



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

ALESSANDRA BRITO DE CARVALHO

**ASPECTOS SOBRE O DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO ECOSISTEMA DE
MANGUEZAL**

**Prof. Dr. ^a NATÁLIA DIAS DE SOUZA
Orientador**

**SEROPÉDICA, RJ
DEZEMBRO – 2021**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

ALESSANDRA BRITO DE CARVALHO

**ASPECTOS SOBRE O DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO ECOSISTEMA DE
MANGUEZAL**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**Prof. Dr. NATÁLIA DIAS DE SOUZA
Orientador**

**SEROPÉDICA, RJ
DEZEMBRO – 2021**

**ASPECTOS SOBRE O DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO ECOSISTEMA DE
MANGUEZAL**

ALESSANDRA BRITO DE CARVALHO

APROVADA EM: 10 DE DEZEMBRO DE 2021.

BANCA EXAMINADORA:

Prof.^a. Dr.^a. Natália Dias de Souza – UFRRJ
Orientadora

Prof. Dr. Henrique Trevisan - UFRRJ
Membro

Prof.^a. Dr.^a. Vanessa Coelho Almeida – UFT
Membro

DEDICATÓRIA

In memoriam

Prof. Dr. Acácio Carvalho, Lucas Avelar, Misiara Silvestre, Diogo Costa (Gargamel) e Valdenir Faturini (Fiel Mototáxi).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a mim, pela perseverança, amor e dedicação pela profissão escolhida, a jornada até aqui só foi possível pois nunca deixei de acreditar no meu potencial. Em segundo lugar quero agradecer a Deus, pois muitas vezes questionei as pedras no caminho, hoje compreendo a importância dos desafios que me permitiram o crescimento.

A Professora Natália Dias que aceitou sem pestanejar ser minha orientadora, confiou no meu tema cheio de pontas soltas, se tornou peça fundamental para que todo o trabalho se conectasse. Também semeou em mim o amor pelos compostos químicos das árvores, e me calçou para que pudesse dar os primeiros passos na pesquisa científica.

Ao Professor Henrique Trevisan que no decorrer das suas aulas despertou em mim o interesse pelo estudo de insetos visando o seu uso para diversas formas de diagnóstico.

A Professora Gilmara Palermo que foi minha compradora fiel de docinhos, contribuindo para a poupança acadêmica muito que magra na época.

Ao Professor Edvã Brito, que muito solidário com as causas estudantis, confiou a mim seu carro e sua reputação para que pudessemos organizar os eventos acadêmicos.

Ao Professor Emanuel Araújo que com muitos puxões de orelha me incentivou e me ajudou a ir além do que eu achava ser capaz.

A minha mãe Márcia Guimarães, pela capacidade e sabedoria em me orientar, educar me tornando uma mulher de caráter e corajosa, aos seus esforços para que eu tivesse uma excelente formação e ao apoio necessário em muitos momentos, muitos mesmo, em que eu considerei a graduação um fardo, nunca foi, você bem sabia, a você meu amor e gratidão.

A minha família, que mesmo longe do comercial de margarina, tem muito, muito amor, vocês me deram a mão para chegar até aqui.

Agradeço aos amigos de longa data, ao qual gostaria de escrever todos os nomes, o que é completamente inviável, logo sintam-se contemplados com tamanha gratidão, foi preciso muita paciência para aguentar tantas publicações na internet.

A Rural, por permitir que eu vivesse tantas experiências com tantas pessoas diferentes, agradeço a Adriana dos Reis por tanto incentivo, confiança, conversas, planos e muitos planos. Ao CAEF por todo desafio e conhecimento, experiência a qual todos deveriam passar. Aos amigos Caio Alves e Nathan Carlo pelas noites épicas do 213, guardadas e eternizadas nos nossos corações, principalmente as de muito calor. Guardo no coração o alojamento F3 e todas as moradores do 405, Mariane sem você eu nunca teria saído do ciclo básico. Ao Padeiro, com suas unidades de ovos baratos e seus paieiros furados, de tudo tinha na vendinha, gratidão por tanto nos ajudar. Ao Mário e a Celi Ramos, as horas incontáveis de almoço na marcenaria.

Ao Tilé por todas as vezes que seu café, açaí e cachorro quente me alimentaram nas noites em que a sala de estudos foi minha melhor amiga, você é um ser humano incrível.

Agradeço também Fernanda pelas horas de companhia estudando e me aturando falar Sobre cada tópico importante.

Ao David pela compreensão e motivação, me ajudando e confiando em um bom trabalho.

A Jaqueline Gomes as longas horas de risada, de moradia, estudo, amor e companheirismo, você é incrível.

A Jessica Grama por todo o empenho e determinação sua que me impulsionam na área acadêmica, me motivam, obrigada pela lealdade e amizade, muitas horas de estudo e de bagunça, “vambora” que o tempo ruge e a Sapucaí é grande.

Ao Guilherme Machado ser humano ímpar, que topa tudo nessa vida, amigo para qualquer momento, principalmente por estalar a coluna como ninguém. Aos meus amigos do Instituto de Florestas sem vocês não chegaríamos ao fim, essa foi a estória mais linda que eu construí até então na minha vida, a minha formação como cidadã e profissional, a todos vocês o meu amor e minha imensa gratidão.

RESUMO

Em virtude de crescentes ações antrópicas nos mais diversos nichos ecológicos, novos estudos afins da mitigação de danos e preservação ao meio ambiente são indispensáveis. Os manguezais são ecossistemas encontrados na transição entre os ambientes terrestre e marinho, apresentam biodiversidade funcional única e atuam na proteção das zonas costeiras. Sendo assim, determinados grupos de insetos, como por exemplo, alguns grupos de coleópteros que apresentam respostas divergentes para táxons e nichos ecológicos diferente, sendo promissores como bioindicadores ambientais, devido as peculiaridades de sua biologia e ecologia, bem como facilidades na amostragem entre outros fatores. Até o presente momento existem poucas avaliações do uso da entomofauna para bioindicação em manguezais. O trabalho teve como objetivo realizar o levantamento bibliográfico do potencial indicativo do ecossistema manguezal e seu uso para diagnóstico ambiental visto que em condições de estresse e alterações climáticas as espécies arbóreas são estimuladas a sintetizar metabólitos secundários específicos da classe de terpenos a qual esses insetos demonstram sensibilidade a atração desses metabólitos. Para tanto, foram estudadas três espécies vegetais *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa*. A variação da população de alguns grupos de coleópteros (Scolytinae e Platypodinae) pode estar associada ao aumento de algumas classes de terpenos das espécies arbóreas de manguezal. Portanto, o objetivo deste trabalho foi abordar alguns aspectos sobre o diagnóstico ambiental do ecossistema de manguezal, enfatizando o emprego de coleópteros xilófagos como indicadores ambientais e sua relação com a vegetação deste ecossistema.

Palavras-chave: coleobrocas, bioindicação, impacto ambiental, tropical

ABSTRACT

Due to increasing anthropic actions in the most diverse ecological niches, new studies related to the mitigation of damage and preservation of the environment are indispensable. Mangroves are ecosystems found in the transition between terrestrial and marine environments, have a unique functional biodiversity and act to protect coastal areas. Thus, certain groups of insects, for example, some groups of beetles that present divergent responses to taxa and different ecological niches, are promising as environmental bioindicators, due to the peculiarities of their biology and ecology, as well as facilities in sampling, among other factors. To date, there are few evaluations of the use of entomofauna for bioindication in mangroves. The objective of this work was to carry out a bibliographic survey of the indicative potential of the mangrove ecosystem and its use for environmental diagnosis, since under conditions of stress and climate change, tree species are stimulated to synthesize secondary metabolites specific to the terpene class to which these insects demonstrate sensitivity. the attraction of these metabolites. For this purpose, three plant species *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* and *Laguncularia racemosa* were studied. The population variation of some groups of beetles (Scolytinae and Platypodinae) may be associated with the increase in some classes of terpenes of the mangrove tree species. Therefore, the objective of this work was to approach some aspects of the environmental diagnosis of the mangrove ecosystem, emphasizing the use of wood-eating beetles as environmental indicators and their relationship with the vegetation of this ecosystem.

Keywords: beetle drills, bioindication, environmental impact, tropical

SUMÁRIO

| | |
|---------------------|---|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
|---------------------|---|

| | |
|--|-----------|
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 2 |
| 2.1. O ECOSISTEMA MANGUEZAL | 2 |
| 2.1.1 LEIS DE PROTEÇÃO AOS MANGUEZAIS | 6 |
| 2.2. SEDIMENTO DOS MANGUES | 11 |
| 2.3. CARBONO AZUL | 12 |
| 2.4. ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS DE MANGUEZAIS - A FLORESTA ALAGADA | 14 |
| 2.5. <i>RHIZOPHORA MANGLE</i> | 17 |
| 2.6. <i>AVICENNIA SCHAUERIANA</i>..... | 19 |
| 2.7. <i>LAGUNCULARIA RACEMOSA</i> | 21 |
| 2.8. ASPECTOS FITOQUÍMICOS | 23 |
| 2.9 A FAUNA DOS MANGUES | 25 |
| 3.0 BIOINDICADORES AMBIENTAIS..... | 27 |
| 3.1 ORDEM COLEÓPTERA | 29 |
| 3. METODOLOGIA EMPREGADA | 32 |
| 3.1 SELEÇÃO DA ESPÉCIES | 32 |
| 4. COLETA DE DADOS..... | 33 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 36 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 37 |

1. INTRODUÇÃO

A diversidade de características biológicas das regiões com climas tropicais, rendeu ao Brasil o título de país mais biodiverso do mundo, com riqueza de biomas, diversidade, endemismo de espécies e grande variabilidade genética, isso se deve a dimensão territorial e a grande variação morfológica e climática, ocupando quase a metade da América do Sul, contendo três ecossistemas marinhos (MALHEIROS, 2016). Com abundante variedade de vida, abriga-se mais de 20% de todas as espécies do planeta, tanto as que vivem em terra, como as que vivem em mar, tal qual mais de 116.839 espécies animais e 46.355 espécies vegetais pertencem à biota existente no país tropical (MMA, 2021). Toda forma de vida existente na terra, ao longo dos anos, foi exposta a variações climáticas, sendo tais variações responsáveis por contribuir nos padrões de distribuição, abundância e conseqüentemente em toda a diversidade ecológica das espécies (NAVAS & CRUZ-NETO, 2008).

Devido a sua localização geográfica, o Brasil tem uma imensidão de costa litorânea, tal qual abriga ecossistemas particulares e abundantemente vulneráveis às exposições e variações climáticas, como os estuários e manguezais (TWILLEY & RIVERAMONROY, 2005). Sendo o manguezal um tipo de zona estuarina, nesse ambiente os rios deságuam no mar ao longo da costa litorânea, com interação de marés promovendo a fluência de nutrientes e ações metabólicas. Tangendo as particularidades que envolvem o bioma costeiro, as espécies lenhosas que habitam o mesmo, são altamente especializadas e adaptadas às condições abióticas específicas do local, sendo a parcela florística composta pelos gêneros *Rhizophora*, *Avicennia* e *Laguncularia* (CARVALHO, 2017). A flora fixa desse habitat é capaz de reter os nutrientes que provêm do ambiente, de microalgas conhecidas como fitoplâncton e da microflora bentônica. Essa por sua vez cria uma camada horizontal, com capacidade fotossintética, conferindo a uma zona estuarina de manguezal um ecossistema extremamente fértil (CLARCK, 1974), além de promover gradientes ambientais, onde há transição da salinidade entre a água doce dos rios e a água salgada dos mares (TWILLEY & RIVERAMONROY, 2005).

Diversos autores atribuíram a grande produtividade do manguezal aos processos distintos que nele ocorrem, e formam a sua estrutura, sendo alguns destes os processos de produção primária, respiração, rotatividade dos nutrientes, acúmulo de matéria orgânica e de forças secundárias, as quais estão relacionadas com fatores abióticos, como disponibilidade de água, variação da salinidade, incidência solar, solo, vento. As características dos manguezais configuram a ele uma grande plasticidade fenológica, de modo a se manterem, mesmo quando as condições ambientais variam consistentemente (CINTRON & SCHAEFFER-NOVELLI, 1992).

Sendo o Brasil detentor da segunda maior área de manguezal do mundo, a qual protege a linha costeira e a margem dos rios, com árvores e arbustos que bloqueiam e atenuam alterações ambientais, se faz relevante o estudo desse ecossistema, para que subsequente à proteção e restauração do mesmo seja efetivada, uma vez que zonas estuárias se encontram vulneráveis a degradação ambiental, tendo sua área destinada a diversos usos, como atividades industriais, pesqueiras, implementação de portos, uso para assentamentos urbanos, atração turística, e exploração mineral, ao qual seu uso desacerbado e sem planejamento, vem ocasionando impacto ambiental, como contaminação das águas e solo, alteração do ciclo de reprodução das espécies ali inseridas, disseminação de patógenos, perda de valor estético e paisagístico e perda de espécies de interesse econômico (ATLAS DOS MANGUEZAIS, 2018).

A crescente degradação ambiental e mudanças climáticas tornam a proteção dos mangues fundamental para que o litoral seja mantido íntegro, rico e biodiverso. Entretanto, a

falta de estudos ecológicos no ecossistema, bem como as interações com a entomofauna característica desse tipo de bioma, restringe a expansão das ações de restauração do mesmo em grandes escalas ambientais (ANGULO, 2005). Como alternativa e somando forças para reverter os quadros de degradação ambiental da costa litorânea o uso de organismos bioindicadores como os coleópteros, torna possível perceber a alteração do ambiente devido à resposta que os mesmos ofertam, compreendendo assim os fatores que atuam na sua ocorrência e na sua relação com o ecossistema, de modo a monitorar e conservar o bioma a partir da estima de sua sanidade ambiental (WOOD, 1982).

Diante do exposto, visando obter informações que possam auxiliar de modo a atenuar, ou reverter os quadros de degradação ambiental, o presente trabalho teve por objetivo realizar um levantamento bibliográfico do ecossistema manguezal, de três espécies de mangues (*Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa*), a características de seus metabólitos secundários e de grupos ordem coleóptera, visando o seu uso como bioindicadores para um diagnóstico ambiental.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O ECOSISTEMA MANGUEZAL

Alongi (2009) caracterizou o manguezal como uma faixa territorial de grande transição ecológica, sendo parte integrante do Bioma Costeiro que abrange todos os ecossistemas dispostos na faixa litorânea, faixa da qual ressoa entre o ambiente terrestre e marinho, tornando-se assim um sistema estrutural único e diverso, com importantes regiões ecológicas, sendo elas manguezais, restingas, brejos, ilhotas, baías, entre outros, possuindo grande variabilidade de espécies e características conforme estão dispostos ao longo da costa (YOKOYA, 1995). A sociedade carrega nos séculos atuais crenças deixadas pelos europeus que chegavam ao Brasil no então século XIX ao dar enfoque a grandes florestas como Amazônica e Atlântica, rendidos aos encantos da beleza, e diversidade dessas florestas, abrilhantada de cores e formas, ignorando assim a ecologia dos manguezais (SOFFIATI, 2006).

O homem, desde muito antigamente desfrutou dos estuários para que pudesse navegar, pescar e comercializar diversos bens e produtos. Ao longo da história, principalmente com a chegada do Europeus, essas ações antrópicas impactaram sobre os estuários, era necessário eliminar os manguezais para que as expedições fossem realizadas, portos fossem instalados e a região pudesse ser expandida, como dito por (MOSCATELLI, 1999).

O manguezal é um ecossistema que está situado em estuário e lagunas. Devido a sua distribuição costeira, o mesmo é considerado um ecossistema associado da Mata Atlântica (RIZZINI, 1979). No Brasil, ocorre em quase todo o litoral (KJERFVE & LACERDA, 1993). O Atlas dos Manguezais do Brasil (2018), configurou a esse nicho ecossistêmico 92% do que compreende a faixa litorânea do Brasil (Figura 1), se tornando parte principal para a preservação geomorfológica da área costeira, equilibrando a manutenção da vida e da biodiversidade, como também os recursos caiçaras.



Figura 1. Mapa de distribuição dos manguezais na costa Litorânea do Brasil. **Fonte:** Atlas dos Manguezais, 2018.

Os estuários são conhecidos por formar a faixa transicional tendo como principal característica o deságue de rios no mar (OLIVEIRA, 2001; HARTMANN, 2001). Quando o deságue do rio se ramifica até o mar denomina-se a formação de Delta (OLIVEIRA, 1993). O encontro de rio e mar pode apresentar uma depressão próximo, o acúmulo de água promove a formação conhecida como laguna (FULGÊNCIO, 2007).



Figura 2. Tipos de Zonas de estuário, (a) Estuário manguezal (b) Delta, (c) Laguna. **Fonte:** Google Earth, 2021.

O manguezal sendo um ecossistema estuarino que sofre influência da salinidade e sedimentação conforme a maré atua dentro do sistema, sob ação dos ventos, propicia o aumento mineral e desenvolvimento de plantas semiaquáticas (ISAAC, 2006). As plantas que compõem a vegetação dos manguezais são halófitas, sendo adaptadas a essa variação da salinidade e sedimentação (FERNANDES & PERIA, 1995; VANUCCI, 1999). Desenvolveram estruturas com funções específicas a fim de garantir a sobrevivência diante de condições adversas e severas encontradas nessa faixa de transição do litoral (LUGO et al., 2014).

Os manguezais são deficientes em oxigênio e ricos em matéria orgânica, proveniente da grande quantidade de serapilheira produzida, tanto na área procedente do manguezal como nas regiões circundantes. A sedimentação que ocorre no manguezal, traz consigo característica

argilosa, entretanto a vegetação cresce em diversos tipos de solo, sendo ele variável de acordo com os caracteres da região ao qual está inserido, tendo diferentes texturas e composições, até mesmo espécies com preferências e exigências (KATHIRESAN & BINGHAM, 2001; VANNUCCI, 2001).

Alongi (2009), considerou os manguezais como os ecossistemas com maiores níveis de produção de carbono do planeta, mesmo quando comparados com as florestas tropicais, porém apresentam número reduzido de variedade dos espécimes vegetativos. A transição que ocorre entre o ambiente terrestre e o aquático, é influenciada pela variação de marés (EWEL et al., 1998). Essa mesma maré, carrega pequenos insetos, larvas, sementes, folhas, frutos, e uma infinidade de vida marinha, além de controlar o sal que entra e sai do manguezal. Apesar da diversidade do ecossistema manguezal, não se deve considerar apenas a riqueza de espécies, mas também a heterogeneidade estrutural e funcional do ambiente (SOARES et al., 2005). Assim, todo o sistema em conjunto fornece diferentes serviços ecológicos (EWEL et al., 1998; TOGNELLA-DE-ROSA et al., 2006).

