



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB
CENTRO DE CIÊNCIAS APLICADAS E EDUCAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MONITORAMENTO AMBIENTAL

Walciria Alves da Silva

**DANOS FOLIARES POR HERBIVORIA EM FLORESTAS DE MANGUE
EM TRÊS ESTUÁRIOS DO ESTADO DA PARAÍBA**

Rio Tinto, PB
Dezembro - 2014

Walciria Alves da Silva

**DANOS FOLIARES POR HERBIVORIA EM FLORESTAS DE MANGUE
EM TRÊS ESTUÁRIOS DO ESTADO DA PARAÍBA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Monitoramento Ambiental da UFPB (área de concentração: Monitoramento de Biodiversidade e Avaliação de Impactos Ambientais) como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Monitoramento Ambiental.

Orientadora: Prof^a Dr^a Elaine Bernini

Rio Tinto, PB
Dezembro – 2014

S586d Silva, Walcira Alves da.
Danos foliares por herbivoria em florestas de mangue em
três estuários do estado da Paraíba / Walcira Alves da Silva.-
Rio Tinto, 2014.
29f. : il.
Orientadora: Elaine Bernini
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA
1. Ecologia e meio ambiente. 2. Manguezal. 3. Herbivoria -
percentagem. 4. Danos foliares - tipos.

UFPB/BC

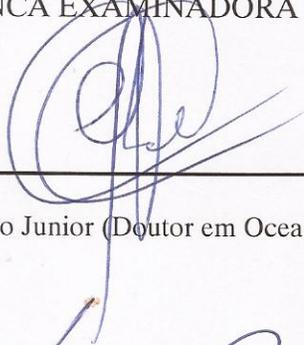
CDU: 577.4:504(043)

Walciria Alves da Silva

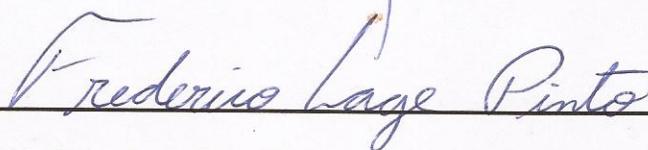
**DANOS FOLIARES POR HERBIVORIA EM FLORESTAS DE MANGUE
EM TRÊS ESTUÁRIOS DO ESTADO DA PARAÍBA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Monitoramento Ambiental da UFPB como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Monitoramento Ambiental.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Clemente Coelho Junior (Doutor em Oceanografia) - UPE



Prof. Frederico Lage-Pinto (Doutor em Ecologia e Recursos Naturais) - UFPB



Orientadora: Profa. Elaine Bernini (Doutora em Ecologia e Recursos Naturais) - UFPB

Rio Tinto, PB
Dezembro – 2014

Dedico aos meus amados pais que sempre me propiciaram uma boa educação e ao meu marido que sempre me apoiou ao longo dessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força, coragem e sabedoria para concluir mais esta etapa da minha vida.

À Universidade Federal da Paraíba, Campus IV pela infraestrutura fornecida para a realização deste trabalho.

À CAPES pela concessão da bolsa de Mestrado.

À minha orientadora, Prof. Dra Elaine Bernini, pela orientação, conhecimento, apoio, confiança e paciência, que foram fundamentais em todo o processo e etapas para conclusão do mestrado.

À Frederico Lage Pinto, por toda ajuda fornecida, ao longo do mestrado.

À minha família, que sempre foram fundamentais para a realização e conclusão das minhas metas e sonhos.

À Maria Clara Claro Lira, pela ajuda e divisão do trabalho durante as coletas de campo.

Aos motoristas do Campus IV da UFPB, pelo apoio nos trabalhos de campo.

À todas as pessoas, que direta ou indiretamente, colaboraram com a elaboração deste trabalho.

Sumário

Resumo	1
Abstract.....	1
Introdução.....	2
Material e Métodos.....	5
Resultados.....	9
Discussão.....	14
Agradecimentos.....	20
Referências	20
Anexo.....	25

Lista de Figuras

- Figura 1. Localização dos sítios de estudo no Estado da Paraíba, Brasil (Fonte: Google Earth). S1 (Estuário do rio Gramame), S2 (Estuário do rio Mamanguape), S3 (Estuário do rio Miriri)6
- Figura 2. Frequência de ocorrência de cada tipo de dano no Sítio 1 (A), Sítio 2 (B) e Sítio 3 (C), analisados no Estado da Paraíba11
- Figura 3. Herbivoria foliar (%) das espécies analisadas nos três sítios de estudo no Estado da Paraíba. As: *Avicennia schaueriana*; Lg: *Laguncularia racemosa*; Rh: *Rhizophora mangle*; S1: Sítio 1; S2: Sítio 2; S3: Sítio 3; Letras maiúsculas comparam a espécie entre os Sítios e letras minúsculas comparam as espécies dentro de cada Sítio. Letras distintas indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$).....12
- Figura 4. Razão peso úmido/área foliar das espécies analisadas nos três sítios de estudo no Estado da Paraíba. As: *Avicennia schaueriana*; Lg: *Laguncularia racemosa*; Rh: *Rhizophora mangle*. S1: Sítio 1; S2: Sítio 2; S3: Sítio 3. Letras maiúsculas comparam a espécie entre os Sítios e letras minúsculas comparam as espécies dentro de cada Sítio. Letras distintas indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$)13

