washington: World Resources Institute, 152p.
- Lacerda, L.D. 2002. *Mangrove Ecosystems: Functions and Management*. New York: Springer, 287p.
- Lacerda, L.D. 2003. Brazil. In: Macintosh, D.J. & Ashton, E.C. (eds). *Report on the Central and South America Regional Workshop on the Sustainable Management of Mangrove Forest Ecosystems*. Washington: ISME/Center.
- Laegdsgaard, P. & Johnson, C.R. 1995. Mangrove habitats as nurseries: unique assemblages of juvenile fish in subtropical mangroves in eastern Australia. *Marine Ecology Progress Series*, 126: 67-81.
- Lana, P.C.; Guiss, C. & Disaró, S.T. 1991. Seasonal variation of biomass and production dynamics for above- and below-ground components of a *Spartina alterniflora* marsh in the euhaline sector of Paranaguá Bay (SE Brazil). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 32: 231-241.
- Lewis, R.R. & Marshall, M.J. 1997. Principles of successful restoration of shrimp aquaculture ponds back to mangrove forest. *Programa/Resumes de Marcuba*. Habana: Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba. p. 126.
- Luna, F.O.; Araújo, J.P.; Passavante, J.Z.O.; Mendes, P.; Pessanha, M.; Soavinski, R.J. & Oliveira, E.M. 2008. Ocorrência do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus*) no litoral norte do Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, 23: 37-49.
- Machado, D. 2007. Catadoras de caranguejo e saberes tradicionais na conservação de manguezais na Amazônia brasileira. *Estudos Feministas*, 15(2): 485-490.
- Marini, M.A. & Melo, C. 1998. Predators of quail eggs, and the evidence of the remains: implications for nest predation studies. *American Ornithological Society*, 100(2): 395-399.
- Martins, M.B.G. & Moreira, V.L. 2007. Caracterização histológica das folhas de *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman (Avicenniaceae). *Revista Hispici & Lema*, 1: 1-8. Disponível em: <http://www.unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistafafibeonline/sumario/11119042010101819.pdf>. [Acessado em 03/09/2017]
- Mattos-Fonseca, S. 2005. Amazônia: receita energética para o desenvolvimento sustentável. *Revista de Economia Contemporânea*, 9(2): 1-6.
- Meijaard, E. & Nijman, V. 2000. Distribution and conservation of the proboscis monkey (*Nasalis larvatus*) in Kalimantan, Indonesia. *Biological Conservation*, 95: 15-24.

- Menezes, M.P.M. & Mehlig, U. 2009. Manguezais: as florestas da Amazônia Costeira. *Ciência Hoje*, 44: 34-29.
- Menezes, M.P.M.; Berger, U. & Mehlig, U. 2008. Mangrove vegetation in Amazonia: a review of studies from the coast of Pará and Maranhão States, north Brazil. *Acta Amazonica*, 38(2): 403-420.
- Mori, G.M.; Zucchi, M.I. & Souza, A.P. 2015. Multiple-geographic-scale genetic structure of two mangrove tree species: The roles of mating system, hybridization, limited dispersal and extrinsic factors. *Plos One*, 10: e0118710. doi:10.1371/journal.pone.0118710.
- Mori, G.M.; Zucchi, M.I.; Sampaio, I. & Souza, A.P. 2010. Microsatellites for the mangrove tree *Avicennia germinans* (Acanthaceae): Tools for hybridization and mating system studies. *American Journal of Botany*, 97: e79–e81. doi:10.3732/ajb.1000219.
- Ortega, P.; Vitorino, H.A.; Moreira, R.G.; Pinheiro, M.A.A.; Almeida, A.A., Custódio, M.R.; Zanotto, F.P. 2016. Physiological differences in the crab *Ucides cordatus* from two populations inhabiting mangroves with different levels of cadmium contamination. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 36 (2): 361-371.
- Periquito, M.C.; Pereira, G.A. & Brito, M.T. 2008. Aves no manguezal do Espaço Ciência, Olinda, Pernambuco. *Atualidades Ornitológicas*, 145: 36-38.
- Pinheiro, M.A.A.; Costa, T.M.; Gadig, O.B.F. & Buchman, F.S.C. 2008. Os ecossistemas costeiros e sua biodiversidade na Baixada Santista, 7-26. In: Oliveira, A.J.F.C.; Pinheiro, M.A.A. & Fontes, R.F.C. (Orgs.). *Panorama Ambiental da Baixada Santista*. Cap. 2. São Vicente: Universidade Estadual Paulista – Campus Experimental do Litoral Paulista, 127p.