Cintrón (1987) caracterizou os manguezais como sistemas primários altamente produtivos, onde a energia gerada é proveniente de fluxos externos, a água do mar cuja temperatura é inferior a água doce, que por sua vez é menos densa, entram no estuário abaixo da água doce de modo a levantar os sedimentos. Conforme a água doce e a água salina se agitam, resultam em um processo de floculação, formando um solo lodoso ao sedimentar (RODRIGUES, 1998). Estando constantemente sobre a influência da variação de diversos fatores que neles ocorrem, podem oferecer serviços, produtos, que em virtude dos benefícios tem agregação de valor econômico (CINTRÓN, 1987).

Outros autores como Coelho & Novelli (2000), ditam como alguns destes benefícios, produtos e serviços: a matéria orgânica que se deposita tornando base da cadeia trófica. A sedimentação proveniente da floculação e da matéria orgânica é habitada por plantas e animais que formam a biota do ecossistema estuário manguezal (CINTRON & SCHAEFFER-NOVELLI, 1983). A região se torna área de abrigo, reprodução, desenvolvimento e alimentação de várias espécies, até para aves migratórias, diversos estudos apontam que grande parte das espécies comercializadas, em algum momento da sua existência usam o manguezal como abrigo. Em diversos levantamentos realizados, a pesca é considerada atividade essencial e tradicional dos povos caiçaras que tornam a região costeira sua fonte de subsistência, sendo também a responsável por movimentar a economia da região (ISAAC, 2006).

Diante dos benefícios do estuário manguezal, o ecossistema age como atenuante as alterações que ocorrem na costa litorânea, protegendo o mesmo, já que nesta região os processos erosivos são latentes, sob ação de assoreamento dos corpos d'água e calhas de rios, auxiliam na manutenção da biodiversidade, tratamento de afluentes, com forte apelo cênico e paisagístico, as espécies de mangue servem de berçário para outros organismos, principalmente a fauna que encontra o ambiente ideal, com pouco ou nenhum efeito do mar, garantindo assim a reprodução de outras espécies, entretanto sofre com o acúmulo de resíduos, lixos trazidos pelas marés.(ATLAS DOS MANGUEZAIS, 2018). O acúmulo de substâncias tóxicas, como resíduos e todo tipo de descarte no ambiente pode ter seus efeitos multiplicados a longo prazo, atingindo inclusive a saúde humana. (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

Lugo et al., (2014), os manguezais se encontram ao longo de gradientes ambientais, em diferentes escalas de desenvolvimento, ao qual no âmbito global, correspondem aos gradientes de temperatura, forma latitudinal e também deve-se considerar o gradiente de sal do substrato nesse tipo de ecossistema. De todo modo, a forma que o ecossistema interage com os gradientes globais e locais, e as suas respostas perante essas interações, vão ocorrer limitações ou modificações no sistema, bem como variação no gradiente de recursos, no gradiente de salinidade, no gradiente de alagamento, entre outros (TWILLEY & RIVERAMONROY, 2005).

A precipitação também é um fator que interfere no sistema estuário, uma vez que a biodiversidade depende da incidência de chuva na região, a mesma carrega sedimentos para o estuário (SEMENIUK, 1983). O clima condiciona a temperatura e a precipitação da região, a temperatura baixa reduz a incidência de espécies na composição do ecossistema, o que confirma a grande distribuição do ecossistema em zonas tropicais (KRAUSS et al., 2008).

Posto isso, qualquer tipo de modificação no gradiente implicará em mudanças na estrutura e na função do manguezal, deste modo, ao estimar quantitativos correspondentes a estrutura e função do manguezal, as respostas dos gradientes ambientais fornecem dados capazes de prever qual o comportamento e modo que o ecossistema terá diante da sua alteração (TWILLEY E RIVERAMONROY, 2005).

No entanto, cabe esclarecer, que ocorrem manguezais em condições alheias a estes cinco requisitos (Tabela 1). Mas ao menos duas delas são consideradas imprescindíveis a sua formação, a temperatura e a baixa energia marinha (FELLER & SITNIK, 1996).

Tabela 1. Melhor grau de desenvolvimento dos manguezais. **Fonte:** A Autora (2021), adaptado de WALSH (1974) e SILVA (2005).

| Requisito | Descrição |
|-----------|---|
| 1 | Temperaturas tropicais, com temperatura média do mês mais frio superior a 20 °C (entretanto, a amplitude térmica anual não deve exceder a 5 °C). |
| 2 | Solos constituídos predominantemente de silte e argila e alto teor de matéria orgânica |
| 3 | Áreas abrigadas, livres da ação de marés fortes |
| 4 | Presença de água salgada, pois as plantas de mangue são halófitas facultativas e dependem desse requisito para competir com as glicófitas que não toleram a salinidade. |
| 5 | Elevada amplitude de marés. |

Cabral (2003) descreve os manguezais quanto a distribuição, estando disposto no globo terrestre nas regiões intertropicais, entre o Trópico de Câncer e Capricórnio (Figura 3), abrangendo 12 países, sendo Brasil, Indonésia e Austrália, detentores das maiores frações de ecossistemas manguezais. A área de cobertura estimada para comunidades de manguezal varia entre 10 e 18 milhões de hectares (KATHIRESAN & BINGHAM, 2001; LUTTGE, 2008; SPALDING et al., 2010).



Figura 3. Localização do ecossistema manguezal no globo terrestre. **Fonte:** Adaptado de educação ambiental sobre manguezais, 2018.

Em escala global, os manguezais se encontram na costa oeste de continentes entre trinta graus de latitude ao norte e ao sul, necessitam de água e não toleram ventos fortes, tal característica é ocasionada pela sensibilidade das espécies de manguezal ao frio, segundo sendo um fator condicionante para a propagação do ecossistema (MASTALLER, 1990).

Em toda a extensão que compreende o ecossistema manguezal, as regiões do Nordeste e Sudeste do Brasil, são as que sofrem de forma mais abundante com a urbanização que avança nas regiões costeiras, e assim fragmentam o ecossistema (LACERDA, 1984). Em 2007, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística constatou que grande parte da faixa que forma o bioma costeiro tem em sua disposição, grandes centros urbanos, cidades, que estão sob influência da ação do homem.

Tendo os manguezais em caráter de ameaça devido à expansão industrial, urbana e portuária a qual gera desmatamento, poluição ambiental, crimes e acidentes ambientais, a atuação do mercado imobiliário, como também extração de madeira; terras para agricultura; contaminação por metais pesados; pesca predatória; poluição por dejetos sanitários. O ecossistema manguezal contribui de forma significativa para a estabilização da linha de costa, do mesmo modo que reduz o impacto de fenômenos extremos, como em tempestades, furacões e tsunamis (LACAMBRA et al., 2008, ALONGI, 2008, KRAUSS, 2009, ZHANG et al., 2012; MCLVOR et al., 2012). É observado também a redução da incidência de desastres naturais, como também a oferta de serviços e bens de uso social, principalmente para as comunidades locais (GIRI et al., 2008).

2.1.1 LEIS DE PROTEÇÃO AOS MANGUEZAIS

Os manguezais são ainda um indicador da qualidade ambiental, principalmente no que se refere à deterioração de fauna e flora. Neste sentido, tais especificidades asseguram a estes ambientes proteção legal, com leis específicas em prol de sua conservação e preservação. A vegetação dos manguezais é um elemento importante no que diz respeito à contenção de erosão continental trazida à costa, e também no barramento de sedimentos trazidos pelo mar para o continente. (ATLAS DOS MANGUEZAIS, 2018). O homem, ao longo de sua existência, vem provocando alterações no ambiente, transformando paisagens estruturadas em ambientes

simplificados e, conseqüentemente, reduzindo a biodiversidade. Essa transformação pode, ainda, levar à exclusão de espécies-chave dos ecossistemas, afetando a flora, a fauna, as relações ecológicas entre os organismos e prejudicando a qualidade de vida no planeta e a deles mesmos (DIDHAM, 1997). Logo, ao sustentar intensa atividade biológica no ecossistema, assume-se importância para as comunidades costeiras locais, servindo de base para a subsistência das mesmas (FALCÃO, 2005).

Pode-se considerar o ecossistema manguezal como indicadores de qualidade ambiental, visto que se referem ao modo como a flora e fauna tem o seu estado alterado para um padrão que não é considerado o original ou adequado, sendo assim ambientes que tem em sua abrangência esse tipo de ecossistema, no âmbito legal adquirem proteção, com leis que atenuem os danos, os primeiros passos que definiram o ecossistema manguezal ocorreram no ano de 1985 quando a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, Decreto nº 89336, de 31 de abril de 1984 e a Resolução CONAMA nº4, de 18 de setembro estabeleceu em seu art. 2º Para efeitos desta Resolução são estabelecidas as seguintes definições: [...] n. Manguezal - ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos sujeitos à ação das marés localizadas em áreas relativamente abrigadas e formado por vasas lodosas recentes às quais se associam comunidades vegetais características; [...]

O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, foi uma das primeiras Leis Ambientais onde as Zonas Costeiras tiveram atenção, voltadas para o seu uso sustentável, a Lei 7.661 de 16 de maio de 1988, determinou um Programa do Governo Federal para orientar e delinear os usos da região costeira, de modo que a sua proteção e seus valores sociais fossem preservados. Tornou -se então através da Constituição Federal de 1988, a zona costeira como Patrimônio Nacional, sendo o mar e seus recursos naturais, bens da união, sendo assim:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 4º. A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente, formatou diversas resoluções com afimco de que os manguezais tivessem suas áreas protegidas, até a resolução CONAMA Nº 10, DE 1º de outubro de 1993, não havia nenhum direcionamento específico para caracterizar o ecossistema manguezal, onde a uso das atribuições que lhe são conferidas, resolve:

Art. 5º. As definições adotadas para as formações vegetais de que trata o artigo 4º, para efeito desta Resolução, são as seguintes: I - Manguezal - vegetação com influência fluviomarina, típica de solos limosos de regiões estuarinas e dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os Estados do Amapá e Santa Catarina. Nesse ambiente halófito, desenvolve-se uma flora especializada, ora dominada por gramíneas (*Spartina*) e amarilidáceas (*Crinum*), que lhe conferem uma fisionomia herbácea, ora dominada por espécies arbóreas dos gêneros *Rhizophora*, *Laguncularia* e *Avicennia*. De acordo com a dominância de cada gênero, o manguezal pode ser classificado, em mangue vermelho (*Rhizophora*), mangue branco (*Laguncularia*) e mangue siriúba (*Avicennia*), os dois primeiros colonizando os locais mais baixos e o terceiro os locais mais altos e mais afastados da influência das marés. Quando o mangue penetra em locais arenosos denomina-se mangue seco.

Em 1998, Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro fixou sanções, dispondo sobre as formas penais e administrativas proveniente de ações lesivas ao meio ambiente, resolve: Art. 50. Destruir ou danificar florestas nativas ou plantadas ou vegetação fixadora de dunas, protetora de mangues, objeto de especial preservação. Em 2002 a Resolução CONAMA n. 303, de 20 de março que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites das Áreas de Preservação Permanente, somente no ano de 2006, os mangues foram introduzidos na resolução CONAMA de nº 369, de 28 de março de 2006 onde: § 1º. É vedada a intervenção ou supressão de vegetação em APP de nascentes, veredas, manguezais e dunas originalmente providas de vegetação, previstas nos incisos II, IV, X e áreas protegidas.

Devido a sua relevância em âmbito internacional o ecossistema manguezal tem sido foco de diversas leis que visam a sua proteção bem como sua preservação, a Organização das Nações Unidas - ONU, é responsável por estabelecer padrões e critérios de proteção que vigorem de forma igualitária para todos, deste modo, diversas convenções internacionais foram convocadas a fim de mediar as questões que envolvem o ecossistema manguezal, seu clima e biodiversidade, através de leis que apesar de não serem específicas descrevem as diretrizes a serem seguidas (Tabela 2).

Tabela 2. Leis de proteção em âmbito internacional que abrangem o ecossistema manguezal.

| | Decreto | Descrição |
|--|---|--|
| Convenção sobre a diversidade Biológica | Decreto Legislativo nº 2, de 1994 | Aprovou um acordo internacional para tratar da proteção e uso de diversidade biológica de acordo com as características de cada país. |
| Convenção sobre o comércio internacional das espécies de fauna e flora selvagens em perigo de extinção (CITES) | Decreto Legislativo nº 54, de 1975 | Aprovou a regulamentação do comércio de espécies da fauna e flora em âmbito internacional, considerando o iminente risco de extinção, de modo que os países produtores ou consumidores têm a sua devida responsabilidade acerca dos processos produtivos e o risco causado à população; e também licenças que permitem a importação e exportação. |
| A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas | Decreto nº 2.652 de 01 de julho de 1998 | Aprovou um acordo internacional com objetivo de atenuar, estabilizar os gases que causam o efeito estufa na atmosfera, tornando assim o meio ambiente impróprio para a vida, devido às ações antrópicas do homem, de modo a gerar alterações climáticas. |
| Convenção das nações unidas sobre o direito do mar | Decreto nº 99.165, de 12 de março de 1990 | Aprovou o reconhecimento, com a devida consideração da soberania de todos os Estados, uma ordem jurídica para os mares e oceanos que facilite as comunicações internacionais e promova os usos pacíficos dos mares e oceanos, a utilização equitativa e eficiente dos seus recursos, a conservação dos recursos vivos e o estudo, a proteção e a preservação do meio marinho |

Convenção sobre a
proteção de Zonas
úmidas

Decreto nº 1.905 de
16 de maio de 1996

Aprovou o tratado intergovernamental criado para a proteção dos ambientes e habitats aquáticos e aves aquáticas, reconhecendo a interdependência do homem e do seu ambiente; considerando as funções ecológicas fundamentais das zonas úmidas enquanto reguladoras dos regimes de água e enquanto habitats de uma flora e fauna características, especialmente de aves aquáticas, conscientes de que as zonas úmidas constituem um recurso de grande valor econômicos, cultural, científico e recreativo, cuja perda seria irreparável. Desejando atual e futuramente, à progressiva invasão e perda de zonas úmidas

Fonte: Autora, 2021 adaptado de <http://www.planalto.gov.br/> e Atlas dos manguezais (2018).

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, tem implementado políticas públicas para que as regiões úmidas, as quais estão inseridos os ecossistemas manguezais tivessem suas áreas em estado de conservação, principalmente quanto ao uso dos recursos em virtude de pesca e carcinicultura, sendo a resolução CONAMA nº 312, de 10 de outubro de 2002, dispendo sobre o licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinicultura na zona costeira, nos termos:

§ 4o, art. 225 da Constituição Federal, é patrimônio nacional e que sua utilização deve se dar de modo sustentável e em consonância com os critérios previstos na Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988; Considerando a fragilidade dos ambientes costeiros, em especial do ecossistema manguezal, área de preservação permanente nos termos da Lei nº 4.771, de 15 de setembro 1965, com a definição específica cada no inciso IX, art. 2o da Resolução do CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002, e a necessidade de um sistema ordenado de planejamento e controle para preservá-los; Considerando a função socioambiental da propriedade, prevista nos artigos 5o , inciso XXIII, 170, inciso VI, 182, § 2o , 186, inciso II e 225 da Constituição Federal; [...]Considerando que a atividade de carcinicultura pode ocasionar impactos ambientais nos ecossistemas costeiros; Considerando a importância dos manguezais como ecossistemas exportadores de matéria orgânica para águas costeiras o que faz com que tenham papel fundamental na manutenção da produtividade biológica; Considerando que as áreas de manguezais, já degradadas por projetos de carcinicultura, são passíveis de recuperação; Considerando as disposições do Código Florestal, instituído pela Lei nº 4.771 de 1965, do Decreto Federal nº 2.869, de 9 de dezembro de 1998, do Zoneamento Ecológico- Econômico, dos Planos de Gerenciamento Costeiro, e da Resolução CONAMA nº 303, de 2002, resolve: Art. 1o O procedimento de licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinicultura na zona costeira obedecerá ao disposto nesta Resolução, sem prejuízo de outras exigências estabelecidas em normas federais, estaduais e municipais; Art. 2o É vedada a atividade de carcinicultura em manguezal.

O Ministério do Meio Ambiente instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação através da Lei no 9.985, de 18 de junho de 2000, regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, visando a proteção e preservação dos recursos naturais, nos termos:

Art. 4º-O SNUC tem os seguintes objetivos: I - contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais; II - proteger as espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional; III - contribuir para a

preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais; IV - promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais; V - promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento; VI - proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica; VII - proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural; VIII - proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos; IX - recuperar ou restaurar ecossistemas degradados; X - proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental; XI - valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica; XII - favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico; XIII - proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente; Art. 7º As unidades de conservação integrantes do SNUC dividem-se em dois grupos, com características específicas: I - Unidades de Proteção Integral; II - Unidades de Uso Sustentável; Art. 22-A. O Poder Público poderá, ressalvadas as atividades agropecuárias e outras atividades econômicas em andamento e obras públicas licenciadas, na forma da lei, decretar limitações administrativas provisórias ao exercício de atividades e empreendimentos efetivo ou potencialmente causadores de degradação ambiental, para a realização de estudos com vistas na criação de Unidade de Conservação, quando, a critério do órgão ambiental competente, houver risco de dano grave aos recursos naturais ali existentes.

Em 2006, o decreto nº 750, de 10 de fevereiro de 1993, (revogado pelo Decreto nº 6.660, de 2008) que dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica, e dá outras providências, foi substituído pela Lei Federal nº 11.428/2006, em termos:

Art. 2º Para os efeitos desta Lei, consideram-se integrantes do Bioma Mata Atlântica as seguintes formações florestais nativas e ecossistemas associados, com as respectivas delimitações estabelecidas em mapa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, conforme regulamento: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual, bem como os manguezais, as vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste. (Vide Decreto nº 6.660, de 2008).

Em 2012 a Lei de 12.651, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, nos termos do:

Art. 1º-A. Esta Lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos. Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

A mesma Lei incluiu os manguezais e apicum como Áreas de Proteção Permanente, nos termos:

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por: XIII - manguezal: ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência fluviomarinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os Estados do Amapá e de Santa Catarina; XIV - salgado ou marismas tropicais hipersalinas: áreas situadas em regiões com frequências de

inundações intermediárias entre marés de sizígias e de quadratura, com solos cuja salinidade varia entre 100 (cem) e 150 (cento e cinquenta) partes por 1.000 (mil), onde pode ocorrer a presença de vegetação herbácea específica; XV - Apicum: áreas de solos hipersalinos situadas nas regiões entre marés superiores, inundadas apenas pelas marés de sizígias, que apresentam salinidade superior a 150 (cento e cinquenta) partes por 1.000 (mil), desprovidas de vegetação vascular;

Deste modo é possível observar um cenário evolutivo sobre a regulamentação, definição e caracterização dos manguezais e outros ecossistemas relacionados ao litoral no âmbito legal e jurídico, uma vez que as diretrizes não se valiam tão claras e acolhedoras com a realidade impelida pelo ecossistema.