Lista de Tabelas

Tabela 1. Descrição dos tipos de danos causados por herbívoros. Adaptado de Romero et al. (2006) e Menezes e Peixoto (2009).....	8
Tabela 2. Resultados do χ^2 para os tipos de danos foliares nos três sítios de estudo. Asterisco (*) indica diferença significativa ($p \leq 0,05$)	10
Tabela 3. Resultados do χ^2 para os tipos de danos foliares identificados nas três espécies analisadas. Asterisco (*) indica diferença significativa ($p \leq 0,05$)	10
Tabela 4. Percentual de herbivoria em manguezais no mundo	18
Tabela 5. Percentual de herbivoria em manguezais no Brasil	19

**Danos Foliares por Herbivoria em Florestas de Mangue em Três Estuários do
Estado da Paraíba**

Walciria Alves da Silva *

Elaine Bernini

Frederico Lage-Pinto

Universidade Federal da Paraíba Campus IV (Litoral Norte)
Centro de Ciências Aplicadas e Educação, Rua da Mangueira, s/n,
CEP: 58297-000 - Rio Tinto, PB – Brasil

*Autora para correspondência

alveswalciria100@gmail.com

Danos Foliares por Herbivoria em Florestas de Mangue em Três Estuários do Estado da Paraíba

Resumo

A frequência de danos e a taxa de herbivoria em folhas maduras de *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm ex Moldenke, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.f. e *Rhizophora mangle* L. foram avaliadas em três florestas de mangues (Sítios 1, 2 e 3) adjacentes a planícies hipersalinas no Estado da Paraíba, Brasil, para verificar se existe variação interespecífica e intraespecífica. Nove tipos de danos foram identificados: buraco, fungo, galha, indefinido, margem, mina, necrose, ovo e raspagem, sendo *Laguncularia racemosa* a espécie que apresentou maior frequência de danos e maior taxa de herbivoria média (3,17 a 7,07%) comparada com *Rhizophora mangle* (0,77 a 1,76%) e *Avicennia schaueriana* (0,36 a 0,91%). Houve diferenças intraespecíficas significativas para danos foliares e taxas de herbivoria entre os sítios de estudo, sem padrão específico. *Laguncularia racemosa* apresentou maior razão peso úmido/área das folhas (peso/área) em relação às demais espécies. Em geral, as correlações entre a razão peso úmido/área das folhas (peso/área) e as taxas de herbivoria foram baixas ou positivas, sugerindo que outros fatores, tais como características químicas, condições edáficas (ex. salinidade intersticial), bem como os herbívoros envolvidos, podem exercer maior influência no processo de herbivoria. Os valores de herbivoria obtidos neste estudo são considerados baixos em relação a outros manguezais.

Palavras-chave: Manguezal; Percentagem de herbivoria; Tipos de danos

Abstract

The frequency of damage and herbivory rate on leaves of *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm ex Moldenke, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.f. and *Rhizophora mangle* L. were evaluated in three mangroves forest (Sites 1, 2 and 3) adjacent to hypersaline areas in Paraíba, State of Brazil, in order to verify interspecific and intraspecific variation. Nine types of damage were identified: hole, fungus, gall, undefined, damage on the leaf margin, mine, necrosis, egg and rasping. *Laguncularia racemosa* presented the highest frequency of damage and higher average rate of herbivory (3.17 to 7.07 %) compared to *Rhizophora mangle* (0.77 to 1.76%) and *Avicennia schaueriana* (0.36 to 0.91%). There were significant intraspecific differences in leaf damage and herbivory rates among study sites, with no specific pattern.

Laguncularia racemosa presented the hardest leaves (weight/area) in relation to other species. In general, the correlation between the hardness of the leaves (weight/area) and grazing rates were low or positive, suggesting that other factors, such as chemical, soil conditions (eg. interstitial salinity) and herbivores involved, can affect on herbivory process. The grazing values obtained in this study are considered low compared to other mangrove.

Keywords: Mangrove; Herbivory percentage; Types of damage

Título abreviado: Herbivoria em Florestas de Mangue do Estado da Paraíba

Introdução

O manguezal é um ecossistema costeiro sujeito ao regime de marés, que se desenvolve em áreas abrigadas como estuários, baías e lagunas (TOMLINSON, 1986). As florestas de mangue se distribuem nas regiões tropicais e subtropicais do globo entre as latitudes 30°N e 30°S (GIRI et al., 2011), sendo importantes para a estabilização das linhas costeiras, redução do risco de erosão dos solos, do assoreamentos de corpos de água e dos impactos causados por desastres naturais. Além disso, a importância do manguezal também está relacionada com a manutenção dos estoques pesqueiros e biodiversidade marinha, pois, fornecem alimento e local propício para reprodução de várias espécies. Os manguezais sustentam uma riqueza de herbívoros, que utilizam suas folhas como recurso alimentar ou como um local seguro para reprodução (BURROWS, 2003; GIRI et al., 2011).

Nos manguezais, os herbívoros têm papel importante na ciclagem de nutrientes e transferência de energia para outros níveis tróficos. Contudo, a herbivoria pode afetar negativamente a aptidão das plantas, os padrões de transferência de nutrientes e energia nas cadeias alimentares e a diversidade de organismos dentro das comunidades (COLEY; BARONE, 1996).