- Pinheiro, M.A.A.; Duarte, L.F.A.; Toledo, T.R.; Adam, M.L. & Torres, R.A. 2013. Habitat monitoring and genotoxicity in *Ucides cordatus* (Crustacea: Ucididae), as tools to manage a mangrove reserve in southeastern Brazil. *Environmental Monitoring Assessment*, 185(10): 8273-8285.
- Pinheiro, M.A.A.; Santana, W.; Rodrigues, E.S.; Ivo, C.T.C.; Santos, L.C.M.; Torres, R.A.; Boos, H. & Dias-Neto, J. 2016. Avaliação dos Caranguejos Gecarcinídeos (Decapoda: Gecarcinidae). Cap. 13: 167-181. In: Pinheiro, M. & Boos, H. (Org.). *Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014*. Porto Alegre, RS, Sociedade Brasileira de Carcinologia - SBC, 466p.
- Pinheiro, M.A.A.; Silva, P.P.G.; Duarte, L.F.A.; Almeida, A.A. & Zanotto, F.P. 2012. Accumulation of six metals in the mangrove crab *Ucides cordatus* (Crustacea, Ucididae) and its food source, the red mangrove *Rhizophora mangle* (Angiosperma: Rhizophoraceae). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 81: 114-121.
- Pinheiro, M.A.A.; Souza, C.A.; Zanotto, F.P.; Torres, R.A. & Pereira, C.D.S. 2017. The crab *Ucides cordatus* (Malacostraca, Decapoda, Brachyura) and other related taxa as environmental sentinels for assessment and monitoring of tropical mangroves from South America, 212-241. In: Larramendi, M.L. (Ed.). *Ecotoxicology and Genotoxicology Non-traditional Aquatic Models. Issues in Toxicology* n° 33. London: Royal Society of Chemistry (RSC), 300p.
- Por, F.D.; Shimizu, G.Y.; Prado-Por, M.S.A.; Tòha, F.A.L. & Oliveira, I.R. 1984. The blackwater estuary of Rio Una do Prelado (São Paulo, Brazil): preliminar hydrobiological data. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 17(3): 215-258.
- Prance, G.T.; Silva, M.F.; Albuquerque, B.W.; Araujo, I.J.S.; Correia, L.M.M.; Braga, M.M.V.; Macedo, M.; Conceição, P.N.; Lisboa, P.L.B.; Braga, P.I.; Lisboa, L.C.L. & Vilhena, R.C.Q. 1975. Revisão taxonômica das espécies amazônicas de Rhizophoraceae. *Acta Amazonica*, 5: 5-22.

- Rizzini, C.T. & Mors, W.B. 1995. *Botânica Econômica Brasileira*. 2º Ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 248p.
- Rodrigues, V.G.; Fujikawa, A.; Abessa, D.M.S.; Hortellani, M.A.; Sarkis, J.E.S. & Sigolo, J.B. 2012. Uso do bivalve límico *Anodontites tenebrosus* (Lea, 1834) no biomonitoramento de metais do Rio Ribeira do Iguape. *Química Nova*, 35(3): 454-459.
- Rodríguez, A.V. 2007. *Producción forestal – Fundamentos – Antología*. 1ª ed. San José, C.R.: EUNED, 224p.
- Rönnbäck, P. 1999. The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. *Ecological Economics*, 29: 235-252.
- Rönnbäck, P. 2001. *Shrimp aquaculture – State of the art*. Swedish EIA Center, Report 1. Upsala: Swedish EIA Centre, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), 50p.
- Rosa, I.L.; Oliveira, T.P.R.; Castro, A.L.C.; Moraes, L.E.S.; Xavier, J.H.A.; Nottingham, M.C.; Dias, T.L.P.; Bruto-Costa, L.V.; Araújo, M.E.; Birolo, A.B.; Mai, A.C.G. & Monteiro-Neto, C. 2007. Populations characteristics, space use and habitat associations of the seahorse *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae). *Neotropical Ichthyology*, 5(3): 405-414.
- Santos, N.M & Lana, P. 2017. Present and past uses of mangrove wood in the subtropical Bay of Paranaguá (Paraná, Brazil). *Ocean & Coastal Management*, 148: 97-103.
- Savage, T. 1972. Florida mangroves as shoreline stabilizer. *Florida Dept. Nat. Res. Prof. Pap.*, 19: 1-46.