2.2. SEDIMENTO DOS MANGUES

Ao olhar o ecossistema manguezal como um conjunto de condições favoráveis para o seu estabelecimento, é possível perceber como diversos organismos inseridos no habitat são extremamente dependentes dessas condições únicas encontradas no ecossistema. O principal fator de influência que atua no mangue são as marés, de tal modo que a taxa de salinidade que vai atuar no ambiente, depende constantemente do quantitativo de água do mar que entra e sai da faixa do manguezal. Essa mesma maré carrega pequenos insetos, larvas, sementes, folhas, frutos, e uma infinidade de vida marinha, além de controlar o sal que entra e sai do manguezal (EWEL et al., 1998).

Quando tratamos de um ambiente aquático, tudo que é carregado, de algum modo contribui com a sedimentação que ocorre no manguezal, tanto as comunidades associadas a esse tipo de habitat conhecidas como comunidades bentônicas, como micro e macrofauna, já que os processos envolvidos e toda a matéria orgânica é base da cadeia alimentar, relatado por, (CHAPMAN, 1990; MARIANA, 2006). A sedimentação do mangue atua como uma reserva bioacumuladora e de transferência de nutrientes, podendo fornecer dados importantes do momento e um histórico do seu perfil, ao considerar que a deposição dos sedimentos forma camadas subsequentes. Deste modo a oxigenação pouco abundante devido a deposição de sedimentos, induz a projeção das raízes em direção à atmosfera (LANDRUM, 2003; MOZETO, 2004; MARIANA, 2006),

Em seus estudos Ponnampertuma (1972) e Ferreira (2002), determinaram alguns fatores como principais causadores da variação do metabolismo dos sedimentos dos manguezais, sendo eles delineadores do meio, já que os diferentes processos relacionados a decomposição da matéria orgânica que ali ocorrem, dependem das condições físico químicas delineadas pelo meio. Alguns destes fatores são: disposição da matéria orgânica, distribuição das chuvas, periodicidade das marés e também temperatura.

O alagamento imposto pelo aumento das marés, altera constantemente o PH, as reações químicas, os processos físicos e o equilíbrio existente entre os diversos minerais. Grande parte de tudo que é carregado e sedimenta com a oscilação das marés, permanece aprisionado na região do estuário, deste modo por não retornar ao mar, propicia o desenvolvimento de espécies de valor econômico (CINTRON & SCHAEFFER-NOVELLI, 1983).

Diversas reações químicas atuam de forma complexa, envolvendo uma particularidade de elementos do sistema, todavia cabe ao ferro e ao enxofre a atuação mais importante para os ciclos biogeoquímicos presentes nos manguezais como dito por (HOWARTH, MERKEL, BREEMEN; BUURMAN, 1998; FERREIRA, 2005). É possível encontrar estudos, onde a fauna e a flora atuam como contribuintes para as variações físico químicas dos ambientes, tendo em vista as atividades naturais que exercem sobre o meio. Algumas espécies de mangue são capazes de absorver oxigênio que é depositado na superfície de sedimentos, sendo conduzidos

através das partes radiculares, possibilitando a difusão e as reações químicas naturais; bem como a atividade de fauna, que também exerce papel importante, uma vez que algumas espécies de caranguejos constroem galeria em busca de alimentos, transportando matéria orgânica não decomposta para as camadas mais profundas (HINES; JONES, 1985; FERREIRA, 2005).

Os manguezais são conhecidos por seu odor forte, muitas vezes associado ao cheiro de podridão, esse tipo de ecossistema tem solos salinos e lamacentos (Figura 4), com sedimentação, resultado da mistura dos sais que vem na água do mar, da deposição de matéria orgânica que é carregada, dos processos físicos que ocorrem e dão origem a coloração acinzentada, conhecido também como gleização (MARQUES, 2010).



Figura 4. Solo do manguezal do Rio Paraíba **Fonte:** Adaptado de Atlas dos Manguezais (2018).

O ecossistema manguezal é dito como referência representativa para constatar as atividades dinâmicas geomorfológicas que influenciaram e acenderam o ambiente costeiro e estuarino (MEIRELLES, 2002). O aplainamento do relevo e das paisagens costeiras contribui de modo que a deposição de sedimentos seja favorecida, tornando-se parte da composição do substrato e conseqüentemente do estuário (FERNANDES, 2006).

2.3. CARBONO AZUL

As florestas de mangue são capazes de fornecer diversos serviços e funções, sendo considerados grandes ecossistemas subtropicais e tropicais, como afirmado por (SPALDING et al, 2010). Sendo consideradas as florestas mais abundantes em carbono e ricas em produtividade e de valia biológica. Todavia é sabido da necessidade de medidas que preservem a cobertura florestal, visto que estão em constante desmatamento, principalmente em ecossistemas protegidos, não só pelos bens oferecidos à sociedade, bem como a proteção dos ambientes costeiros e marinhos (GIRI et al., 2011; CHEN et al., 2017).

Em 2018 o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBIO, considerou que os ecossistemas de vegetação costeira ao qual se inclui: pântanos de sal, manguezais (Figura 5) e pradarias marinhas, carregam consigo o título de maiores sequestradores de carbono e acúmulo de sedimentos, de tal modo que mesmo ao ser comparado as florestas tropicais, boreais e temperadas, as mesmas não possuem a mesma eficiência (MCLEOD et al., 2011). O carbono que é armazenado, sequestrado e liberado pelos ecossistemas costeiros, ganhou uma denominação distinta, é chamado de carbono azul (HERR et al., 2012).

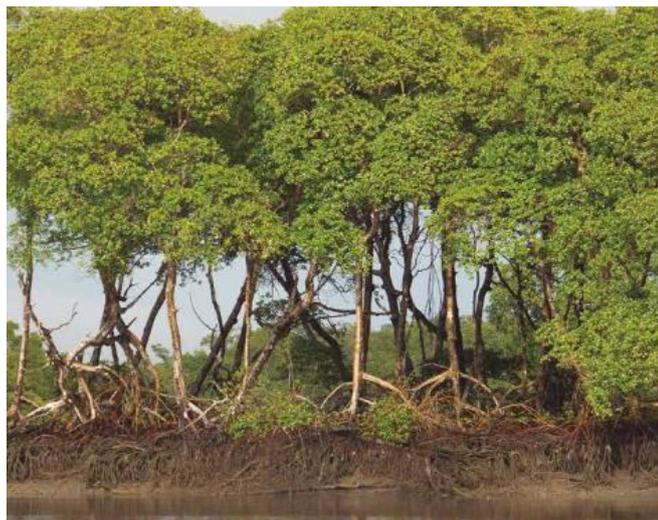


Figura 5. Manguezal em Reserva Extrativista Cassurubá. **Fonte:** Atlas dos Manguezais, 2018.

Sabendo então que os manguezais têm relevância no sequestro e estocagem de carbono, na biomassa e também no solo, ao considerar o quantitativo de carbono que se encontra presente no sistema, incluindo a biomassa que é depositada de forma subterrânea, há nos manguezais uma reserva por área consideravelmente mais elevada do que em qualquer outra floresta que se encontre na superfície terrestre, é sabido que manguezais e seus solos agregados, têm a capacidade de sequestrar cerca de 22,8 milhões de toneladas de carbono por ano (GIRI et al., 2011).

Alongi (2020), realizou um levantamento dos estoques de carbono em florestas de mangue que foram medidos em 52 países, sendo na América do Sul os principais estoques de carbono concentrados no Brasil, Colômbia Equador e Guiana Francesa. A Austrália e Indonésia nos estudos de distribuição dos manguezais ao longo do globo terrestre, estão com o Brasil no conjunto de países com maiores taxas territoriais de manguezais, deste modo é possível compreender que a proporção do manguezal dimensionalmente, não implica no quantitativo de estoque de carbono, o qual está associado com o clima, sendo as florestas tropicais úmidas, as detentoras das estimativas mais altas e mais baixas nos trópicos secos e nas regiões subtropicais e temperadas quentes. A estocagem de carbono no manguezal varia com a precipitação da região, sendo mais propícia nas regiões tropicais, conforme a floresta adquire mais idade, aumenta a sua quantidade de biomassa e como consequência, o seu estoque de carbono (CARVALHO, 2020).

Alongi (2020) indica que os manguezais possuem a maior taxa de estoque médio global de carbono, sequestrando grandes taxas de carbono quando considerado a sua área de distribuição global, entretanto a eficiência no sequestro de carbono orgânico e na mitigação da emissão de CO₂ é inferior, mesmo tendo taxas ainda bem menores quando comparadas as emissões globais. O sequestro de carbono realizado pelo ecossistema manguezal tem potencial para contribuir com medidas e ações mitigadoras, se as taxas de desmatamento se manterem abaixo dos quantitativos de emissões de CO₂, deste modo é possível atenuar o impacto das mudanças climáticas, tornando possível que países onde os manguezais estão mais suscetíveis a perdas, tenham as ações mitigatórias pontuais e eficazes.

2.4. ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS DE MANGUEZAIS - A FLORESTA ALAGADA

O manguezal em sua composição tem uma variação no porte da sua vegetação, de forma que é possível encontrar herbáceas, epífitas, bem como muitas plantas lenhosas, hemiparasitas e de hábito aquático. Uma parcela considerada grande da vegetação que é encontrada no mangue pertencem ao grupo Angiosperma, que possui a semente protegida por um fruto, tal característica é regida por um fenômeno reprodução chamado de viviparidade, diante do perfil desse habitat, a viviparidade propicia as sementes o benefício de se manterem fixas na “árvore mãe” até que se desarranjam as plântulas. Os propágulos que servem de reserva nutricional permitem a sobrevivência por períodos longos até que o ambiente se encontre favorável para que a plântula se desenvolva, como descrito nos estudos de (SCHAEFFER-NOVELLI, 1990).

No Brasil, existem três espécies principais de mangue, ao qual o termo corresponde ao grupo de árvores tropicais, que mesmo não sendo da mesma classificação botânica, compartilham características fisiológicas semelhantes, devido ao habitat que se encontram. A região à beira-mar onde as espécies de mangue estão dispostas em povoamento, se assemelham a grandes florestas. Sendo a região mais externa, diretamente ligada ao estuário, a zona estuarina ao ser inundada constantemente pelas marés, esboça na faixa litorânea distintas feições, os lavados, bosque de mangues e apicum. O lavado, também chamado de bosque de mangues, compreende a região onde estão dispostas as árvores de mangues, quando a maré baixa o solo lamacento fica exposto (Figura 6) de modo que é possível observar as raízes bem adaptadas, já a região mais interna, a qual não sofre efeito de borda, o alcance se dá somente quando a maré está alta, nesta feição do ecossistema, as plantas são desprovidas da vascularização característica do ecossistema, atuando como uma reserva de nutrientes, que vão possibilitar a manutenção natural do ecossistema, conhecida como apicum (Figura 7), já na região hipersalina, conhecida como salgado, não é possível encontrar vegetação (ATLAS DOS MANGUEZAIS, 2018).



Figura 6. *Rhizophora mangle*, conhecida popularmente como Mangue-vermelho. **Fonte:** Atlas dos Manguezais, 2018.



Figura 7. Distribuição de feições do manguezal, Ilha de Itaparica em Vera Cruz. **Fonte:** Adaptado de Hadlich (2009).

As espécies vegetais mais encontradas no Brasil são: *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* e *A. schaueriana* (ROCHA, 2008). Estas espécies possuem uma série de adaptações morfológicas e fisiológicas que as permitem dominar esse ambiente. A espécie *R mangle* é característica de solos lodosos, com raízes aéreas (Figura 8); *L. racemosa* encontrado em terrenos mais altos, de solo mais firme, associado a formações arenosas (Figura 9) e *A. schaueriana* (Figura 10), assim como a *Laguncularia* possui raízes radiais só que com pneumatóforos, sendo essas estruturas desenvolvidas e abundantes, capazes de realizar trocas gasosas (SCHAEFFER-NOVELLI, 1990).



Figura 8. Distribuição de feições do manguezal, Ilha de Itaparica em Vera Cruz. **Fonte:** Adaptado de Hadlich (2009).



Figura 9. Disposição da espécie *Laguncularia racemosa* no ecossistema, Mangue Branco. **Fonte:** Atlas dos Manguezais, 2018.



Figura 10. *Avicennia schaueriana*, conhecida popularmente como Mangue-Preto. **Fonte:** Atlas dos Manguezais, 2018.

As espécies de mangues se dispõem ao longo do manguezal de formas diferentes (Figura 11), da região mais alagada com influência predominante de maré alta, como também a maré baixa, para a região mais elevada, atingido somente com a presença da maré alta. Ainda tendo como base essa estrutura de divisão, a área mais externa conhecida como Zona I predomina o mangue vermelho (*R. mangle*); a Zona II, mais interna é dominada pelas espécies de mangue-preto (*A. schaueriana*) e mangue-branco. Sendo o mangue branco (*L. racemosa*) a espécie que melhor se desenvolve em regiões com baixa salinidade, próxima a canais, com maior influência de água doce (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000).

A zona III ou zona de apicum é atingida somente em marés com grande amplitude, como as de sizígia, o sedimento é arenoso e hipersalino, com isso é desprovida de vegetação. A zona IV ou zona de transição é o limite entre o ecossistema de manguezal e o terrestre, a salinidade tende a zero, é um terreno mais alto que não sofre inundação pela maré, com sedimento arenoso e a flora desta região é variável conforme o bioma ao qual o ecossistema está inserido, já que essa zona apresenta características mistas entre o manguezal e o continente, (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000).

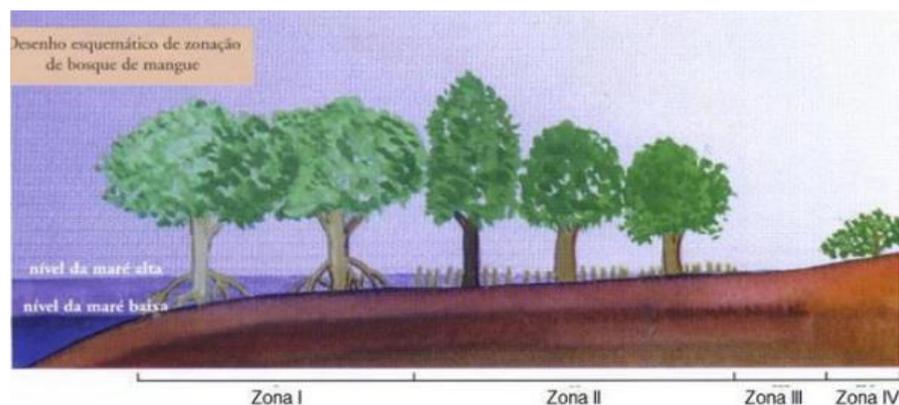


Figura 11. Esquema de zonação horizontal em manguezais. **Fonte:** Adaptado de Schaeffer-Novelli, 2004.

O domínio de *Laguncularia racemosa* é comumente observado quando comparado a outras espécies de mangues, tendo sido descrito (DORNELLES et al., 2006). O mangue branco tem bom desenvolvimento próximo das regiões subtropicais, cabe a temperatura, precipitação e variação das marés a influência sobre o desenvolvimento positivo da espécie (KILCA et al., 2001). Por sua vez, regiões onde a atuação do clima tropical, como o nordeste do Brasil, ao qual predominam outras características climáticas, é encontrado em relação a outras espécies do ecossistema em questão, o domínio de *Avicennia schaueriana*. (VALE, 2005). Em suas adaptações, há uma maior resistência a variação de temperatura e salinidade, quando comparada a *Laguncularia racemosa*, sendo esta intolerante a regiões de sombra (SCHAEFFER-NOVELLI, 1989). A presença de *Laguncularia racemosa* é observada em regiões onde há circulação de água doce (KILCA et al., 2001).

2.5 RHIZOPHORA MANGLE

Pertencente ao grupo de Família Rhizophoraceae, a espécie *Rhizophora mangle* (Figura 12), inclui 16 gêneros e 150 espécies, conforme descrito por (TOMLINSON, 1994). Em sua morfologia as folhas se encontram dispostas de forma oposta, elípticas, glabras, o corpo florístico é caracterizado como apópetala, diclamídeas e seu fruto se apresenta como glabro, castanho-escuro, é possível encontrar espécimes florescendo e frutificando durante todo o ano, (FRANCE et al., 1975).

Segundo Lorenzi (2002), as espécies arbóreas têm altura entre 5 e 10 m com tronco tortuoso de 20 a 30 cm de diâmetro a sua casca é fina e rugosa de cor acinzentada, as inflorescências são axilares com flores muito pequenas e frutos de 2 a 3 cm de comprimento com uma única semente que germina ainda na árvore-mãe.

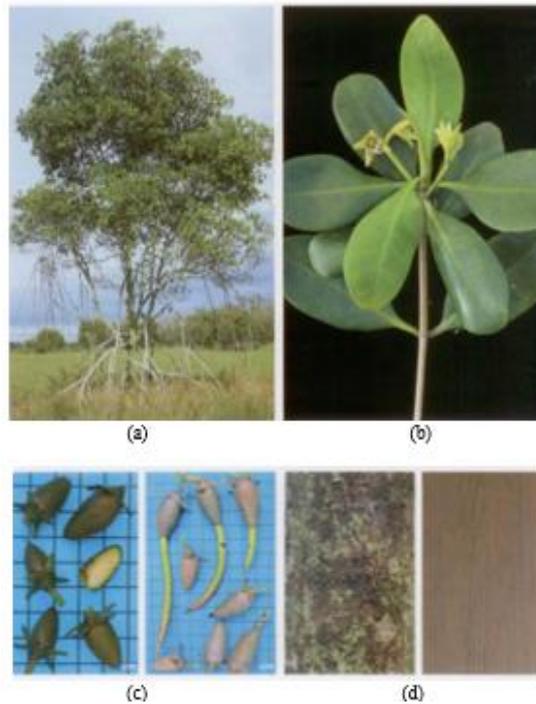


Figura 12. *Rhizophora mangle* (a); Folhas e inflorescência (b); Frutos e sementes (c); casca e superfície do tronco (d). **Fonte:** LORENZI (1992).