O grupo de herbívoro mais representativo em manguezais é o dos insetos (ARAÚJO, 2002). Os insetos dependem das partes das plantas em quantidade e qualidade para o seu crescimento, desenvolvimento e reprodução, podendo gerar impactos significantes nos ecossistemas (BEGON et al., 2007). Os níveis de herbivoria

reportados na literatura para o ecossistema manguezal variam entre 1 a 47% do total de área foliar consumida (LACERDA et al., 1986; ROBERTSON; DUKE, 1987; FELLER, 1995; SAUR et al., 1999; ERICKSON et al., 2004; ROMERO et al., 2006; TONG et al., 2006; FELLER; CHAMBRILAIN, 2007; KIHIA et al., 2012; SANTOS, 2014).

O impacto dos insetos herbívoros em florestas de mangue vem sendo avaliado em diversos lugares do mundo (ONUF et al., 1977; NEWBERY, 1980; NEILSON et al., 1986; ROBERTSON; DUKE, 1987; FELLER, 1995; SAUR et al., 1999; ERICKSON et al., 2004; TONG et al., 2006; ROMERO et al., 2006; FELLER; CHAMBRILAIN, 2007; BRAUKO et al., 2011; KIHIA et al., 2012; ERICKSON et al., 2012). Na maioria dos estudos, o impacto causado pelos herbívoros é moderado. Contudo, há casos de desfolhação severa causado por larvas de lepidópteros, tal como relatado por Menezes e Mehlig (2005), em *Avicennia germinans* (L.), no Brasil, por Anderson e Lee (1995), em *Avicennia marina*, em Hong Kong e por Elster et al. (1999) em *Avicennia germinans*, na Colômbia. O Brasil possui grande extensão de manguezais, no entanto, existem poucos estudos sobre o processo de herbivoria neste ecossistema, destacando-se Lacerda et al. (1986), no estado do Rio de Janeiro, Araújo (2002), na Paraíba, Menezes e Mehlig (2005), no Pará, Ignácio et al. (2005), no Paraná, Menezes e Peixoto (2009), também no Rio de Janeiro e Santos (2014), na Paraíba. Além disso, não há registro de estudos realizados em florestas de mangue adjacentes a planícies hipersalinas (apicuns).

Em florestas de mangue adjacentes a planícies hipersalinas a salinidade tende a ser mais elevada. Os apicuns são áreas banhadas somente pelas marés de sizígia, desprovidas de vegetação arbórea, devido à elevada salinidade. No Brasil os manguezais e apicuns são encontrados desde a Ilha de Santa Catarina até o Estado do Pará (PELLEGRINI, 2000). Em alguns manguezais no Estado da Paraíba ocorrem apicuns, como nos estuários dos rios Mamanguape, Miriri e Gramame.

Um fator importante nas interações planta-herbívoro são as defesas das plantas. Os taninos, por exemplo, são compostos químicos que podem fornecer defesa contra a herbivoria. Os aspectos nutricionais também são importantes nesta interação, nutrientes como carboidrato e nitrogênio podem aumentar o valor da planta para os herbívoros e, conseqüentemente, as taxas de herbivoria (LOYOLA; FERNANDES, 1993; FELLER; CHAMBRILAIN, 2007). Outros fatores importantes são as características edáficas, como a salinidade, que em níveis elevados, pode ser um fator de estresse abiótico capaz

de provocar um aumento na produção de metabólitos secundários nos vegetais, que reduzem a palatabilidade das plantas (PETRIDIS, 2012). Além disso, o estresse causado pelos níveis elevados de salinidade pode favorecer a produção de plantas com folhas duras ou coriáceas. Isto ocorre como resposta não específica a uma vasta gama de estresse ambiental (LIMA et al., 2013) e acaba por interferir nas taxas de herbivoria. No entanto, há uma diversidade de herbívoros, principalmente insetos, que evoluíram com estas características edáficas e que utilizam as folhas de mangue das mais diversas formas (BURROWS, 2003), causando redução em sua área.

A herbivoria causa a redução da área foliar, um fator que pode ser impactante para a produtividade dos manguezais, assim como outros tipos de danos que também costumam estar presentes nas folhas de mangue como, por exemplo, necrose, fungo e galha. Esses e outros danos, que não causam a redução direta e/ou imediata da área foliar, também podem comprometer a produtividade do ecossistema manguezal (LACERDA et al., 1986), devido a perda da área fotossinteticamente ativa da folha. Contudo, poucos estudos avaliam outros tipos de danos, além da taxa de área foliar, destacando-se Romero et al. (2006) e Menezes e Peixoto et al. (2009).

A identificação dos principais tipos de danos causados pela herbivoria, bem como os níveis de consumo entre as diferentes espécies de mangue em uma determinada área é importante do ponto de vista ecológico, pois, a herbivoria em comunidades naturais pode ser alta, reduzindo o crescimento e a reprodução das plantas e influenciando o resultado da competição e da diversidade na composição da comunidade (COLEY, 1983). Portanto, o nível de herbivoria torna-se uma estimativa das interações planta-herbívoros, fornecendo subsídios ao manejo e a conservação das áreas de mangue afetadas por desfolhações severas, por exemplo.

O objetivo deste estudo é avaliar a frequência de danos e quantificar a taxa de herbivoria em folhas de mangue adjacentes a apicuns, no Estado da Paraíba, para responder as seguintes questões: (1) existe variação interespecífica na frequência de danos foliares e nas taxas de herbivoria? (2) há diferenças intraespecíficas na frequência de danos foliares e nas taxas de herbivoria? (3) há correlação entre a razão peso úmido/área foliar e as percentagens de herbivoria?