- Schaeffer-Novelli, Y. 1995. *Manguezal: Ecosistema entre a terra e o mar*. Caribbean Ecological Research, 64p.
- Schaeffer-Novelli, Y.; Soriano-Sierra, E.J.; Vale, C.C.; Bernini, E.; Rovai, A.S.; Pinheiro, M.A.A.; Schmidt, A.J.; Almeida, R.; Coelho-Jr., C.; Menghini, R.P.; Martinez, D.I.; Abuchahla, G.M.O.; Cunha-Lignon, M.; Charlier-Sarubo, S.; Shirazawa-Freitas, J. & Cintrón-Molero, G. 2016. Climate changes in mangrove forests and salt marshes. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(sp.2): 37-52
- Schuler, C.A.B.; Andrade, V.C. & Santos, D.S. 2000. O Manguezal: composição e estrutura, 27-38. In: Barros, H. M.; Eskinazi-Leça, E.; Macedo, S. J. & Lima, T. (eds.). *Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais*. Cap. 3. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 252p.
- Sheridan, P. & Hays, C. 2003. Are mangroves nursery habitat for transient fishes and decapods? *Wetlands*, 23: 449-458.
- Shih, H.; Ng, P.K.L.; Davie, P.J.F.; Schubart, C.D.; Turkay, M.; Naderloo, R.; Jones, D.; Liu, M. 2016. Systematics of the family Ocypodidae Rafinesque, 1815 (Crustacea: Brachyura), based on phylogenetic relationships, with a reorganization of subfamily rankings and a review of the taxonomic status of *Uca* Leach, 1814, *sensu lato* and its subgenera. *Raffles Bulletin of Zoology*, 64: 139-175.
- Silva, M.; Martins, M.B.G. & Cavalheiro, A.J. 2010. Caracterização anatômica e perfil químico da lâmina foliar de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn, de manguezais impactados e não impactados do litoral de São Paulo. *Iheringia*, 65(2): 123-132.
- Silva, R.S. & Olmos, F. 2007. Adendas e registros significativos para a avifauna dos manguezais de Santos e Cubatão. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 15(4): 551-560.
- Silvestre, L.C.; Barros, S.C.A. & Xavier, S.R.S. 2012. Utilização dos recursos vegetais pelos moradores da aldeia Camurupim em área de proteção ambiental. *Enciclopédia Biosfera*, 8(14): 1387-1398.
- Soares, M.L.G. 1999. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca,

- Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 59(3): 503-515.
- Soffiati, A. 2006. *O manguezal na história e na cultura do Brasil*. Campo dos Goytcazes: Ed. Faculdade de Direito de Campos, Recife, 208p.
- Souza-Filho, P.W.M. 2005. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica*, 23(4): 427-435.
- Spalding, M.; Kainuma, M. & Collins, L. 2010. *World Atlas of Mangroves*. Earthcan, 319p.
- Spurgeon, J. 2002. *Rehabilitation, conservation and sustainable utilization of mangroves in Egypt: socio-economic assessment and economic valuation of Egypt's mangroves*. Cairo: FAO.
- Tse, P.; Nip, T.H.M. & Wong, C.K. 2008. Nursery function of mangrove: A comparison with mudflat in terms of fish species composition and fish diet. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 80: 235-242.
- Tsuji, T. & Fernandes, M.E.B. 2008. *Replantando os Manguezais. Técnicas de Reflorestamento*. Belém: Alves Gráfica. 68p.
- Vannucci, M. 2003. *Os manguezais e nós*. 2ª edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 275p.
- Vetter, R.E. & Barbosa, A.P.R. 1995. Mangrove bark: a renewable resin source for wood adhesives. *Acta Amazonica*, 25(1/2): 69-72.
- Walters, B.B.; Rönnbäck, P.; Kovacs, J.M.; Crona, B.; Hussain, S.A.; Badola, R.; Primavera, J.H.; Barbier, E. & Dahdouh-Guebas, F. 2008. Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: a review. *Aquatic Botany*, 89: 220-236.
- Wells, S.; Ravilious, C. & Corcoran, E. 2006. *In the front line: Shoreline protection and other ecosystem services from mangroves and coral reefs*. UNEP World Conservation Monitoring Centre, 34p.
- Wolff, M.; Koch, V. & Isaac, V. 2000. A trophic flow model of the Caeté Mangrove Estuary (North Brazil) with considerations for the sustainable use of its resources. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 50: 789-803.
- Wunderlich, A.C. & Pinheiro, M.A.A. 2013. 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): 279-289.