A casca lisa ao ser raspada ganha coloração vermelha, configurando a espécie então o nome popularmente conhecido como mangue-vermelho (Figura 13), seu sistema radicular é composto por rizóforos que partem dos troncos e ramos, em direção ao solo, se ramificando de forma sistemática de modo que a fixação do indivíduo no solo lodoso seja eficiente (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). Neste tipo de raízes (pneumatóforos), há estruturas especializadas chamadas lenticelas, cuja função é a respiração, A espécie reproduz-se através de sementes (propágulos) germinando ainda presas à planta-mãe, aumentando as chances da espécie se propagar (ELLISON, 2015). Quanto à tolerância de sal, o gênero é o segundo menos tolerante, com cerca de 50 partes de sal por mil partes de água. (FERNANDES et al., 1995).



Figura 13. Coloração do tronco, após raspagem de mangue-vermelho, *Rhizophora mangle*. **Fonte:** Adaptado de CRUSTA (Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos) – UNESP IB/CLP.

A ocorrência da espécie é do Amapá até Santa Catarina, nas restingas e mangues da orla Atlântica, onde é mais frequente nos estuários, baías e enseadas. A madeira é pesada e tem densidade de 1,21g/cm³, considerada dura ao corte, de textura fina, muito resistente ao apodrecimento. No litoral brasileiro é a espécie que mais avança dentro do mar, crescendo em terrenos onde as marés são mais baixas, deixando as raízes expostas, formando muitas vezes densas populações puras, nas partes mais rasas sofrem a competição de *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa*, na faixa de maré mais alta só ocorre em fraca densidade dando lugar a *Laguncularia racemosa*, a floração de *Rhizophora mangle* se dá de setembro a março, mesma época em que os frutos amadurecem e desprendem da árvore-mãe germinados (LORENZI, 2002).



Figura 14. Ocorrência natural da espécie *Rhizophora mangle* no Brasil. **Fonte:** Flora do Brasil (2020).

2.6. AVICENNIA SCHAUERIANA

Trata-se de uma espécie de mangue típica dos manguezais sul-americanos, *Avicennia schaueriana* Stapf & Leech. ex. Moldenke é da família Acanthaceae, conhecida popularmente como mangue-preto, é uma planta arbórea de médio porte com casca lisa castanho-claro, possui folhas esbranquiçadas na face abaxial devido à presença de minúsculas escamas. O gênero *Avicennia* foi incluído em Verbenaceae, com uma família à parte, Avicenniaceae (SOUZA, 2008). O sistema radicular se desenvolve horizontalmente, à altura das árvores variam entre 3 a 6 metros, com a copa mais ou menos regular e aberta, há tortuosidade no tronco com cerca de 20-35 cm de diâmetro, sendo revestido por uma casca quase lisa, com fissuras superficiais que descamam e liberam placas, a disposição da inflorescência é terminal de 4 a 7 cm de comprimento com flores esbranquiçadas e levemente perfumadas, os seus frutos são achatados de cor arroxeada, envolvendo uma única semente que chega a germinar ainda na árvore-mãe (LORENZI, 2002).

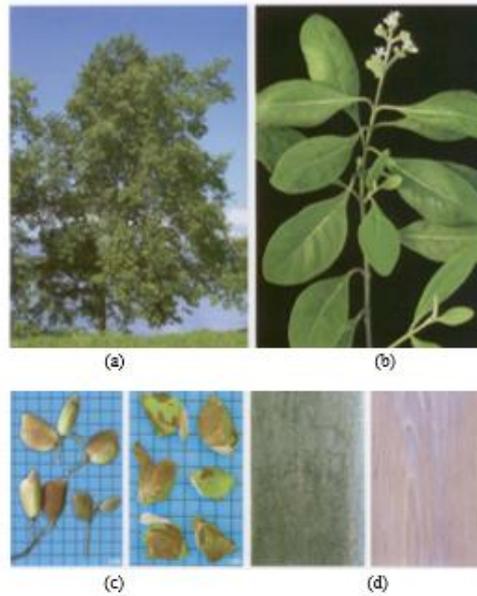


Figura 15. *Avicennia schaueriana* (a); Folhas e inflorescência (b); Frutos e sementes (c); casca e superfície do tronco (d). **Fonte:** LORENZI (1992).



Figura 16. Coloração do tronco, após raspagem de *Avicennia schaueriana* **Fonte:** Adaptado de CRUSTA (Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos) – UNESP IB/CLP.

Apresentam estruturas de respiração chamadas de pneumatóforos, são raízes horizontais e radiais logo abaixo da superfície, crescem num sistema radicular que se dispõe para fora do solo encharcado (geotropismo negativo), auxiliando na respiração da árvore (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). As raízes apresentam uma textura esponjosa capaz de realizar trocas gasosas eficientes (GONÇALVES e LORENZI, 2007).

A ocorrência de *Avicennia schaueriana* ocorre nas áreas de manguezais da costa brasileira, principalmente de Santa Catarina até o Ceará, a madeira da espécie tem densidade de média a pesada com aproximadamente $0,86\text{g/cm}^3$, sendo uma madeira muito difícil de trabalhar tendo em vista a textura grossa, possui uma baixa resistência ao apodrecimento, sendo suscetível a ataques de insetos, indicada apenas para o uso de tábuas destinadas a embalagens, a árvore cresce bem em áreas abertas com solos salinos, pode ser usada na arborização de áreas em culturas vizinhas ao mar, é uma planta seletiva característica exclusiva de floresta costeira de manguezal em terrenos encharcados a sua dispersão ela é ampla descontínua (Figura 17) e

irregular formando populações quase homogêneas, floresce a partir do mês de setembro prolongando-se até novembro e os frutos amadurecem em janeiro (LORENZI, 2002).



Figura 17. Ocorrência natural da espécie *Avicennia schaueriana* no Brasil. **Fonte:** Flora do Brasil (2020).

2.7. LAGUNCULARIA RACEMOSA

A *Laguncularia racemosa* (L.) CF Gaertn., é uma árvore que pode alcançar até 18 m de altura, seu tronco é áspero e fissurado. As raízes têm geotropismo negativo e portam pneumatóforos, para oxigenar os tecidos no solo alagado. Apresentam lenticelas, que também permitem a troca de gases entre a planta e o meio externo. O pecíolo de suas folhas é vermelho e seu florescimento ocorre entre janeiro e fevereiro. Os frutos são drupas vermelho-marrom, e as sementes são viáveis somente por 30 dias, a dispersão das sementes é por autocoria (SOUZA, 2008).

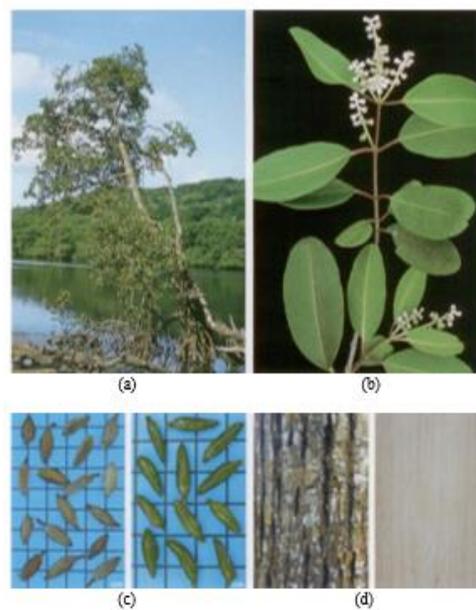


Figura 18. *Laguncularia racemosa* (a); Folhas e inflorescência (b); Frutos e sementes (c); casca e superfície do tronco (d). **Fonte:** LORENZI (1992).

A espécie *L. racemosa* tem altura de 3 a 5 m, com a copa totalmente regular e aberta, com troncos tortuosos de 20 a 30 cm de diâmetro, revestido por uma casca grossa e profundamente sulcada longitudinalmente com a cor acinzentada (Figura 19), as folhas são simples de lâmina elíptica e coriácea, a inflorescência é panícula terminal e axilar com cerca de 10 cm de comprimento, com flores de cor branca e fruto densamente sedoso, do tipo cápsula (SOUZA, 2008).



Figura 19. Coloração do tronco, após raspagem de *Laguncularia racemosa* **Fonte:** Adaptado de CRUSTA (Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos) – UNESP IB/CLP.

A ocorrência da espécie se dá em toda a costa brasileira, somado a *Rhizophora mangle* e *Avicennia schaueriana* compõe o ecossistema manguezal, a densidade da madeira é pesada com cerca de 0,89 g/cm³, apresentando textura fina e grã irregular, com ótima durabilidade a madeira é muito usada na construção civil, a casca tem 14% de Tanino, sendo utilizadas juntamente com as folhas em curtumes. É uma árvore típica de manguezais, exclusiva das restingas; estando continuamente sobre a influência direta ou indireta do mar, sementes germinam quando ainda na planta-mãe, floresce continuamente de setembro a janeiro. Tolerante altas taxas de salinidade, devido à presença de estruturas especializadas em eliminar o sal absorvido pela planta, localizadas nos pecíolos, chamadas de glândulas de sal. A distribuição da espécie se dá nos manguezais da costa oeste africana (do Senegal até Camarões), no Caribe e na costa atlântica americana da Flórida até o sul do Brasil (Figura 20), Em São Paulo ocorre nos mangues de todo o litoral, sul e norte, e está ameaçada devido à destruição destes (LORENZI, 2002).



Figura 20. Ocorrência natural da espécie *Laguncularia racemosa* no Brasil. **Fonte:** FLORA DO BRASIL (2020).

2.8. ASPECTOS FITOQUÍMICOS

Os vegetais têm em sua composição substâncias químicas, algumas destas substâncias estão presentes em todas as espécies e outras fazem parte da composição de alguns grupos botânicos específicos, que são produto de metabolismo primário e secundário, esses compostos químicos são influenciados pelo clima, composição do solo, período de desenvolvimento vegetativo, entre outros (CUNHA, 2014).

O manguezal é um nicho ecológico, inóspito, considerado rude e rigoroso para algumas espécies de vida, deste modo se torna um ecossistema de excelência para a investigação de novos produtos e matéria prima, ofertados pela natureza do ambiente, já que as características do meio forçam as populações de vegetais a se adaptarem de forma fisiológica e química, de modo a garantir a sua sobrevivência e perpetuação da espécie, as plantas que habitam os manguezais coexistem e necessitam admitir a presença de animais e microrganismos (ATLAS DOS MANGUEZAIS, 2018). O processo adaptativo proveniente da evolução química permite que novas substâncias surjam (MENDONÇA et. al., 2009). Os compostos químicos encontrados nas plantas são fruto de reações anabólicas e catabólicas oriundos da via metabólica, esses compostos garantem a sobrevivência da planta, tendo em vista que as mesmas não podem se locomover do ambiente ao qual estão inseridas. A glicose serve de matéria prima para a formação dos metabólitos primários e secundários (WASTOESKI, 2018). Os metabólitos atuam de forma estrutural, plástica e como reserva de energia (TAIZ e ZEIGER, 2006), sendo responsável pela síntese de celulose, lignina, proteínas, lipídeos, açúcares e outras substâncias importantes para a realização das funções vitais, as plantas também apresentam o chamado metabolismo secundário (CHAMPEET al., 2008).

Os metabólitos secundários possuem grande especificidade com importante atuação na evolução dos vegetais e interações com todos os tipos de seres vivos. Esses compostos geralmente estão relacionados com a proteção dos vegetais e as variações de estresse sofridas, bióticas e abióticas, além de serem usadas pela indústria biofarmacêutica, de corante e aroma (RASKIN et al., 2002). Os metabólitos secundários produzidos pelas plantas são classificados, sendo os compostos nitrogenados, fenólicos, terpenos (CUNHA et al., 2016). Considerados como três grandes famílias de moléculas bioativas (BEHLING et al., 2004).

Os metabólitos secundários estão sob influência da região e localidade, solo, temperatura, salinidade, quantitativo de poluentes, patógenos e herbívoros, é relevante salientar que os fatores fenotípicos atuam determinando quais funções a espécie vegetal apresentara diante do local, sendo deste modo variável conforme a localidade (EDREVA et al., 2008; SILVA et al., 2010). Além disso, os metabólitos secundários podem ser extraídos em diferentes polaridades, conforme a propriedade do solvente, sendo de caráter orgânicos ou inorgânicos, configurando assim diferentes atividades biológicas (SILVA et al., 2010; TAN et al., 2011).

O nível produtivo e a variabilidade que os metabólitos secundários podem ser apresentados e avaliados diante das condições diferentes de luminosidade, incidência solar, temperatura, precipitação, nutrição e disponibilidade de água, sendo os monoterpenos, sesquiterpenos os mais vulneráveis dentre os metabólitos secundários as alterações implicadas pelos fatores abióticos. De modo geral a luminosidade afeta a disponibilidade de monoterpenos, reduzindo a sua produção, a precipitação por sua vez afeta de forma variável, dependendo da espécie. Os terpenos podem ser estimulados a produção quando submetidos a pequenas variações de temperatura, quando exposto de forma excessiva a esse fator, tem uma redução na produção dos terpenos, assim como o aumento nas taxas de nitrogênio e fósforo disponível no solo aumenta o rendimento no conteúdo de óleos essenciais. (LIMA, 2003). São considerados o maior grupo de extrativos (DEWICK, 2009).

Os compostos químicos conhecidos como monoterpenos apresentam grande uso como herbicida, pesticida e agente antimicrobiano, uma das principais substâncias envolvidas na composição dos óleos essenciais, excelentes para a indústria de cosméticos, sendo biodegradável (SILVA, 2005). A organização estrutural dos terpenos está baseada nas unidades de carbono, sendo: unidades de isopreno - C₅H₈, normalmente ligação 1\4 (LOOMIS; CROTEAU, 2014).

Guenther (1997) citou outros fatores que podem influenciar a emissão desses terpenos como: idade da folha, eventos fenológicos, acúmulo de nitrogênio foliar, herbivoria, injúria física e outras formas de estresse. Além disso, esses compostos são importantes antioxidantes e dissipadores de radicais livres gerados pela fotossíntese e conferem às plantas cores amareladas, alaranjadas e avermelhadas (VIZZOTTO et al., 2010).

É possível observar que alguns indivíduos lenhosos têm altas concentrações de taninos. Esse comportamento pode estar relacionado com a salinidade do ecossistema, sendo um condicionante de estresse fisiológico, proporcionando assim um crescimento lento, porém seletivo de espécies adaptadas (COLEY et al. 1985). A presença de metabólitos secundários foliares pode ser benéfico para o ecossistema já que retarda a decomposição da serapilheira; ao serem depositadas, as folhas disponibilizam nutrientes de forma mais lenta ao solo e aos vegetais (ADAIME, 1985). Os metabólitos secundários são extremamente importantes para a biologia e desenvolvimento fisiológico da planta, alterações produtivas dos mesmos no vegetal é possivelmente um fator de risco na ocorrência da espécie em regiões específicas, principalmente em áreas muito antropizadas e poluídas, podendo levar ao desaparecimento da mesma (GODOY et al., 1997)

Raven (2001) os terpenóides representam a maior classe química de constituintes ativos de plantas, havendo mais de 30.000 substâncias descritas; se encontram entre os compostos de maior abundância nas relações com grupos de insetos (AHARONI et al., 2005). O maior grupo entre as classes de metabólitos secundários é a dos isoprenóides, representados principalmente por isopreno, monoterpenos e sesquiterpenos (GUERRIERO et al., 2018). Os isoprenóides exercem funções na célula dos vegetais, conferem ação defensiva quando submetidos a estresse abiótico, emitindo assim altas taxas de isoprenóides, podendo aumentar a cada novo estresse causado (VICKERS et al., 2009). Tendo então a possibilidade de evidenciar que tais isoprenóides condicionam a adaptação das plantas em condições climáticas adversas (PEÑUELAS e MUNNÉ-BOSCH, 2005).

Gershenzon et al. (1978) avaliou a influência de fatores ambientais na variabilidade dos terpenos, visto que os compostos obtidos das plantas apresentam significado biossistemático, ecológico, fisiológico e informações evolutivas. Em muitas espécies, as taxas de síntese desses terpenos são dependentes da luz e da temperatura, fator condicionante já que as espécies de mangues distribuem se entre os trópicos, bem como depende também da assimilação de carbono (SCHUH et al., 1997; SHAO et al., 2001).

A caracterização dos metabólitos secundários possibilita conhecer e isolar os princípios ativos, bem como avaliar os possíveis fatores que atuam no ecossistema, abrindo um leque na produção de fármacos e fitoterápicos (LUZ et al., 2014; SILVA et al., 2016). Esses metabólitos servirão como marcadores químicos da espécie, ou até mesmo da região que são encontradas (BESSA et al., 2013; CARVALHO et al., 2014). A relevância da análise fitoquímica ainda se torna maior quando temos compostos completamente desconhecidos, ou com poucas informações, de modo que o seu uso e potencial econômico podem ser avaliados, a partir dados obtidos sobre as plantas (BESSA et al., 2013).

2.9 A FAUNA DOS MANGUES

Ao contrário do que ocorre com os vegetais, a fauna de mangues não é exclusiva, sendo composta por mamíferos, aves, peixes, crustáceos e moluscos. Por conta do estresse proveniente da força e oscilação das marés, o ambiente de manguezal não apresenta grande diversidade, em contrapartida tem uma alta produtividade primária, abundância e biomassa. A atividade de fauna, também exerce papel importante, uma vez que algumas espécies de caranguejos constroem galerias em busca de alimentos na superfície, logo transportando matéria orgânica não decomposta para as camadas mais profundas e transferindo compostos reduzidos para regiões oxidantes (HINES; JONES, 1985; FERREIRA, 2005).

Em ecossistemas estuarinos é possível encontrar diversas espécies de animais, e ampla biodiversidade (Tabela 6), alguns mariscos como o sururu, diversas espécies de caranguejos que escavam suas galerias, saracura dos mangues, capivaras, jacarés de papo amarelo e cachorros do mato, até mesmo o Homem. As copas das espécies arbóreas que abrigam as diversas aves com ninhos, como os guarás (Figura 21), lagartos e cobras, atraídos pelos ovos das mesmas, bem como os macaco-prego que dominam as copas em busca dos maravilhosos caranguejos (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).



Figura 21. Casal de guarás em manguezal **Fonte:** Adaptado de Atlas dos manguezais, (2018).

Os estudos de Carmo et al., (1994) tem os manguezais como grandes ecossistemas, muito produtivos, considerados berçários por abrigar espécies de animais pelo período de reprodução. Sendo algumas espécies residentes como gavião-do-mangue (Figura 22), e visitantes, sendo de baixa diversidade e muita abundância. Algumas destas espécies ou grupos podem ser usadas como bioindicadores ambientais, pois sinalizam o status biótico e abiótico que o ambiente se encontra em dado momento, podendo expressar o dano ou impacto de alguma modificação do ecossistema, e sinaliza a biodiversidade dos grupos taxonômicos que habitam determinada região (Mc GEOCH, 1998).