Material e Métodos

A área de estudo compreende três manguezais (Sítio 1, Sítio 2 e Sítio 3) situados no Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil (Figura 1).

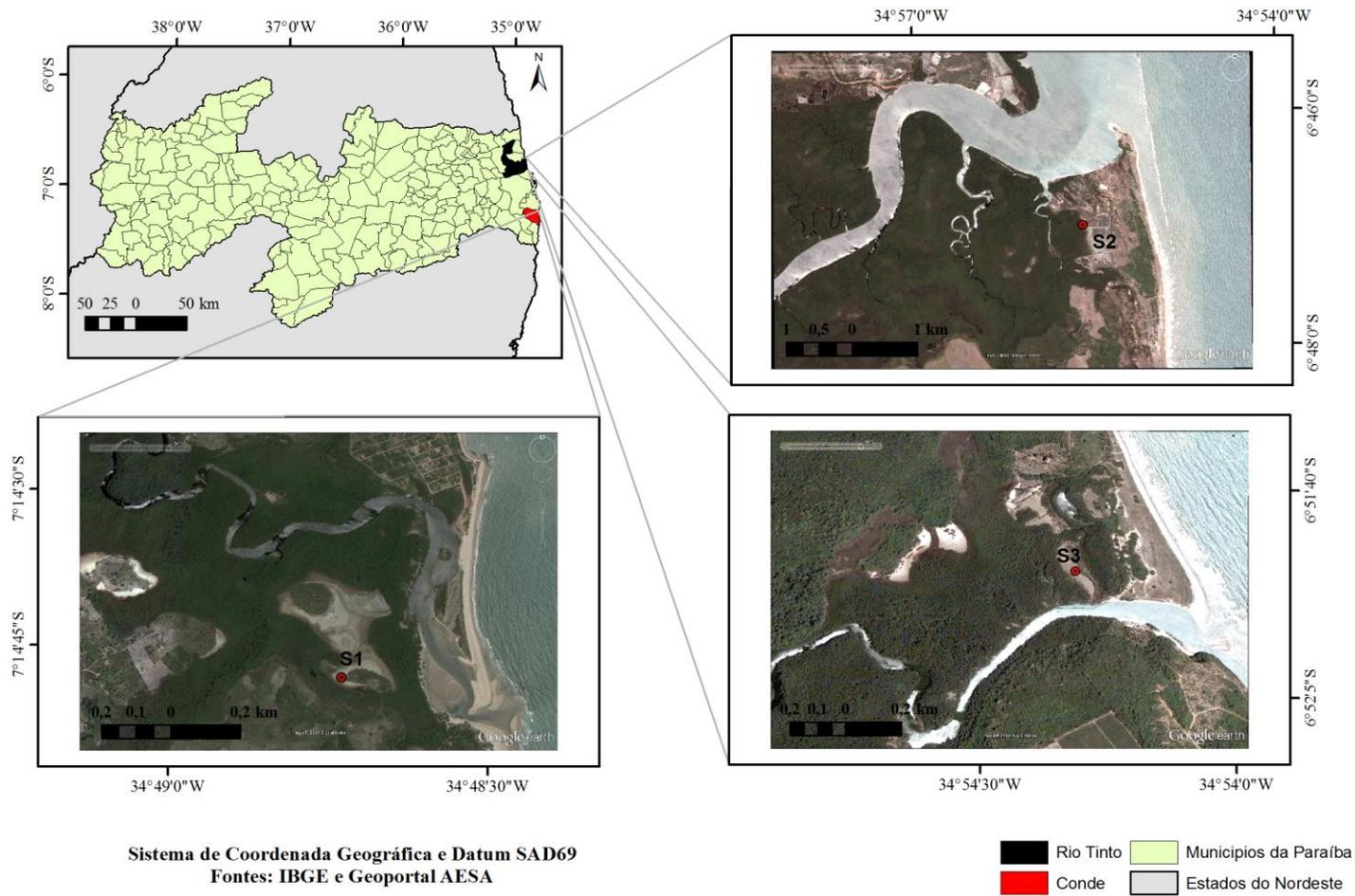
O Sítio 1 situa-se em uma floresta de mangue adjacente a uma planície hipersalina (apicum) no estuário do rio Gramame (Figura 1). A bacia do rio Gramame localiza-se na região denominada Litoral Sul do Estado da Paraíba. A área da bacia compreende os municípios de Alhandra, Conde, Cruz do Espírito Santo, João Pessoa, Santa Rita, São Miguel do Taípu e Pedras de Fogo.

Segundo a classificação de Köeppen, a região da bacia do rio Gramame é caracterizada como clima tropical chuvoso com estação seca no outono. A precipitação média anual varia entre 800 a 1.800 mm (FONSECA, 2008). Com relação à cobertura vegetal, Fonseca (2008) destaca que a vegetação ao longo da bacia do rio Gramame encontra-se bastante degradada devido à indústria de mineração, panificação e olarias, além da especulação imobiliária e atividades agrícolas, restando apenas alguns resquícios de manguezal, mata atlântica, cerrado e várzeas.