Um ambiente com alterações abióticas, onde se encontram árvores supostamente estressadas por mudanças microclimáticas, é fator sinérgico na produção de compostos voláteis que são atrativos para muitos grupos de insetos, como os coleópteros, sendo algumas dessas mudanças a incidência de luz solar e vento, ao qual também são fatores que propiciam a dispersão dos mesmos, deste modo a presença da entomofauna no mangue é abundante porém com comportamento sazonal e regional (FARIA & FERNANDES, 2001).



Figura 22. Gavião do mangue (*Buteogallus aequinoctialis*). **Fonte:** Adaptado de Atlas dos manguezais, 2018.

Tabela 6. Fauna encontrada nos manguezais.

| Tipo de Organismos | Características | Ambiente | Fauna observada |
|---------------------------|--|-----------------|--|
| Arborícola | Locomovem-se sobre a copa das árvores ou sobre troncos e galhos. | - | Macacos, caranguejo-marinho, Aratu Samanguaiá, mapé, |
| Escavador | Passam parte da vida em galerias ou enterrados nos sedimentos. | - | caranguejo-uçá, chama-maré |
| Rastejante | Locomovem-se sobre a sedimentação do manguezal, folhas e galhos. | - | Caramujo-do-mangue, alguns poliquetas |
| Séssil | Vivem de modo fixo e permanente à um substrato, superfície ou outro organismo. | - | Teredos, Cracas, ostras, sururus |
| Vida Livre | A locomoção varia entre médias e longas distancia, de modo a explorar o habitat. | Aéreo | Insetos e aves, como garças, gavião do mangue, colhereiros, guará, biguá, papagaios, Martins-pescadores. |
| | | Aquático | Baiacu, robalo, tainha, siri |
| | | Oportunista | Guaxinim capivara, lontra, cobra e cotia. |

Fonte: A autora (2021). Adaptado de Atlas dos Manguezais, (2018).

3.0 BIOINDICADORES AMBIENTAIS

Apesar da importância de os manguezais serem universalmente reconhecidos, a melhor forma de lidar com esses ecossistemas únicos ainda é um problema e desafio. Grande parte das zonas úmidas costeiras, que incluem os manguezais, vêm sofrendo, em maior ou menor grau, ações antrópicas (VANNUCCI, 2004). Aliado a isso, as transformações climáticas vêm pressionando esses ecossistemas, já que são extremamente dependentes das oscilações do nível do mar e dos fluxos de água doce, ou seja, os manguezais estão entre os ecossistemas mais ameaçados do planeta (LIMAYE; KUMARAN, 2012).

O ecossistema manguezal é um ambiente frágil e vulnerável às influências das mudanças climáticas, sendo assim, são apontados como bioindicadores já que sofrem alterações físicas em toda a sua zona costeira, gerando rápida resposta das espécies vegetais que vivem no ecossistema devido às alterações que ali acontecem (ATLAS DOS MANGUEZAIS, 2018). O termo indicador é baseado em algo que sinaliza, aponta, revela, tornando possível obter informações a fim de estimar e quantificar algo, de modo a descrever se houve progresso, destruição, avanço e assim compreender quais os fenômenos envolvidos no ecossistema e região costeira (HAMMOND et. al., 1995).

Diegues (2001) detém ao manguezal, uma fonte de madeira, remédios, óleos, alimentos, logo destruir esse ambiente de modo físico reduz a função básica que é de proteger a linha costeira contra a invasão do mar. Sabendo da relevância dos manguezais, o mesmo autor pontuou que a degradação dos estuários e dos mangues do litoral brasileiro decorre de uma ação conjunta de várias causas e fatores resultantes de um modelo econômico de ocupação do espaço litorâneo marcado pelos seguintes processos: Implantação de grandes polos químico, petroquímico e minero metalúrgicos em áreas estuarino, e também a expansão urbana e especulação imobiliária.

A degradação dos manguezais, quando somados com as mudanças climáticas, tem efeito que impactam as diversas formas de vida e de maneiras diferentes, o ambiente ao ser degradado tem perdas relevantes quanto a vegetação nativa e fauna local, implicando no potencial de recuperação do ambiente, com poucas chances de voltar ao seu estado original, ecologicamente equilibrado (DIAS & MELLO, 1998). Tão logo a diminuição de atividades biológicas e ecológicas entre todos os organismos que habitam a área (KOBAYAMA et al., 2001).

O avanço dos anos, estudo e tecnologias, despertou em diversos países o desenvolvimento de programas que sejam capazes de monitorar os ambientes, usando os bioindicadores, parte das empresas exigem dados que expressem a qualidade do ambiente, visando o fomento financeiro a ser concedido como dito pelos autores (COHEN, 2003; NIEMI & MCDONALD, 2004; MCGEOCH et al., 2011; SOARES-FILHO et al., 2012; GORENFLO et al., 2012). Entretanto, os bioindicadores devem ter sua taxonomia, ciclo de vida, biologia bem compreendidos, pois estes fatores ocorrem de modo diferente em condições ambientais distintas (THOMANZINI & THOMANZINI, 2000).

O formato bioindicativo pode ser usado como sinalizador para diagnóstico e monitoramento ambiental. Os bioindicadores podem ser organismos ou comunidades que respondem a poluição ambiental, alterando suas funções vitais ou acumulando toxina, sendo usados para identificar alterações ambientais provenientes de ações antrópicas, e degradação do ambiente, sendo elas nocivas para comunidade ali inserida, bem como a própria vida humana. Os “indicadores de biodiversidade” têm-se destacado pelo crescente número de

trabalhos envolvendo a escolha de áreas prioritárias para conservação (MARGULES et al., 1988).

A efetivação do uso de bioindicadores nas atividades de monitoramento requer ainda estudos, além de uma política e legislação pertinente para a escolha desses organismos (HELLAWELL, 1991), na década de 90 a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento econômico – OCDE, foi o primeiro órgão internacional que sinalizou a relevância da definição dos indicadores ambientais, conforme descrito (GUIMARÃES, 2008).

Oliveira et al. (2014) observou que a primeira documentação a cerca de bioindicadores descrevia o efeito das ações antrópicas nos processos de produção de fruta, com o passar dos anos novos surgiram, como os insetos. Cabe ressaltar que o uso de plantas superiores e vertebrados sempre foi apoiado pelos pesquisadores, contudo cabe aos invertebrados a maior percepção as mudanças e perturbações mais singelas, tanto no ecossistema em que vive, bem como a intensidade da perturbação no mesmo, podem ser sentinelas, detectores, sensíveis, e a maneira como respondem também determinam os tipos de bioindicação, diferentes fatores podem provocar diversas reações ou provocam a mesma reação; uma reação pode ocorrer em virtude de um único fator ambiental alterado, o fator pode atuar também sobre o ecossistema como um todo, logo as formas de respostas aos fatores são muito variadas (LEWINSOHN et al, 2005).

Em programas de monitoramento ambiental é possível encontrar diversos grupos destes, as principais espécies pertencem às ordens Coleóptera, Díptera, Hemíptera, Hymenoptera, Lepidóptera e Orthoptera (BROWN, 1997). A mudança comportamental quando fora dos padrões da espécie, bem como a redução da abundância sazonal dos insetos pode ser uma possível explicação para os distúrbios e alterações ambientais (PEARCE & VENIER, 2006; FREITAS et al., 2006; NICHOLS et al., 2007).

Nesse contexto, a maneira como algumas famílias de insetos é rapidamente afetada diante da fragmentação, efeito de borda e modificação do ambiente, possibilita que sejam usadas como bioindicadores, bem como a diversidade ecológica, reprodução e desenvolvimento de gerações em curtos períodos (DIDHAM, 1998). As famílias de besouros da ordem Coleóptera para indicador são descritas em diversos estudos, sendo elas: Carabidae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Curculionidae e Elateridae, já que as mesmas têm facilidade em serem coletadas e tem altas fidelidade ecológica com o ecossistema que vivem (BROWN JUNIOR, 1996). Alguns grupos de insetos fitófagos quando associados a uma planta específica, são considerados mais eficientes para avaliar as mudanças no ambiente (HOLLOWAY et al., 1987).

Posto isso além de obter informações importantes a respeito da própria ordem de insetos, as informações obtidas pelos padrões comportamentais podem ser avaliadas a longo prazo, fornecendo futuramente dados que sinalizem se houveram ou não alterações no meio, por isso é imprescindível que o conhecimento do nicho ecológico e a relação que o inseto tem com o ecossistema seja apurada, pois pequenas mudanças com o meio são capazes de sinalizar alterações ecológicas e ambientais. Diversos estudos apontam que insetos podem ser muito vulneráveis quando se trata de alterações, podendo expressar de forma equivocada uma redução populacional, partindo deste princípio, compreende-se a relevância do conhecimento da entomofauna e suas variações com o nicho ecológico para se obter dados não generalizados e precisos (THOMAZINI & THOMAZINI, 2000).

3.1 ORDEM COLEÓPTERA

Os organismos de modo geral podem se classificar como indicadores ecológicos e de biodiversidade (HELLAWELL, 1986; PAOLETTI & BRESSAN, 1996; MEFFE & CARROLL, 1997; FLATHER et al., 1997; GASTON & BLACKBURN, 1995). Sendo a ordem coleóptera uma das mais biodiversas, com mais de 300.000 espécies catalogadas, sua relevância se destaca também pela abundância em que se dispõe nos mais diversos ecossistemas, sendo considerados também pragas agrícolas, polinizadores, dispersores de sementes, predadores e decompositores, como relatado por (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2011). A ordem coleóptera está disposta em quatro subordens: Archostemata, Myxophaga, Adephaga e Polyphaga. Sendo esta última a maior de todas, dividida em cerca de 17 superfamílias (COSTA, 2000).

Segundo Gallo (2002) a ordem de besouro (Figura 23) se distingue facilmente pela presença dos élitros, o primeiro par de asas modificado de consistência coriácea protegendo o segundo par de asas membranosas que ficam dobradas quando em repouso de modo longitudinal ou transversal, os élitros apresentam muita variação, este grupo de inseto possui um regime alimentar muito variado tanto em modo larval como nos adultos, apenas a hematofagia não foi registrada, é de grande interesse agrícola, muitas destas espécies são fitófagos e consideradas pragas, mas existem coleópteros úteis como as joaninhas que são predadores principalmente de pulgão.

A cabeça na maioria das espécies é normal, arredondada e pode ser alongada formando um rosto, cujo ápice está o aparelho bucal, articulação da cabeça com tórax se faz por meio de um “pescoço” flexível, que se prende ao protórax, possui ocelos geralmente em fase larval, raramente nos adultos, os olhos são compostos laterais elípticos e circulares, possuem antenas na frente, e seus formatos são muito variáveis, o seu aparelho bucal é do tipo mastigador com todas as peças bem desenvolvidas, as pernas podem ser ambulatórias, natatórias, fossoriais, os tarsos são muito variáveis podendo ser homômeros ou heterômeros. Sofrem metamorfose completa, ovo-larva-adulto-pupa (GALLO, 2002). O ciclo de vida dos besouros é afetado diretamente pelas alterações de umidade e temperatura (WOOD, 1982).



Figura 23: Ordem Coleóptera **Fonte:** A autora (2021), adaptado de Entomologia Agrícola (2002).

O ciclo de vida da ordem é variável, de uma a quatro gerações no ano, geralmente espécies que tem ciclo curto precisam se reproduzir rapidamente quando em condições favoráveis (BORROR & DELONG, 1969). Diante do comportamento com o meio, os insetos são parte do processo de transformação do ecossistema, decompondo serapilheira, polinizando as plantas e suprimindo as mesmas, atuando em simbiose com parasitas, patógenos, como descrito por (MILLER 2003), porém pouco se sabe das interações dos mesmos com o ecossistema manguezal, apesar de na literatura muito se saber sobre o uso de coleobrocas,

principalmente a subfamília Scolytinae a qual se deve o uso como bioindicadores de qualidade ambiental (RUDINSKY, 1962). Os insetos da ordem coleóptera têm diversas vantagens no seu uso como bioindicador ambiental, a abundância dos insetos no globo terrestre torna a presença dos invertebrados em todos os tipos de habitat, com muita diversidade ecológica (EVANS, 1975). Tendo ampla distribuição e diversidade é natural observar hábitos de comportamento, interação e alimentação diferentes entre os coleópteros (MARINONI et al., 2001).

Algumas ações responsáveis pelos padrões comportamentais de coleópteras foram relatadas em diversos levantamentos, como a fragmentação florestal originária do efeito de borda, ao qual modifica a dinâmica da população de insetos, muitas vezes como resultado de ações antrópicas, deste modo alteram a incidência de luz e vento, fator condicionante para o vôo de muitas espécies de coleópteras (ALMEIDA, 2011).

A temperatura é um fator de importância pois a mesma interfere na sazonalidade e abundância dos insetos, cabe a ressalva de que é necessário um conhecimento profundo da região, pois muitos insetos são sazonais devido à distribuição e disponibilidade de alimentos, estações do ano, condições ambientais favoráveis, principalmente em regiões de trópicos ao qual estão inseridos os manguezais (WOLDA & BROADHEAD, 1985).

Além dos insetos que realizam migração é possível observar a dormência também como resposta a alterações climáticas (TAUBER et al., 1986). A dormência afeta a fisiologia do inseto, dando características particulares a tal condição, diferentes dos padrões para o grupo do mesmo, logo acredita-se que as condições estão desfavoráveis para a sobrevivência do inseto (DANK, 1987).

Os Scolytinae pertencentes à família Curculionidae são insetos de forma cilíndrica e compacta, com pernas curtas e tendo as extremidades do corpo arredondadas. A cabeça é abrigada sob o pronoto, as antenas são geniculadas e os tarsos são penta-segmentados. Tanto os adultos como as larvas vivem sob a casca das árvores (DILLON & DILLON, 1972). Medem cerca de meio milímetro de comprimento, coloração escura, élitros truncados e dentículos (GALLO, 2002). Eles podem ser fleófagos, mielófago, xilófagos, micetófago, xilomicetófago e espermatófagos; muitas espécies xilófagas atacam árvores já doentes, outras, porém, são sérias pragas das essências florestais, donde a grande importância destes insetos para a Silvicultura (LIMA, 1956).

Os indivíduos se desenvolvem em condições naturais, em árvores que não se encontram vigorosas, podem ocasionalmente atacar árvores saudáveis, mesmo sendo considerados nocivos em muitos reflorestamentos, a família Scolytinae tem importância na formação de florestas naturais pois atuam reciclando a biomassa ao consumir o tecido das árvores hospedeiras, assim outros organismos que atuam na deterioração do material podem realizar o processo mais facilmente (WOOD, 1982).

O ataque de Scolytinae provoca a descoloração das árvores, diversas são conhecidas como besouros da ambrosia, nome do fungo que este grupo de insetos carrega, dispostos em micângias as quais são mais presentes nas fêmeas que nos machos, porém cada espécie de besouro carrega o seu fungo. Os principais gêneros de besouros da ambrosia são os seguintes: *Anisandrus*, *Xyleborus*, *Gnathotrychus*, *Pterocyclon*, *Trypodendron* e *Xyloterinus* (BERTI FILHO, 1979). O gênero *Xyleborus* (Figura 24) contribui com a desrama natural, configurando a família importância ecológica em ambientes naturais (WOOD, 1982).



Figura 24: Fêmea e Macho de *Xyleborus bodoanus* Reitter, Scolytidae. **Fonte:** Adaptado de BarkBeetles.org

A Subfamília Platypodinae pertencente à família Curculionidae é composta por besouros alongados, cilíndricos e delgados, a sua coloração é de parda a escura, com menos de um centímetro de comprimento (Figura 25), os tarsos têm o primeiro segmento mais longínquo e bastante delgados, suas antenas são curtas e geniculadas, com grande clava (BORROR & DELONG, 1988). Todas as espécies são broqueadoras, por isso são chamadas de coleobrocas de madeira e quase todas são besouro de ambrosia trabalhando em conjunto com fungos, perfuram árvores vivas e saudáveis, seus ataques não são observados com frequência em árvores doentes, geralmente o enfraquecimento da planta por fatores ambientais, podendo levar o indivíduo a morte, sendo espécies de grande importância florestal, onde a principal função ecológica é regular as populações vegetais (WOOD, 1982).



Figura 25. *Dinoplatypus chevrolati* de Papua Nova Guiné, um exemplo de Platypodinae. **Fonte:** https://stringfixer.com/pt/Ambrosia_beetle

A família Bostrichidae pertencente à superfamília Bostrichoidea tem o corpo cilíndrico, com élitros esclerosados e truncados, achatados na parte posterior, com forma bem característica. A coloração é de parda a escura (Figura 26), geralmente com tamanho bem pequeno (GALLO, 2002). Tem hábito alimentar essencialmente xilófago, atuam broqueando galhos e troncos de árvores, muitas migraram de seus habitats e viraram pragas de grãos, são excelentes voadores (COSTA LIMA, 1955).



Figura 26: Indivíduo da família Bostrichidae. **Fonte:** Adaptado de Wood Boring Beetle Families, (2018).

3. METODOLOGIA EMPREGADA

3.1 SELEÇÃO DA ESPÉCIES

Com base no trabalho desenvolvido por ALMEIDA (2011) que avaliou ocorrência de coleobrocas da subfamília Scolytinae e Platypodinae em área de manguezal antropizada, a qual foi suprimida vegetação para a construção de uma ponte, foram estudados os seguintes grupos de insetos: Scolytinae, Platypodinae e Bostrichidae. Ao longo de onze meses a entomofauna foi monitorada, sendo atraída com armadilhas fenólicas e posteriormente contabilizadas, localizadas em regiões distintas da área, sendo dispostas próximo a ponte e no interior do manguezal. As coletas ocorreram semanalmente, com a captura de 2386 indivíduos, onde 1438, cerca de 60% estavam nas proximidades da ponte e 948, cerca de 40% no interior do manguezal fragmentado, deste quantitativo foram encontrados 73% de coleobrocas Curculionidae e Cerambycidae, a subfamília Scolytinae foi a mais abundante, compreendendo 97% dos indivíduos, dispostos em 1053 capturas próximas a ponte e 640 no interior do manguezal (Figura 24), sugerindo assim que o número significativo de insetos nas proximidades da ponte em relação ao interior do manguezal, ocorre devido ao desmatamento realizado para a construção da ponte, o que propiciou o fenômeno chamado efeito de borda, atuando assim sobre a ocorrência dos insetos.

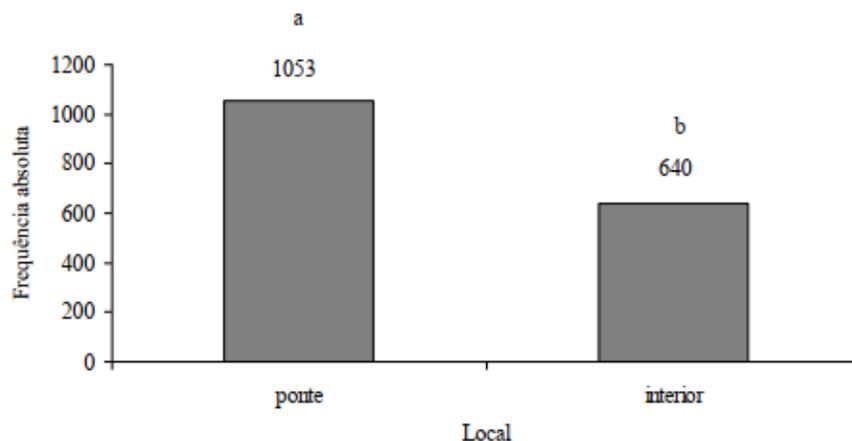


Figura 27: Frequência relativa de insetos de diversas ordens coletados pela armadilha Carvalho-47 em duas localidades do mangue ocorrente na área da TKCSA no período de novembro de 2010 a outubro de 2011. Santa Cruz, RJ **Fonte:** Adaptado de Almeida (2011).

Deste modo, o presente estudo também realizou o levantamento bibliográfico das três espécies arbóreas nativas (*R. mangle*, *A. schaueriana* e *L. racemosa*) do ecossistema manguezal. A escolha das espécies baseou-se na ocorrência das mesmas em toda faixa litorânea ao qual o ecossistema manguezal está inserido no Brasil (ATLAS DOS MANGUEZAIS, 2018). Pouco se sabe das interações das coleobrocas em ecossistemas tropicais específicos, e como podem beneficiar e prospectar dados que visem atenuar os impactos das alterações climáticas inerentes aos processos e mudanças que se encontram acontecendo dentro de diversos nichos ecológicos.

4. COLETA DE DADOS

Os dados gerais do ecossistema manguezal, suas normas regulamentadoras, bem como seu uso, importância e relação com a entomofauna foram obtidos através de livros, teses, artigos e publicações em periódicos científicos para obter uma revisão das informações acerca do objeto de estudo, contando com 173 referências bibliográficas, com informações e dados datados entre os anos 1955 e 2020. Foram levantados também leis, decretos e normas regulamentadoras no acervo online oficial de órgãos públicos acerca do meio ambiente, zona costeira e ecossistemas específicos como os manguezais.

4.1 DESENVOLVIMENTO DOS DADOS

Após o levantamento bibliográfico pode-se conhecer as principais classes de metabólitos das espécies estudadas e conhecer o panorama dos estudos acerca do seu potencial para diagnóstico ambiental. Almeida (2017) constatou a presença de flavonóides, fenilpropanoglicosídeos, triterpenos, saponinas, monoterpenos, proantocianidinas e leucoantocianidinas no extrato metanólico das folhas de *R. mangle* através de análises fitoquímicas, é um composto importante já que possui atividade antibacteriana; assim como os triterpenos, que atuam na proteção das folhas contra herbivoria, tendo ação anti-inflamatória (MEDEIROS, et al. 2007) e gastroprotetor (PERTINO, et al. 2007).

Silva (2017) também em seus estudos de caracterização química das folhas de *R. mangle*, observou que as taxas de metabólitos de um ambiente impactado apresentaram volumes maiores do que o não impactado. Os metabólitos secundários presentes nas espécies de *Rhizophora*, tais como: álcoois, aldeídos, aminoácidos, ácido carboxílico aromático, carboidratos, ácidos carboxílicos, ésteres, ácidos graxos, flavonóides, cetonas, lipídios, fenóis, saponinas, esteróides, taninos e terpenóides atuam em atividades biológicas devido à presença de estruturas químicas diferentes, sendo farmacológicas, toxicologia e ecológica. Estes por sua vez, são os principais responsáveis pelo aumento da atividade biológica das espécies do gênero sendo largamente estudados por terem compostos bioativos exclusivos (NOUR, NITTHIYA & MANAL et al., 2016).

O gênero *Avicennia* ocorre em todo o mundo junto com o *Rhizophora*, tendo ampla dominância nas comunidades de florestas de mangues (THATOI et al., 2016). Silva (2017) ao caracterizar quimicamente as folhas de *A. schaueriana*, observou que a quantidade de metabólitos secundários em um ambiente impactado era menor do que em outro não impactado, sendo possível evidenciar que a perturbação ao qual o ambiente impactado se encontra exposto é baixa, não provendo estímulo suficiente para produção de grandes taxas dos compostos metabólitos. É possível observar em análise fitoquímica do extrato de folhas de *Avicennia*

schaueriana a presença de flavonóides, taninos, triterpenos e saponinas, porém não foi evidenciada a presença de cumarinas e alcalóides (LOPES, 2015).

A espécie *L. racemosa* é a que possui maior resistência diante de alterações climáticas e estresse comparada entre os vegetais característicos de manguezais, acredita-se que as raízes que toleram altas concentrações de sal por serem adaptadas, impelem a toxidez salina, garantindo um bom potencial osmótico, absorção de água e nutrientes (ODUM, 1972). Algumas alterações nos vegetais podem ser utilizadas como bioindicadores de impacto ambiental, visto que as modificações estruturais dos tecidos são observadas, principalmente no limbo e pecíolo (LIMA, 2003).

De acordo com Silva et al., (2011), existem diversos estudos envolvidos no uso de *L. racemosa*, até mesmo com fungos endofíticos, que produzem metabólitos secundários com atividade antimicrobiana, baseado nessa afirmativa torna-se possível a descoberta de compostos com diversos interesses, ainda, tais plantas apresentam uma série de defesas contra a herbivoria, destacando-se a síntese de metabólitos secundários. Dentre esses, temos os polifenóis, constituídos principalmente por taninos condensados e outros fenóis com atividade adstringente (KANDIL et al., 2004).

A ação de antropização do ecossistema é um fator de estresse que afeta as árvores de mangues e os insetos, principalmente os que mantêm fidelidade aos vegetais, como Scolytinae, Platypodinae e Bostrichidae, conhecidos também como coleobrocas, acredita-se que o efeito de antropização altera a abundância dos insetos e aumenta a produção de metabólitos secundários nos mangues (ALMEIDA, 2011). Os Scolytinae e Platypodinae ganham destaque por serem os primeiros insetos a invadir plantas doentes e recém cortadas, o ataque destes causam danos severos ao vegetal hospedeiro (WOOD, 1982).

A relação dos insetos com os compostos metabólicos é grande, os monoterpenos emitidos pelas árvores em condições desfavoráveis é potencializado, a produção e dispersão dos compostos voláteis quando estimulado por alterações ambientais pode propiciar o aumento de coleópteros, a ocorrência destes também é afetada pela sanidade da planta, dessa forma, a presença de coleobrocas no ecossistema manguezal tem grande potencial para uso de bioindicador e diagnóstico de qualidade ambiental (INÁCIO et al., 2009).

Os metabólitos secundários atuam protegendo o vegetal, as taxas dos compostos no vegetal oscilam devido a variação dos fatores ambientais, com os níveis subindo e descendo o vegetal pode se tornar vulnerável ao ataque de insetos fitófagos, grande parte destes insetos estabelecem relações mutualistas com fungos, já que não se alimentam diretamente do tecido vegetal, como ocorre em Scolytinae e Platypodinae, como consequência há um aumento populacional que atua como possível indicador de impacto ambiental, visto que o ataque ocorre em plantas que estão mais vulneráveis por conta do estresse e alterações metabólicas, desacelerando também o seu crescimento (EDWARDERS & WRATTEN, 1981).

As subfamílias Scolytinae e Platypodinae, tem uma grande relação com compostos voláteis conhecidos como monoterpenos, emitidos pelas árvores, e quando em situação de estresse a emissão desses compostos voláteis é potencializada, logo a produção e dispersão de tais compostos quando estimulada por alterações ambientais, podem propiciar o aumento do grupo de insetos (INÁCIO et al., 2005).

No estudo realizado por Silva (2020) que avaliou o impacto de cinco armadilhas de etanol modelo CARVALHO-47 em área de manguezal e amostras de madeira dispostas aleatoriamente na região de manguezal, pertencentes a diversas espécies: *Melia azedarach* L. (para raio), Meliaceae; *Clitoria fairchildiana* RA Howard (sombreiro), Fabaceae; *Eucalyptus pellita* F. Muell (eucalipto), Myrtaceae; *Corymbia citriodora* (Hook) KD Hill e LAS Johnson

(eucalipto), Myrtaceae; e *R. mangle* L.(mangue vermelho), Rhizophoraceae. O experimento foi realizado no bairro Santa Cruz no Rio de Janeiro, os insetos capturados foram coletados semanalmente, classificados e contabilizados com o objetivo de quantificar os indivíduos pertencentes da subfamília Scolytinae, deste modo tornou possível calcular a frequência relativa e determinar a incidência dessas espécies. Foram encontrados 798 indivíduos, e contabilizados 130 indivíduos pertencentes a subfamília Scolytidae distribuídos em 14 espécies pertencentes aos gêneros Hypothenemus e Xyleborus, de modo geral foram encontradas 25 espécies de Scolytinae em mangue, sendo a espécie xilomicetófaga (*Xyleborus affinis*) a mais abundante tanto em amostras como nas armadilhas (Figura 25).

O estudo observou a presença de Scolytinae em ambiente de manguezal no Rio de Janeiro, entretanto com prodigalidade menor do que em regiões não alagadas. O aumento de insetos com hábito alimentar xilomicetófago está associada a disponibilidade alimentar e ao vegetal hospedeiro, levando em consideração a baixa diversidade da flora encontrada no ambiente manguezal, e as características específicas do ecossistema como a oscilação do fluxo de marés, pode-se supor que esses fatores dificultam a incidência de escolitídeos neste nicho ecossistêmico.

| Species | Wood | | Trap | | Dominance | | Constancy | | Habit* |
|--|------|------|------|------|-----------|-----|------------|------------|--------|
| | Fa | Fr | Fa | Fr | Woo. | Tr. | Woo. | Tr. | |
| <i>Xyleborus affinis</i> Eichhoff | 44 | 33.9 | 202 | 25.3 | D | D | Accessory | Constant | 1 |
| <i>Hypothenemus</i> sp.4 | 23 | 17.7 | 78 | 9.8 | D | D | Constant | Constant | 2;3 |
| <i>Hypothenemus</i> sp.13 | 18 | 13.8 | 13 | 1.6 | D | N | Accessory | Accidental | 2;3 |
| <i>Hypothenemus</i> sp.7 | 14 | 10.8 | 76 | 9.5 | D | D | Accessory | Constant | 2;3 |
| <i>Hypothenemus eruditus</i> Westwood | 6 | 4.6 | 116 | 14.5 | D | D | Accidental | Constant | 2;3 |
| <i>Hypothenemus</i> sp.10 | 5 | 3.8 | 8 | 1 | N | N | Accidental | Accidental | 2;3 |
| <i>Hypothenemus obscurus</i> (Fabricius) | 4 | 3.1 | 43 | 5.4 | N | D | Accessory | Constant | 2;3 |
| <i>Hypothenemus</i> sp.6 | 4 | 3.1 | 0 | 0 | N | - | Accidental | - | 2;3 |
| <i>Xyleborus ferrugineus</i> (Fabricius) | 4 | 3.1 | 2 | 0.3 | N | N | Accessory | Accidental | 1 |
| <i>Hypothenemus</i> sp.3 | 2 | 1.5 | 6 | 0.7 | N | N | Accidental | Accidental | 2;3 |
| <i>Hypothenemus</i> sp.11 | 2 | 1.5 | 2 | 0.3 | N | N | Accidental | Accidental | 2;3 |
| <i>Hypothenemus</i> sp.9 | 2 | 1.5 | 4 | 0.5 | N | N | Accidental | Accidental | 2;3 |
| <i>Hypothenemus</i> sp.12 | 1 | 0.8 | 3 | 0.4 | N | N | Accidental | Accidental | 2;3 |
| <i>Hypothenemus</i> sp.5 | 1 | 0.8 | 2 | 0.3 | N | N | Accidental | Accidental | 2;3 |
| <i>Ambrosiodmus optimus</i> (Wood) | 0 | 0 | 54 | 6.8 | - | D | - | Constant | 1 |
| <i>Hypothenemus</i> sp.2 | 0 | 0 | 50 | 6.3 | - | D | - | Constant | 2;3 |
| <i>Cryptocarenum heveae</i> (Hagedorn) | 0 | 0 | 36 | 4.5 | - | D | - | Constant | 1;3 |
| <i>Tricolus subincisuralis</i> Schedl | 0 | 0 | 26 | 3.2 | - | N | - | Constant | 1 |
| <i>Hypothenemus</i> sp.1 | 0 | 0 | 21 | 2.6 | - | N | - | Constant | 2;3 |
| <i>Hypothenemus</i> sp.8 | 0 | 0 | 19 | 2.4 | - | N | - | Constant | 2;3 |
| <i>Premnobius cavipennis</i> Eichhoff | 0 | 0 | 17 | 2.1 | - | N | - | Constant | 1 |
| <i>Ambrosiodmus obliquus</i> (LeConte) | 0 | 0 | 14 | 1.8 | - | N | - | Accidental | 1 |
| <i>Cryptocarenum seriatus</i> Eggers | 0 | 0 | 4 | 0.5 | - | N | - | Accidental | 1;3 |
| <i>Microcorthylus minimus</i> Schedl | 0 | 0 | 1 | 0.1 | - | N | - | Accidental | 1 |
| <i>Pityophthorus</i> sp.1 | 0 | 0 | 1 | 0.1 | - | N | - | Accidental | 1;3 |

1= Xylomicetophagous; 2=Herbiphagous; 3= Myelophagous.

Figura 28: Frequências absolutas (Fa) e relativas (Fr), dominância (dominantes (D) e não dominantes (N)) e constância de espécies de escaravelhos da casca e da ambrosia capturados em ambiente de mangue, em armadilhas (Tr.) e na madeira (Woo.) de 4 espécies florestais, de março a julho de 2011 **Fonte:** Adaptado de Silva (2020).

O gênero *Xyleborus* é considerado uns dos mais agressivos e destrutivos podendo danificar parte de árvores abatidas, que ainda se encontram em pé, e até mesmo em indivíduos saudáveis, podendo causar danos como pequenos orifícios, manchas pretas que estão associadas a fungos xilófagos, que se alimentam de madeira (CHANCRA, 1981; WOOD,1982). Já o

gênero *Hypothenemus* possui hábito alimentar fleófagos e mielófago, se alimentando da medula de pequenos ramos e galhos de árvores, bem como seus frutos e sementes (WOOD, 1982).

Quando analisados os hábitos alimentares de Scolytinae no mangue, 12% dos insetos capturados eram xilomicetófagos ou mielófago, destes 28% eram exclusivamente xilomicetófagos e 60% eram fleófago/mielófago. Segundo (WOOD, 1982) ou aumento de insetos xilomicetófagos está associada a disponibilidade alimentar e aos hospedeiros, este grupo de insetos se alimentam de fungos simbióticos, inoculados nas árvores e cultivados, são conhecidos como besouros de ambrosia.

A avaliação da dinâmica populacional de um inseto fornece os primeiros dados para o seu manejo, sendo possível determinar os fatores ambientais bióticos e abióticos responsáveis pela oscilação das populações. O etanol tem sido usado em armadilhas que visam monitorar regiões e quantificar as populações de insetos, possuindo poder atrativo para várias espécies de coleópteros, o processo de fermentação alcoólica simulo processo de decomposição da madeira ou biomassa vegetal, como também de vulnerabilidade devido alguma doença, atraindo então os coleópteros e assim capturando os mesmo para o devido monitoramento (ZANUNCIO et al., 1993).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre as espécies vegetais estudadas pode-se destacar que *R. mangle* e *A. schaueriana*, apresentaram uma vasta quantidade de estudos acerca das suas propriedades e dos metabólitos que as constituem. Pode-se verificar a presença de terpenos (monoterpenos e triterpenos), classe essa usada como estimulante para a variação na ocorrência de insetos, estes podem ser usados como indicadores ambientais. Tornando-se evidente a sua capacidade adaptativa às alterações no meio e suas propriedades químicas. A espécie *L. racemosa* apresentou componentes químicos (fenóis e taninos), alta capacidade adaptativa a condições de estresse e atividade medicinal. Entretanto, estudos fitoquímicos mais específicos devem ser executados, visando conhecer o uso do seu perfil químico.

Quanto ao estudo dos principais grupos de coleobrocas, observou-se afinidade química da ordem coleóptera com compostos voláteis, cabe destacar as subfamílias Scolytinae e Platypodinae. Vários estudos apontam a atração dessas subfamílias com classes específicas de metabólitos secundários, monoterpenos e triterpenos, respectivamente. A família Bostrichidae apresentou poucos estudos específicos em relação a sua afinidade química com metabólitos secundários (monoterpenos).

Os metabólitos secundários são emitidos por árvores vulneráveis ou em condições de estresse, podendo ser um fator importante na ocorrência destes grupos de insetos, visto que alguns insetos, com hábitos alimentares específicos e afinidade alimentar com determinados vegetais estão suscetíveis a pequenas mudanças no ambiente, estas atuam não somente nos grupos de inseto, mas também na produção dos metabólitos secundários dos vegetais. A ocorrência dos insetos em área de manguezal pode variar devido a estes compostos químicos, a heterogeneidade da biodiversidade, e a oscilação das marés, principalmente os insetos de hábito alimentar xilomicetófagos que dependem da disponibilidade alimentar do hospedeiro, no caso espécies de mangue. Deste modo, acredita-se que o uso de coleobrocas como organismo bioindicador no ecossistema manguezal seja promissor no que tange o diagnóstico ambiental deste meio, buscando assim ações que possam mitigar os impactos da antropização, bem como atenuar as mudanças provenientes de alterações climáticas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAIME, R.R. **Produção do bosque de mangue da Gamboa Nóbrega**. Cananéia. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 1985.

AHARONI, A.; JONGSMA, M. A.; BOUWMEESTER, H. J. **Volatile science metabolic engineering of terpenoids in plants**. Trends in Plant Science, v. 10, n. 12, p. 594–602, 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16290212/> Acessado: 14 de outubro de 2021.

ALMEIDA, E. M. **Avaliação da ocorrência de insetos em manguezal como subsídios para diagnóstico ambiental**. Monografia do Curso de Engenharia Florestal, Instituto de Florestas, UFRRJ, 2011.