Os Sítios 2 e 3 são representados por florestas de mangue adjacentes à planícies hipersalinas localizadas na Área de Proteção Ambiental da Barra do rio Mamanguape (APA da Barra do Rio Mamanguape) (Figura 1). O Sítio 2 localiza-se no estuário do rio Mamanguape e o Sítio 3 situa-se no estuário do rio Miriri.

A APA da Barra do rio Mamanguape ocupa área de 14.640 hectares, estando localizada no litoral Norte do Estado da Paraíba, na mesorregião da Zona da Mata, a cerca de 80 km de João Pessoa (ARAÚJO, 2002), estendendo-se por quatro municípios do litoral Norte: Rio Tinto, Marcação e parte dos municípios de Baía da Traição e Lucena. A população residente na área encontra-se distribuída em 18 comunidades tradicionais no interior da APA e seu entorno (EMBRAPA, 2008).

FIGURA 1. Localização dos sítios de estudo no Estado da Paraíba, Brasil (Fonte: Google Earth). S1 (Estuário do rio Gramame), S2 (Estuário do rio Mamanguape), S3 (Estuário do rio Miriri).



Segundo a classificação de Köppen o clima da região é caracterizado como quente e úmido, com chuvas de outono e inverno e a precipitação média anual é de 1.634 mm (SILVESTRE et al., 2011). A umidade relativa do ar, em termos de valores médios anuais, varia de 80% a 85%. A insolação ao longo do ano apresenta uma variação nos meses de janeiro a julho, de 7 a 8 horas diárias e nos meses de agosto a dezembro, de 8 a 9 horas diárias. A velocidade média do vento oscila entre 2,5 a 3,5 m/s (AESAs, 2003).

No que se refere à cobertura vegetal, destaca-se a presença de um amplo manguezal que cobre cerca de 60% da superfície da APA (MOREIRA, 2008). Esta Unidade de Conservação abriga um dos principais remanescentes de manguezais do Nordeste brasileiro, composto pelas espécies *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm ex Moldenke, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.f. e *Rhizophora mangle* L., além das espécies associadas como *Conocarpus erectus* L. e *Acrostichum aureum* L. (PALLUDO; KLONOWSKI, 1999). Além disso, também se encontram remanescentes de Mata Atlântica e Mata de Restinga. Outro atributo marcante é a base de pesquisa e manejo do Projeto Peixe-boi, do Centro de Mamíferos Aquáticos/ICMBio. O peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus*) é uma espécie criticamente ameaçada de extinção e possui no estuário do rio Mamanguape sua principal área de reprodução no nordeste brasileiro (EMBRAPA, 2008).

Com relação à salinidade intersticial média nos sítios de estudo, o Sítio 1 possui o maior valor ($48,3 \pm 2,9$) seguido pelos Sítios 2 ($47,0 \pm 2,7$) e 3 ($45,0 \pm 0,8$).

Em cada sítio de estudo foram coletadas 50 folhas maduras (terceiro par de folhas) provenientes de 10 árvores de cada espécie presente (*Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*). As coletas foram realizadas em florestas de mangue de bacia, tipo arbustivo, que se desenvolvem ao longo de depressões, sendo caracterizadas pelo baixo desenvolvimento estrutural, comparadas com outros tipos fisiográficos de florestas de mangue, como os ribeirinhos e os de franja. Além disso, são caracterizadas por um fluxo laminar de água ou pela estagnação da água no solo (LUGO, 1974; REIS, 2013).

As folhas foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo e, em laboratório, foram identificados os danos foliares de acordo com Romero et al. (2006) e Menezes e Peixoto (2009) (Tabela 1). Entre os tipos de danos identificados, apenas os buracos e os

danos nas margens têm impacto direto sobre a perda total ou parcial do material foliar. Tais danos são classificados como “danos à estrutura”. Os demais danos são denominados “danos à superfície”, pois afetam a superfície foliar sem causar perda direta e/ou imediata da área da folha (ROMERO et al., 2006). As folhas foram pesadas para estimar o peso úmido por unidade de área (g/cm^2) como indicativo da razão peso úmido/área (FELLER, 1995).

TABELA 1: Descrição dos tipos de danos causados por herbívoros. Adaptado de Romero et al. (2006) e Menezes e Peixoto (2009).

Tipo de Dano	Descrição
Buraco	Predação da parte do limbo das folhas sem causar danos nas margens
Fungo	Manchas escuras na folha
Galha	Danos provocados por artrópodes causadores de vesículas
Indefinido	Danos que não se enquadram perfeitamente em qualquer uma das classes descritas
Margem	Predação das margens das folhas
Mina	Predação do mesofilo, porém, com a cutícula íntegra
Necrose	Necrose do tecido foliar
Ovo	Pequenos cortes localizados na nervura central
Raspagem	Perda da camada superficial (epiderme)

As folhas foram digitalizadas em um scanner e, em seguida, as bordas das folhas com danos nas margens foram traçadas, seguindo o formato original da folha, utilizando o programa paint. Posteriormente, a área foliar total e área consumida por herbívoros (considerando buracos e danos nas margens) foram estimadas no programa Image J (versão 1.47). Os valores obtidos foram avaliados utilizando o Excel, para o cálculo da percentagem de herbivoria, da seguinte forma:

$$\% \text{ de Herbivoria} = 100 \cdot \frac{\text{Área Consumida}}{\text{Área Total}}$$

O teste qui-quadrado (χ^2) foi realizado para comparar as frequências dos tipos de danos foliares entre as espécies em cada sítio de estudo e para comparar as frequências de danos de cada espécie entre os sítios de estudo. As análises foram realizadas no Programa R System (versão 3.1.0).