ALONGI, D. M. **The Energetics of Mangrove Forests**. Springer. Austrália, 2009. Disponível em: <https://download.e-bookshelf.de/download/0000/0036/22/L-00000036220002333707.pdf> Acessado: 09 de outubro de 2021.

ATLAS DOS MANGUEZAIS/ **Instituto Chico Mendes da Biodiversidade**. – Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 176p, 2018. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/manguezais/atlas_dos_manguezais_do_brasil.pdf Acessado: 03 de novembro de 2021.

BACELAR, D.F. **De cemitério a berçário: transformações no conhecimento sobre manguezais, desde o Brasil colônia até os dias atuais**. Recife: UFRPE, (Monografia de Graduação) 68p, 2006.

BALL, M. C. **Patterns of secondary succession in a mangrove forest of south Florida**. Oecologia, v.44, p. 226-235, 1980.

BEHLIN, E. B., SENDÃO, H. D. C. F. **Flavonóide Quercetina: Aspectos Gerais e Ações Biológicas**. Alimentos e Nutrição. 15, 285-289, 2004. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewfile/89/102> Acessado: 02 de outubro de 2021.

BERTI FILHO, E. **Coleópteros de importância Florestal**. IPEF n.19, p.39-43, dezembro, 1979. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr19/cap03.pdf> Acessado: 27 de setembro de 2021.

BESSA, N. G. F. D.; BORGES, J. C. M.; BESERRA, F. P.; CARVALHO, R. H. A.; PEREIRA, M. A. B.; FAGUNDES, R.; CAMPOS, S. L.; RIBEIRO, L. U.; QUIRINO, M. S.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; ALVES, A. **Prospecção fitoquímica preliminar de plantas nativas do cerrado de uso popular medicinal pela comunidade rural do assentamento vale verde Tocantins**. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v. 15 n. 4, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/Y5gdnf3KkGRdTX6GpbND7Nk/> Acessado: 08 de outubro de 2021.

BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao Estudo dos Insetos**. São Paulo: E. Blucher, 7ª edição, 1969.

BORROR, D. J. & DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. Editor Edgard. Blücher Ltda. São Paulo. 1988.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Decreto nº 89336, de 31 de abril de 1984. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm Acessado: 24 de novembro de 2021.

BRASIL. **Lei Nº 7.661, de 16 de maio de 1988.** Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm Acessado: 24 de novembro de 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm Acessado: 24 de novembro de 2021.

BRASIL. **Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acessado: 24 de novembro de 2021.

BRASIL. **Lei Federal nº11.428, 22 de dezembro de 2006.** Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/11428.htm. Acessado: 24 de novembro de 2021.

BRASIL. **Lei de 12.651, 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/l12651.htm. Acessado: 24 de novembro de 2021.

BROWN JUNIOR KS. **Centro de evolução, refúgios quaternários e conservação de patrimônios genéticos na região neotropical: padrões de diferenciação em Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae).** Acta Amazônica, 7:75-137, 1977. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S004459671977000100075&script=sci_abstract Acesso: 11 de outubro de 2021.

BROWN JUNIOR KS. **The use of insects in the study, inventory, conservation and monitoring of biological diversity in Neotropical habitats, in relation to traditional land use systems.** In: Ae SA, Hirowatari T, Ishii M & Brower LP (Eds.) Decline and Conservation of Butterflies in Japan. Osaka, Lepidopterological Society of Japan. p.128-49, 1996.

BROWN KS. **Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring.** Journal of Insect Conservation, 1:25-42, 1997.

CABRAL, G. J. da C. M. **O Direito Ambiental do Mangue.** João Pessoa: Sal da Terra, 2003.

CARMO, T.M.S. DO; MELO, R.M.S.; OLIVEIRA, A.R.de; AKAHORI, L.; ALMEIDA, R.de; LOVATO, T.J.C. **Conhecendo o manguezal: material didático.** Vitória: Editora Fundação Cecília o Abel de Almeida, 25p. 1994.

CARVALHO, E. A.; JARDIM, M. A. G. **Composição e estrutura florística em bosques de manguezais paraenses, Brasil.** v. 27, n. 3. Santa Maria: Ciência Florestal, p. 920-930, 2017.

Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/28641> Acessado: 11 de outubro de 2021.

CARVALHO, N. B. **Ecosistemas de carbono azul e as sinergias entre medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas e eventos extremos: o caso dos manguezais da baía de Sepetiba** - RJ./ Natália Barbosa de Carvalho. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, XVIII, 265 p, 2020.

CARVALHO, C. A.; SANTANA, G. S.; AMARO, M. O. F.; LIMA, L. M.; PIRES, F. B.; PRÁ, V. D.; CARDOSO, S. A.; ROSA, M. B.; OLIVEIRA, L. L. **Aspectos químicos e atividade antibacteriana de Piptadenia gonoacantha (Fabaceae)**. *Ciência e Natura*, v. 36, n. 2, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/13456> Acessado: 15 de novembro de 2021.

CHANDRA, A. **Bioecology of wood destroying Xyleborus and their control (Insecta: Scolytidae)**. *Indian Journal of Forestry*, v. 4. p. 286-289, 1981.

CHAMPEE, P. C.; HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. **Bioquímica Ilustrada**. 4ª Edição. Porto Alegre: Artmed, 533p, 2008.

CINTRON, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Características y desarrollo estructural de los manglares de Norte y Sur-America**. *Ciencia Interamericana*. 24(1-4): 4-15, 1985. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000749888> Acessado: 01 de novembro de 2021.

CINTRON, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Introducción a la ecología del manglar**. Montevideo: Unesco Rostlac. 100p, 1983.

CINTRÓN, G. **Caracterización y manejo de áreas de manglares**. En: Simposio sobre ecosistemas de la costa sur y sureste de Brasil: síntesis de conocimientos. *Anales - Cananeos*. Academia de Ciencias del Estado de São Paulo, 1987.

CLARK, J. **Coastal Ecosystems - Ecological Considerations for Management of the Coastal Zone**. Washington: The Conservation Foundation.176-179p, 1974.

COELHO JÚNIOR, C; NOVELLI, Y. S. **Considerações teóricas e práticas sobre o impacto da carcinicultura nos ecossistemas costeiros brasileiros, com ênfase no ecossistema manguezal**. in: COHEN J.E. **Human population: the next half century**. *Science*, 302:1172-1175, 2003.

COLEY, P.D., BRYANT, J.P. & CHAPIN, F.S. **Resource availability and plant antiherbivore defense**. *Science* 230:895-899, 1985. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17739203/>Acessado: 15 de outubro de 2021.

CONAMA – **Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2000**. Resolução Conama Nº 004, de 18 de setembro de 1985. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/J0D00012.pdf> Acessado: 24 de novembro de 2021.

CONAMA – **Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2000**. Resolução Conama Nº 10, de 1º de OUTUBRO de 1993. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/1993/res_conama_10_1993_estagiosucessaomataatlantica.pdfAcessado: 24 de novembro de 2021.

CONAMA - **Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2000.** Resolução Conama de nº. 303, de 20 de março 2002. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=274>Acessado: 24 de novembro de 2021.

CONAMA - **Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2000.** Resolução Conama de nº 369, de 28 de março de 2006. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5486>. Acessado: 24 de novembro de 2021.

CONAMA - **Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2000.** Resolução Conama de nº. 303, de 20 de março 2002. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=274>Acessado: 24 de novembro de 2021.

CORTESÃO, j.: BIGARELLA, J.J.; JOLY, C.A. et al. **Mata Atlântica: atlantic rain forest.** São Paulo: ed. Index Ltda, Fundação SOS mata Atlântica, 1991.

COSTA LIMA, A. M. **Insetos do Brasil.** 9º tomo (Coleópteros). Rio de Janeiro. Escola Nacional de Agronomia. 289p, 1955.

COSTA, B. C. P. **Avaliação ambiental de manguezais adjacentes aos campos petrolíferos de Macau e Serra RN, como subsídio às medidas mitigadoras ao processo erosivo.** Dissertação Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia do Petróleo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

COSTA, C. MARTÍNPIERA, F.; MORRONE, J. J.; MELIC, A. (eds.). **Estado de Conocimiento de los Coleoptera Neotropicales.** Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa. p. 99-114, 2000.

CUNHA, A. (org.). **Farmacognosia e Fitoquímica.** 4ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2014.

CUNHA, M. L. **Dinâmica do manguezal no Sistema de Cananéia-Iguape,** Estado de São Paulo–Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2001.

DA COSTA-LIMA, JAMES LUCAS. **Flora das cangas da serra dos carajás, Pará, Brasil: Rhizophoraceae.** *Rodriguesia*, v. 69, n. 1, p. 205–207, 2018.

DANKS, H.V. **Insect dormancy: an ecological perspective.** *Biological Survey of Canada.* Monographs series, N° 1, Ottawa, 1987.

DEWICK, P.M., **Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach, third ed.** John Wiley & Sons, Ltd, United Kingdom, 2009.

DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. **Recuperação de áreas degradadas.** Viçosa: UFV, Departamento de Solos: Sociedade Brasileira de Recuperação de áreas degradadas. 251 p, 1998.

DIDHAM, R. **The influence of edge effects and forest fragmentation on leaf litter invertebrates in central Amazonia.** In: Laurance WF & Bierregaard Junior RO (Eds.) *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities.* Chicago, University of Chicago Press. p.55-70, 1997.

DIDHAM, R. K. **Altered leaf-litter decomposition rates in topical forest fragments.** *Oecologia*, 115:397-406, 1998.

DIDHAM, R. K. **The influence of edge effects and forest fragmentation on leaf litter invertebrates in central Amazonia.** In: Laurance WF & Bierregaard Junior RO (Eds.) *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities.* Chicago, University of Chicago Press. p.55-70, 1997.

DIEGUES, A. C. S. **Ecologia humana e planejamento em áreas costeiras.** 2. Ed. São Paulo: USP, núcleo de apoio a pesquisa sobre populações humanas em áreas úmidas brasileiras, 225p, 2001. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001189089> Acessado: 06 de novembro de 2021.

DORNELLES, S. S.; MOREIRA, G. M.; FREITAS, L. M. **Caracterização da estrutura dos manguezais do canal do Linguado, Baía da Babitonga.** In: CREMER, M.J. et al. (Org.) *Diagnóstico ambiental da baía da Babitonga.* Joinville: Univille, p. 187-199, 2006.

DUKE, N.C.; MEYNECKE, J.O.; DITTMANN, S.; ELLISON, A.M.; ANGER, K.; BERGER, U.; CANNICINI, S.; DIELE, K.; EWEL, K.C.; FIELD, C.D.; KOEDMAN, N.; LEE, S.Y.; MARCHAND, C.; Nordhaus, I. & DAHDOUH-GUEBAS, F. **A world without mangroves.** *Science*, 317: 41-43, 2007. Disponível em: <https://epic.awi.de/id/eprint/17086/1/Duk2007a.pdf> Acessado: 01 de dezembro de 2021.

EDGE, D.A. **Butterfly conservation in the southern Cape.** *Metamorphosis*, 16:28-46, 2005. Disponível em: <http://capeeaprac.co.za/projects/KNY638%20Erf%204016/FBAR/E7%20Butterfly%20sensitivity.pdf> Acessado: 22 de novembro de 2021

EDREVA, A., VELIKOVA, V., TSONEY, T., DAGNON, S., GUREL, A., AKTAS, L., GESHEVAL, L. E. **Stress-protective role of secondary metabolites: diversity of functions and mechanisms.** *Gen Appl Plant Physiol.* 34, 67-78, 2008. Disponível em http://www.bio21.bas.bg/ipp/gapbfiles/v-34_pisa-08/08_pisa_1-2_67-78.pdf Acessado: 22 de novembro de 2021.

EDWARDS, P. J.; WRATTEN, S. D.; **Ecologia das interações entre insetos e plantas.** São Paulo: EDUSP- Editora da Universidade de São Paulo, 71 p, 1981.

ELLISON, A.; FARNSWORTH, E.; MOORE, G. **Rhizophora mangle**, 2015.

ENGELBRECHT IA. **Invertebrate species inventories in protected area management: are they useful.** *African Entomology*, 18:235-245, 2010.

EVANS, G. **The Life of the Beetles.** London: George Allen & Unwin, 1975.

EWEL, K. C.; TWILLEY, R. R.; ONG, J. E. **Different kinds of mangrove forests provide different goods and services.** *Global Ecology and Biogeography Letter.* v. 7, n.1, p. 83-94, 1998. Disponível em : <https://www.jstor.org/stable/2997700> Acessado: 22 de novembro de 2021.

FALCÃO, M. G. **A Ictiofauna em planícies de maré nas baías das Laranjeiras e de Paranaguá, Paraná.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas-Área Zoologia, Universidade Federal do Paraná, 2005.

FARIA, M.L. & FERNANDES, G.W. **Vigour of a dioecious shrub and attack by galling herbivore.** *Ecological entomology*, 26: 37-45. 2001.

FERREIRA, A.Q. & AQUILA, M.E.A. **Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia.** *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal (edição especial)*: 175-204, 2000. Disponível em : <http://www.lpv.esalq.usp.br/sites/default/files/8%20-%20Semana%204%20-%20Alelopatia%20na%20agricultura%20-%20referencia%20leitura%20-%20referencia%20leitura.pdf> Acessado: 12 de novembro de 2021.

FERNANDES, A. **Fitogeografia brasileira - Províncias florísticas.** 3a ed. Fortaleza; Realce. 2006.

FERNANDES, A. J.; PERIA, L. C. S. **Características do ambiente.** In: Yara Schaeffer-Novelli (Ed.). *Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar.* São Paulo: Caribbean ecological research, pp.13-15, 1995.

FLATHER CH, WILSON KR, DEAN DJ & McCOMB WC. **Identifying gaps in conservation networks: of indicators and uncertainty in geographic-based analyses.** *Ecological Applications*, 7:531-542, 1997. Disponível em: https://www.fs.fed.us/rm/pubs_other/rmrs_1997_flather_c001.pdf Acessado: 12 de novembro de 2021.

FOELKEL, C. E. B. **Qualidade da madeira: teoria.** Belo Oriente: [sn], 1977.

FORTES, C.; DUARTE, A.P.; MATSUOKA, S.; HOFFMANN, F.P. & LAVORENTI. **Toxicidade de Flúor em Cultivares de Milho em Área Próxima a uma Indústria Cerâmica,** Araras (SP). *Bragantina* 62: 275-281, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/3LgxJqPWVT8QmNFzGMCsdWR/?lang=pt> Acessado: 27 de novembro de 2021.

FREITAS AVL, LEAL IR, UEHARA-PRADO, M & IANNUZZI L. **Insetos como indicadores de conservação da paisagem.** In: Rocha CFD, Bergallo HG, Van Sluys M & Alves MAS (Eds.) *Biologia da Conservação.* Rio de Janeiro, Editora da UERJ. p.201-225, 2006.

FULGÊNCIO, PAULO CÉSAR. **Glossário – Vade Mecum.** [S.N.]: Mauad Editora Ltda. 678P, 2007.

GALLO, D. et al. **Manual de Entomologia Agrícola.** São Paulo: Agronômica Ceres, 531p, 2002.

GASTON KJ & BLACKBURN TM. **Mapping biodiversity using surrogates for species richness: macro-scales and New World birds.** *Proceedings of the Royal Society of London*, 262:335-341, 1995. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/50114> Acessado: 06 de outubro de 2021.

GERSHENZON, J.; LINCOLN, D.E.; LANGENHEIN, J.H. **The effect of moisture stress on monoterpenoid yield and composition in *Satureja douglasii*.** *Biochemistry Systematic Ecology*, v.6, p.33-43, 1978.

GIRI, C.; ZHU, Z.; TIESZEN, L. L.; SINGH, A.; GILLETE, S.; KELMELI, J. A. **Mangrove forest distributions and dynamics (1975-2005) of the tsunami-affected region of Asia.** Journal of Biogeography, v. 35, n. 3, p. 519-528, 2008. Disponível em: http://users.clas.ufl.edu/mbinford/GEOXXXX_Biogeography/Literature_reports_by_students/Report_6/Harrison_j.1365-2699.2007.01806.x.pdf Acessado: 02 de outubro de 2021.

GORENFLO, LJ, ROMAINE S, MITTERMEIER, RA & PAINEMILLA- WALKER, K. **Co-occurrence of linguistic and biological diversity in biodiversity hotspots and high biodiversity wilderness areas.** Proceedings of the National Academy of Sciences, 109:8032-8037, 2012. Disponível em: <https://www.pnas.org/content/109/21/8032> Acessado: 12 de outubro de 2021

GODOY, SILVANA A.P.; MARCO, A.S.M., VINCENT K. L., ANTONIO S. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Teores de ligninas, nitrogênio e taninos em folhas de espécies típicas do MANGUE** - Revista brasil. Bot., São Paulo, V.20, n.1, p.35-40, jun. 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbb/a/sLSvMND6Mddzfh7RbgX5Wxs/?lang=pt> Acessado: 01 de dezembro de 2021.

GONÇALVES, E. G. **Morfologia Vegetal: Organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares.** São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2007

GUENTHER, A. **Seasonal and spatial variations in natural volatile organic compound emissions.** Ecological Applications, V.7, n.1, p. 34-45, 1997.

GUERRIERO G.; BERNI, R.; MUÑOZ-SANCHEZ, J.A.; APONE, F.; ABDEL-SALAM, E.M.; QAHTAN, A.A.; ALATAR, A.A.; CANTINI, C.; CAI, G.; HAUSMAN, J.F. et al. 2018. **Production of Plant Secondary Metabolites: Examples, Tips and Suggestions for Biotechnologists.** Genes, 2018.

GUIMARÃES, L. T. **Proposta de um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável para bacias hidrográficas.** Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) Programa de Pós-Graduação de Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 253p, 2008.

HAMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODENBURG, E.; BRYANT, D.; WOODWARD, R. **Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development.** World Resources Institute, May, 58p, 1995.

HELLAWELL JM. **Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management.** Londres, Elsevier Applied Science. 559P, 1986. Disponível em: http://pdf.wri.org/environmentalindicators_bw.pdf Acessado: 12 de outubro de 2021.

HILLIS, W.E., BROWN, A.G. **Eucalyptus for wood production.** Melbourn, Cairo, 1978.

HOLLOWAY, J.D.; BRADLEY, J.D.; CARTER, J.D. **CIE guides to insects of importance to man. Lepidoptera, 1.** C.A.B. International, Wallingford, 262p, 1987. Disponível em: http://www.izma.org.br/newsite/index.php?option=com_content&view=article&id=66:artigo_insetosindicadores&catid=35:curiosidadesfauna&Itemid=78 Acessado em: 06 de dezembro de 2021.