Os dados de herbivoria e a razão peso úmido/área das folhas foram comparados por meio de análises de variância multivariada permutacional (PERMANOVA),

utilizando-se métodos de permutações aleatórias (999). Posteriormente, o teste de Dunn foi realizado para analisar as diferenças nas percentagens de herbivoria e na razão peso úmido/área, entre as espécies dentro de cada sítio de estudo, bem como as diferenças em cada espécie entre os sítios de estudo. Para verificar a relação entre as taxas de herbivoria e a razão peso/área, utilizou-se a correlação de Spearman. As análises foram realizadas nos programas R System (versão 3.1.0) e GraphPad (versão 5.0). Próximo às árvores amostradas realizou-se a coleta de três amostras de água intersticial (15 cm de profundidade) durante a maré baixa para a determinação da salinidade com o auxílio de um refratômetro.

Resultados

Na Tabela 2 são apresentados os resultados do teste χ^2 , com o grau de associação entre os tipos de danos e as espécies em cada sítio de estudo e na Figura 2 são apresentados os dados de percentual dos tipos de danos foliares.

A maioria dos danos foliares identificados esteve presente em todas as espécies, porém, em intensidades diferentes. As espécies apresentaram diferenças significativas para buracos, nos três Sítios de estudo, havendo valores mais elevados para *L. racemosa* nos Sítios 1 e 3. Nos Sítios 2 e 3, as espécies apresentaram diferenças significativas para fungos, ocorrendo valores mais elevados para *A. schaueriana*. Para danos nas margens das folhas e raspagem as espécies apresentaram diferenças significativas nos três Sítios de estudo, ocorrendo maiores valores para *L. racemosa*. Com relação à mina, as espécies exibiram diferenças significativas nos Sítios 2 e 3 com maiores valores para *R. mangle* e *L. racemosa*, respectivamente. No Sítio 3, as espécies mostraram diferenças significativas para necrose com valores mais elevados para *R. mangle*.

Com relação à comparação intraespecífica entre os sítios de estudo (Tabela 3 e Figura 2), *A. schaueriana* apresentou diferenças significativas para galha, danos indefinidos e raspagem, com maiores percentuais no Sítio 3. *L. racemosa* exibiu diferenças significativas para buraco e margem, com maior percentual nos Sítios 1 e 3, e para mina, com maior percentagem nos Sítios 2 e 3. *R. mangle* apresentou diferenças significativas entre os sítios para buraco, fungo, margem, mina e necrose, sendo o maior percentual de folhas com buracos no Sítio 2, fungos no Sítio 1, margem e mina no Sítio 2 e necrose no Sítio 3.

TABELA 2: Resultados do χ^2 para os tipos de danos foliares nos três sítios de estudo. Asterisco (*) indica diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Danos	Sítio 1		Sítio 2		Sítio 3	
	χ^2	p	χ^2	p	χ^2	p
Buraco	24,917	0,000*	20,861	0,000*	29,268	0,000*
Fungo	3,804	0,149	15,643	0,000*	19,149	0,000*
Galha	2,013	0,365	-	-	3,596	0,166
Indefinido	4,113	0,128	4,113	0,128	3,648	0,161
Margem	27,380	0,000*	24,139	0,000*	60,263	0,000*
Mina	2,983	0,225	11,230	0,004*	16,432	0,000*
Necrose	1,500	0,472	5,018	0,081	48,904	0,000*
Ovo	2,013	0,365	2,013	0,365	-	-
Raspagem	27,592	0,000*	31,977	0,000*	7,955	0,019*