INACIO, M.L.; HENRIQUES, L.; SOUSA, E. **As relações mutualistas entre fungos e insectos: sua influência no estado sanitário da floresta em Portugal**. 5º Congresso Florestal Nacional, Viseu. Anais, 2005.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, [s.n], 2018.

KILCA, R. V. et al. **Estrutura de uma floresta de mangue na baía da Babitonga, São Francisco do Sul, SC**. UFSM, 2011.

KJERFVEK, B., LACERDA, L.D. **Mangroves of Brazil**. In: Lacerda L.D. (Ed.), Conservation and sustainable utilization of mangrove forest in Latin America and Africa regions. I. Latin America, Mangrove Ecosystem Technical Report No. 2. ITTO/ISME, Okinawa, pp.245-272, 1993.

KOBIYAMA, M.; MINELLA, J. P. G.; FABRIS, R. **Áreas degradadas e sua recuperação**. Informe Agropecuário, 22(210): 10-17, 2001.

LACAMBRA, C.; SPENCER, T.; MOELLER, I. **Tropical coastal ecosystems as coastal defences**. ProAct Network, Unitec Kingdom, p. 1-22, 2008.

LEWINSOHN, T.M.; FREITAS, A.V.L.; PRADO, P.I. **Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil, Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p 62-69, julho 2005.

LIMA, H. R. P. **Influência dos fatores abióticos na produção e variabilidade de terpenóides em plantas**. Floresta e Ambiente, V. 10, n.2, p.71 - 77, ago./dez, 2003. Disponível em:<http://www.floram.periodikos.com.br/article/588e2205e710ab87018b4600/pdf/floram-10-2-71.pdf> Acessado: 12 de outubro de 2021.

LIMA, J. S. **Bioindicação, Biomonitoramento: Aspectos Bioquímicos E Morfológicos**. Disponível em: Revista Tec Hoje, 2003. Acessado: 22 de outubro de 2021.

LOOMIS, W. D.; CROTEAU, R. In: STUMPF, P. K. (ed). **Biochemistry of Terpenoids. Lipids: Structure and Function: The Biochemistry of Plants**. Elsevier, Volume 4, Chap. 13, 2014.

LOPES, C. M. I. **Estudo de bioprospecção de *avicennia e Shaw Eliana*: desenvolvimento de um creme cicatrizante Barra no Recife**. 72f., 2015.

LUGO, A.E.; MEDINA, E.; MCGINLEY, K. **Issues and challenges of Mangrove conservation in the Anthropocene**. Wood and Forests vol. 20, número special: 11-38, 2014.

LUZ, H. S.; SANTOS, A. C. G.; LIMA, F. C.; MACHADO, K. R. G. **Prospecção Fitoquímica de *Himatanthus drasticus Plumel* (Apocynaceae), da mesorregião leste maranhense**. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 16, n. 3, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/HhQdSDt3x4sRHBrVnCGjSnf/abstract/?lang=pt> Acessado: 12 de outubro de 2021.

MALHEIROS, R. **A influência da sazonalidade na dinâmica da vida no bioma cerrado (The seasonality influence n the dynamics of life on cerrado biome)**. Revista Brasileira de Climatologia, v. 19, 2016.

MARGULES CR, NICHOLLS AO & PRESSEY RL. **Selecting networks of reserves to maximize biological diversity.** *Biological Conservation*, 43:63-76, 1988.

MARINONI, R. C.; GANHO, N. G.; MONNÉ, M. L.; MERMUDES, J. R. M. **Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta).** Ribeirão Preto: Holos. 63p, 2001.

MARQUES, A. G. **Caracterização e Gênese de Solos de Mangue, Apicum e Tabuleiro da Região Costeira de Acaraú-CE.** 123 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, 2010.

McGEOCH, M. A. **The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators.** *Biological Reviews* 73: 181-201, 1969. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1997.tb00029.x> Acessado: 05 de novembro de 2021.

McGEOCH, M.A.; SITHOLE, H.; SAMWAYS, M.J.; SIMAIKA, J.P.; PRYKE, J.S.; PICKER, M.; UYS, C.; ARMSTRONG, A.J.; DIPPENAAR-SCHOEMAND, A.S.; ENGELBRECHT, I.A.; BRASCHLER, B. & HAMER, M. **Conservation and monitoring of invertebrates in terrestrial protected areas.** *Koedoe*, 53:1-13, 2011.

MEDEIROS, R., OTUKI, M.F., AVELLAR, M. C. W., CALIXTO, J. B. **Mechanisms underlying the inhibitory actions of the pentacyclic triterpene [alpha]-amyrin in the mouse skin inflammation induced by phorbol ester 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate.** *European Journal of Pharmacology*. 559, 227-235, 2007.

MEFFE GK & CARROL CR. **Principles of Conservation Biology.** 3aed. Massachussets, Sinauer. 699p, 1997.

MEIRELES, A. J., & da Silva, E. V. **Abordagem geomorfológica para a realização de estudos integrados para o planejamento e gestão em ambientes flúvio-marinhos.** *Scripta Nova: Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, (6), 118, 2002. Disponível em: <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-118.htm> Acessado: 27 de setembro de 2021.

MILLER, J. C. **Insect natural history, multispecies interactions and biodiversity in ecosystems.** *Biodiversity Conservation*. v.2, p.233-241.

MITHOFER, A.; SCHULZE, B. & WILHELM, B. **Biotic and heavy metal stress response in plants: evidence for common signal.** *FEBS Letters* 566(1-3): 1-5, 2004.

MMA. Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil.** Brasília: MMA/SBF/GBA, 148p, 2010.

MOSCATELLI, M. **Salvando o Manguezal.** IN: *Revista Brasileira de Ecologia do Século 21-Eco-21*, ano IX, n°41, p. 41-42, julho/agosto, 1999.

NADIA, T. L.; MACHADO, I. C.; **Wind pollination and propagule formation in *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae): resource or pollination limitation.** *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. v. 86, n. 1, p. 229–238, 2014.

NICHOLS, E.; LARSEN, T.; SPECTOR, S.; DAVIS, A.L.; ESCOBAR, F.; FAVILA, M. & VULINEC, K. **Global dung beetle response to tropical forest modification and**

fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. Biological Conservation, 137:1-19, 2007.

NIEMI, G. & McDONALD, M. **Application of ecological indicators.** Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 35:89-111, 2004.

NOUR, ABDURAHMAN; NITTHIYA, J.; MANAL, S. **The Potential of *Rhizophora mucronata* in Extracting the Chemical Composition and Biological Activities as Mangrove Plants: A Review.** Australian Journal of Basic and Applied Sciences, v. 10, n. 4, p. 114-139, 2016.

OLIVEIRA, M.A.; GOMES, F.F.C.; PIRES, E.M.; Cidália Gabriela Santos MARINHO, C.G.S.; LUCIA, T.M.C.D.- **Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação** Revista Ceres, Viçosa, v. 61, Suplemento, p. 800-807, nov/dez, 2014. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/17293/1/artigo.pdf> Acessado: 09 de novembro de 2021.

ODUM, E. P. **Ecologia.** 3ª edição. México. Nueva Editorial Interamericana, 639p., 1972.

OLIVEIRA, A. O. de; HARTMANN, C. **Mapeamento da Geomorfologia Marginal e da Cobertura Vegetal na Desembocadura da Laguna dos Patos, com destaque para as Formações Micro Deltaicas.** Anais X, Foz do Iguaçu, Seção Poster - Iniciação científica, p 649 a 651, 2001.

OLIVEIRA, C. De. **Dicionário Cartográfico.** IBGE, 4a. Edição. 645p, 1993.

PAOLETTI MG & BRESSAN M. **Soil invertebrates as bioindicators of human disturbance.** Critical Reviews in Plant Sciences, 15:21-62, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/07352689609701935> Acessado: 08 de outubro de 2021.

PEARCE JL & VENIER LA. **The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: a review.** Ecological Indicators, 6:780-793, 2006.

PEÑUELAS, J.; MUNNÉ-BOSCH, S. **Isoprenoids: an evolutionary pool for photoprotection.** Trends in plant science, v. 10, n. 4, p. 166-169, 2005.

POLIDORO, BETH A. et al. **A perda de espécies: risco de extinção de manguezais e áreas geográficas de preocupação global.** Plo Sone, v. 5, n. 4, 2010.

PRICE PW. **Insect Ecology.** 2ª edição. New York, John Wiley & Sons. 607P, 1984.

RASKIN, I. *et al.* **Plants and Human Health in the Twenty-First Century.** Trends Biotechnology, v. 20, n. 12, p. 522-531, 2002.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F. & EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal.** 6ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2001. 906p.

ROCHA, A. C. **Estudos ecofisiológicos em árvores do manguezal do rio Mucuri-BA.** 2008. [s.n].

RODRIGUES, M.G. **Análise do status de conservação das unidades de paisagens no complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia Garaqueçaba.** Tese de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

ROWELL, R. M.; PETTERSEN, R.; HAN, J. S; ROWELL. J. S; TSHABALALA, M. **A Cell Wall Chemistry. Handbook of wood chemistry and wood composites.** Editado por Roger M. Rowell. Editora. Taylor & Francis Group. New York, 2005.

RUDINSKY, J.A. **Ecology of Scolytidae.** Annu. Rev. Entomology. V.7, cap3, 327-348p, 1962.

SANTOS, G. C.; TOURINHO, M. M.; DA SILVA, M. F.; et al. **Fitossociologia e práticas de manejo tradicional em uma floresta de várzea em Santa Bárbara do Pará, Estado do Pará, Brasil.** Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v. 57, n. 2, p. 138–145, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/1294/471> Acessado: 12 de outubro de 2021.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y et al. **Manguezais.** Ática, 1ed, São Paulo: 2004.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. CINTRÓN-MOLERO, G. SOARES, M.L.G. DE- ROSA, T. **Brazilian Mangroves. Aquatic Ecosystem Health and Management Society.** p. 561-570, 2000.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: Eossistema entre a terra e o mar.** Caribbean Ecological Research, 64p, 1995.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros, com ênfase sobre o ecossistema manguezal.** Boletim do Instituto Oceanografico. São Paulo. 7: 1-16.1989.

SCHUH, G.; HEIDEN, A.C.; HOFFMAN, T.; KAHL, J.; ROCKEL, P.; RUDOLPH, J.; WILDT, J. **Emissions of volatile organic compounds from sunflower and beech: dependence on temperature and light intensity.** Journal of atmos. Chemistry, v.27, p.291-318, 1997.

SEMENIUK, V. **Mangrove distribution in Northwestern Australia in relationship to regional and local freshwater seepage.** Vegetativo, v.53, p.11-31, 1983.

SESSEGOLO, G.C. **Estrutura e produção de serapilheira do manguezal do Rio Bagaçu, Baía de Paranaguá, PR.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 109 p. 1997.

SHAO, M.; CZAPIEWSKI, K.V.; HEIDEN, A. C.; KOBEL, K.; KOMENDA, M.; KOPPMANN, R.; WILDT, J. **Volatile organic compound emissions from Scots pine: mechanisms and description by algorithms.** Journal Geophysical Research, volume.106, p.20483-20491, 2001. Disponível: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1029/2000JD000248>. Acessado: 01 de dezembro de 2021.

SHARIFI-RAD, J. et al. **Biological activities of essential oils: From plant chemoecology to traditional healing systems.** Molecules, v. 22, n. 1, p. 02-55, 2017.

SILVA, J. C. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira.** 2002.

SILVA, J. M., MARTINS, M. B. G., CAVALHEIRO, A. J. **Anatomical characterization and chemical profiles of *Avicennia schaueriana* and *Rhizophora mangle* leaves from impacted and not impacted mangroves** os São Paulo. *Journal of Botany*. 39, 14-33, 2010.

SILVA, M. A. B.; BERNINI, E. & CARMO, T. M. S. **Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil.** *Revista Acta Bot. Bras.* 19(3). pp. 465-471, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/WtWzsc8ckCFRbZGpbVSYdXG/?lang=pt&format=pdf>
Acessado: 19 de novembro de 2021.

SILVA, J.M. **Caracterização anatômica e perfis químicos de folhas de *Avicennia schaueriana* Stapf & Leech. ex. Moldenke e *Rhizophora mangle* L. de manguezais impactados e não impactados do litoral paulista insula.** *Florianópolis*, n. 39, p. 14-33, 2010.

SILVA, M. R. O.; ALMEIDA, A. C.; ARRUDA, F. V. F.; GUSMÃO, N. **Endophytic fungi from brazilian mangrove plant *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. (Combretaceae): their antimicrobial potential.** *Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances* A. Méndez-Vilas (Ed.). 2011.

SILVA, A. L. L.; ARAUJO, M. G. S.; BASTOS, M. L. A.; BERNARDO, T. H. L.; OLIVEIRA, J. F. S.; SILVA-JUNIOR, E. F.; SANTOS-JUNIOR, P. F. S.; ARAUJO, M. V.; ALEXANDRE-MOREIRA, M. S.; ARAÚJO-JÚNIOR, J. X.; VERISSIMO, R. C. S. S. **Avaliação da atividade antibacteriana, citotóxica e antioxidante da espécie vegetal *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill.** *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 18, n. 1, 2016.

SILVA, C. O. **Ocorrência de Scolytinae em manguezal com armadilha de impacto e na madeira de cinco espécies florestais.** *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 36, n. 1, p. 256-265, Jan./Feb. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v36n1a2020-47920> Acessado em: 06 de dezembro de 2021.

SINGH, P.; PANDEY, A. K. **Prospective of essential oils of the genus *Mentha* as biopesticides: A review.** *Frontiers in plant science*, v. 9, p. 1-14, 2018.

SOARES-FILHO, B.S.; SILVESTRINI, R.; NEPSTAD, D.; BRANDO, P.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A.; COE, M.; LOCKS, C.; LIMA, L. & VIANA, L. **Forest fragmentation, climate change and understory fire regimes on the Amazonian landscapes of the Xingu headwaters.** *Landscape Ecology*, 27:585-599, 2012.

SOARES, M. L. G.; SCHAEFFER-NOVELLIY. **Above-ground biomass of mangrove species. I. Analysis of models.** *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, V. 65, P. 1–18, 2005. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1047.229&rep=rep1&type=pdf>
Acessado: 08 de novembro de 2021.

SOFFIATI, A. **O manguezal na história e na cultura do Brasil.** *Campo dos Goytacazes*: Ed. Faculdade de Direito de Campos, Recife, 208p, 2006.

SOTCHAVA, V. B. **Por uma Teoria de Classificação de Geossistemas de Vida Terrestre**. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia “14 Biogeografia”. 1978.

SOUZA, M. F. **Caracterização estrutura do ecossistema manguezal no Ribeirão Cassino da Lagoa, Praia Brava, Itajaí**. Trabalho de Conclusão, Curso de Oceanografia. CTTMar, UNIVALI, 2000.

SOUZA, V. C. & LORENZI, H. **Botânica sistemática - guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Instituto Plantarum, Nova Odessa SP, 2008.

TAN, S. N.; YONG, J. W. H.; TEO, C. C.; GE, L.; CHAN, Y. W.; HEW, C. S. **Determination of metabolites in *Uncaria sinensis* by HPLC and GC-MS after green solvent microwave-assisted extraction**. *Talanta*. 83, 891-898, 2011.

TAUBER, M. J.; TAUBER, C. A. **Insect seasonality: Diapause maintenance, termination and post diapause development**. *Annual Review of Entomology* 21: p.81-107, 1986.

THATOI, H.; SAMANTARAYB, D.; DAS, S. K. **The genus *Avicennia*, a pioneer group of dominant mangrove plant species with potential medicinal values: a review**. *Frontiers in life science*, vol. 9, nº4, 267-291, 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/21553769.2016.1235619?needAccess=true>
Acessado: 05 de outubro de 2021.

THOMAZINI, M. J.; THOMAZINI, A. P. B. W. **A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 21p, 2000.

TOGNELLA-DE-ROSA, M.M.O. **Manguezais catarinenses, Baía da Babitonga e Rio Tavares: Uma abordagem parcial dos atributos ecológicos e econômicos**. Tese de doutorado, Instituto de Oceanografia, Universidade de São Paulo, 240 p. 2000.

TOMLINSON, PHILIP BARRY. **The Botany of Mangroves**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

TRIPLEHORN CA & JOHNSON NF. **Estudo dos Insetos**. 7ªed. São Paulo, Cengage Learning. 816P, 2011.

TWILLEY, R.R., RIVERA-MONROY, V.H. **Developing performance measures of mangrove wetlands using simulation models of hydrology, nutrient biogeochemistry, and community dynamics**. *Journal of Coastal Research*, v.40, p.79-93, 2005.

UYS C, HAMER M & SLOTOW R. **The effect of burn area on invertebrate recolonization in grasslands in the Drakensberg, South Africa**. *African Zoology*, 41:51-65, 2006. VANNUCCI, M. What is so special about mangroves. *Brazilian Journal of Biology*, v. 61, n. 4, p. 599-603, 2001.

VANNUCCI, M. **Os manguezais e nós: uma síntese de percepções**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

VICKERS, E. LERDAU, C.; M. GERSHENZON, J.; T.; LORETO, F. **A unified mechanism of action for volatile isoprenoids in plant abiotic** *Nature Chemical Biology*, v. 5, p. 283–291, 2009.

VIZZOTO, M. et al. **Metabólitos secundários em plantas e sua importância**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/886074/1/documento316.pdf> Acessado: 19 de novembro de 2021.

WASTOWSKI, A. D. **Química da madeira**, Rio de Janeiro: Interciência, 2018.

WINK, C., J, V, C. GUEDES, C, K. FAGUNDES & A, P. ROVEDDER. **Insetos edáficos como indicadores de qualidade ambiental**. *Revista Ciências Agroveterinária*. v. 4. p. 60-71, 2005. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/234148889.pdf> Acessado: 19 de novembro de 2021.

WOLDA, H.; BROADHEAD, E. **Seasonality of Psocoptera in two tropical forests in Panama**. *Journal of Animal Ecology*, 54: p.519-530, 1985.

WOOD, S. L. **The bark and ambrósia beetles of north and central America (coleóptera: scolytidae) a taxonomic monograph**. In: Great basin naturalist memoirs. Utah, Brigham Young University, [USA], 1359 p, 1982.

YOKOYA, N.S. **Distribuição e origem**. In: Yara Schaeffer-Novelli (Ed.), *Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar*. Caribbean ecological research, São Paulo. pp. 1-10, 1995. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/x49kz/pdf/turra-9788598729251-05.pdf> Acessado: 19 de novembro de 2021.

ZANUNCIO, J.C.; BRAGANÇA, M.A.L.; LARANJEIRO, A.J.; FAGUNDES, M. **Coleópteros associados à eucaliptocultura nas regiões de São Mateus e Aracruz, Espírito Santo**. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 41, n. 22, p. 584-90, 1993.