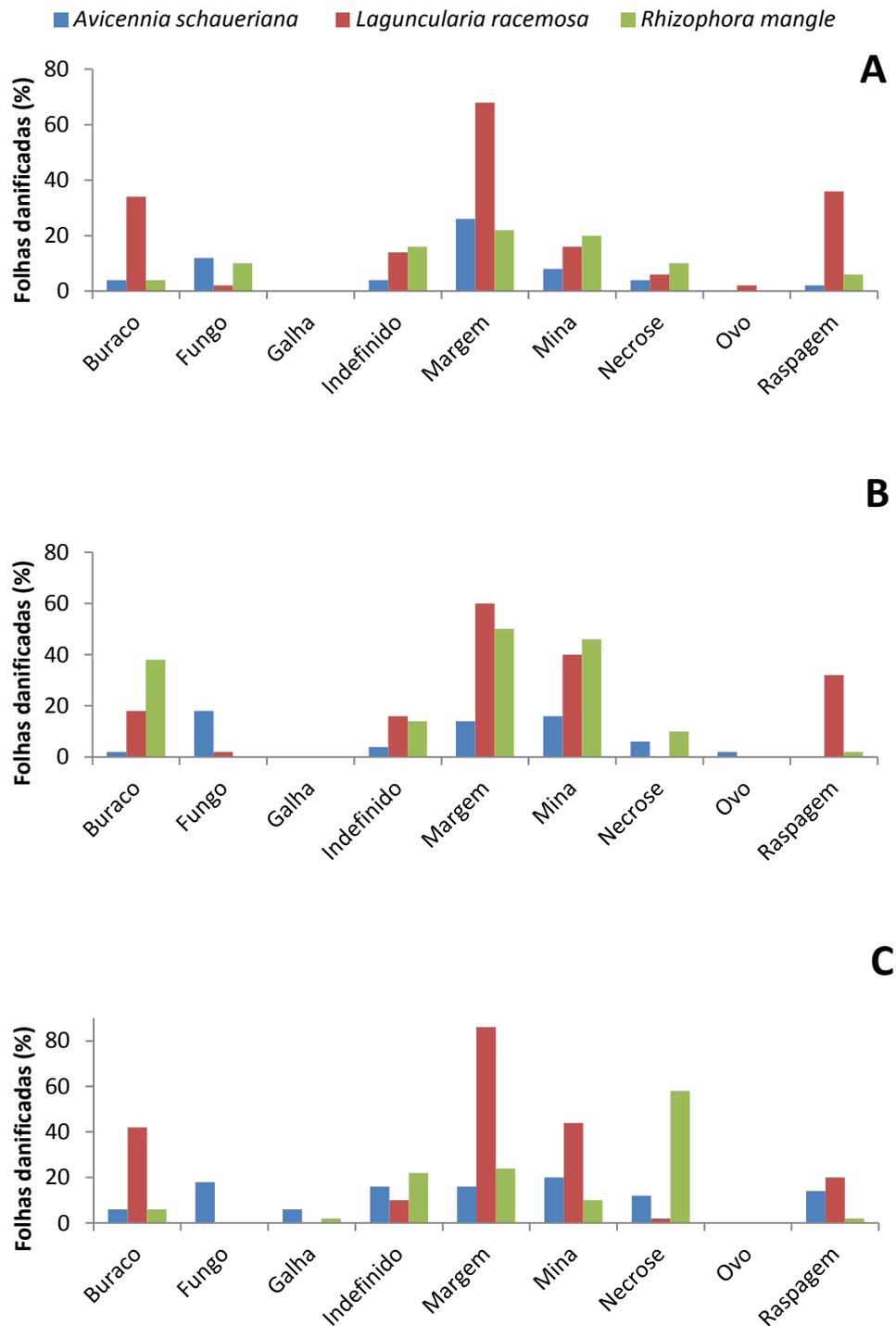
TABELA 3: Resultados do χ^2 para os tipos de danos foliares identificados nas três espécies analisadas. Asterisco (*) indica diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Danos	<i>Avicennia schaueriana</i>		<i>Laguncularia racemosa</i>		<i>Rhizophora mangle</i>	
	χ^2	p	χ^2	p	χ^2	p
Buraco	1,042	0,594	6,941	0,031*	27,083	0,000*
Fungo	0,893	0,649	1,014	0,602	10,345	0,006*
Galha	6,122	0,047*	-	-	2,013	0,365
Indefinido	6,522	0,038*	0,817	0,677	1,210	0,546
Margem	2,723	0,256	8,672	0,013*	11,213	0,004*
Mina	3,005	0,222	10,32	0,005*	18,257	0,000*
Necrose	2,551	0,279	3,596	0,176	39,917	0,000*
Ovo	2,013	0,365	2,013	0,374	-	-
Raspagem	11,356	0,003*	3,345	0,198	1,655	0,437

Na Figura 3, a percentagem de herbivoria média representada por buracos e danos nas margens (danos estruturais) em *A. schaueriana* variou de 0,36 a 0,91%, em *L. racemosa* de 3,17 e 7,07% e em *R. mangle* de 0,77 e 1,76%. Nos Sítios 1 e 3 o percentual de herbivoria das folhas de *L. racemosa* foi significativamente maior do que em *A. schaueriana* e em *R. mangle*. Por outro lado, os percentuais de herbivoria nas folhas de *A. schaueriana* e *R. mangle* não diferiram significativamente entre si nestes

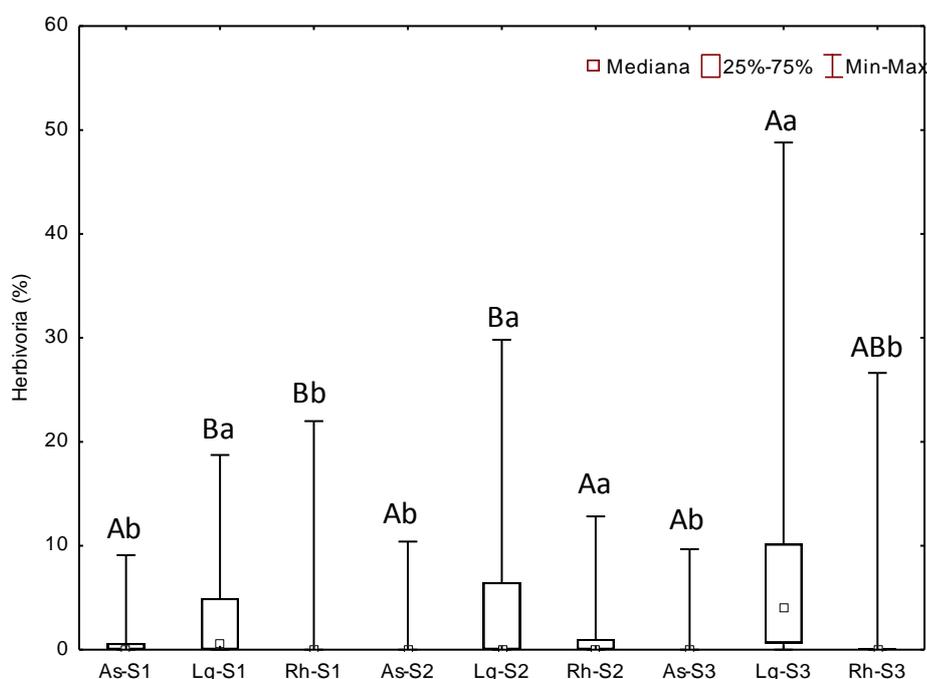
sítios. No Sítio 2, os valores registrados para *L. racemosa* e *R. mangle* não diferiram entre si, no entanto, foram significativamente maiores do que os valores registrados em *A. schaueriana*.

FIGURA 2: Frequência de ocorrência de cada tipo de dano no Sítio 1 (A), Sítio 2 (B) e Sítio 3 (C), analisados no Estado da Paraíba.



Comparando-se cada espécie entre os Sítios de estudo, *L. racemosa* apresentou percentual de herbivoria significativamente maior no Sítio 3, quando comparado aos Sítios 1 e 2. *R. mangle* apresentou diferenças significativas entre os percentuais de herbivoria nos Sítios 1 e 2. Contudo, no Sítio 3 apresentou valores intermediários entre os Sítios 1 e 2 (Figura 3).

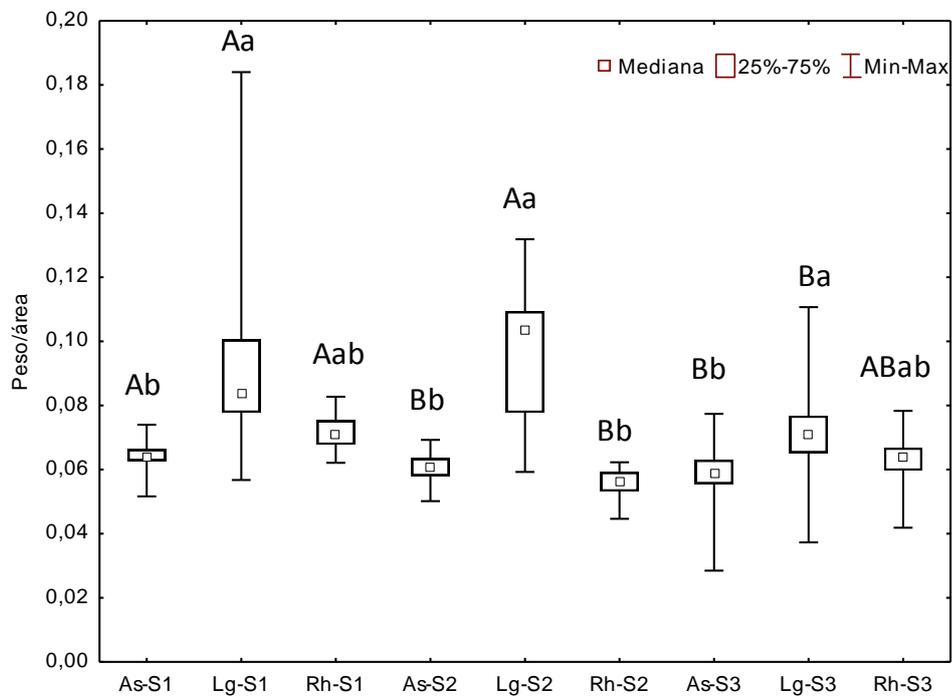
FIGURA 3: Herbivoria foliar (%) das espécies analisadas nos três sítios de estudo no Estado da Paraíba. As: *Avicennia schaueriana*; Lg: *Laguncularia racemosa*; Rh: *Rhizophora mangle*; S1: Sítio 1; S2: Sítio 2; S3: Sítio 3; Letras maiúsculas comparam a espécie entre os diferentes Sítios e letras minúsculas comparam as espécies dentro de cada Sítio. Letras distintas indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$).



Com relação a razão peso úmido/área (Figura 4), nos Sítios 1 e 3 *L. racemosa* mostrou valores significativamente maiores em relação à *A. schaueriana*, contudo, *R. mangle* não apresentou diferenças significativas em relação à *L. racemosa* e *A. schaueriana*. No Sítio 2, os valores registrados para *L. racemosa* foram significativamente maiores que os valores registrados para *A. schaueriana* e *R. mangle*. Contudo, os valores registrados em *A. schaueriana* e *R. mangle* não diferiram significativamente entre si no Sítio 2.

Entre os sítios de estudo, *A. schaueriana* apresentou maior razão peso úmido/área foliar no Sítio 1. *L. racemosa* mostrou valores significativamente maiores nos Sítios 1 e 2 em comparação ao Sítio 3. *R. mangle* exibiu diferenças significativas entre os Sítios 1 e 2, sendo o maior valor registrado no Sítio 1 (Figura 4).

FIGURA 4: Razão peso úmido/área foliar das espécies analisadas nos três sítios de estudo no Estado da Paraíba. As: *Avicennia schaueriana*; Lg: *Laguncularia racemosa*; Rh: *Rhizophora mangle*. S1: Sítio 1; S2: Sítio 2; S3: Sítio 3. Letras maiúsculas comparam a espécie entre os Sítios e letras minúsculas comparam as espécies dentro de cada Sítio. Letras distintas indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$).



Houve correlação negativa significativa entre as taxas de herbivoria e a razão peso/área das folhas para *L. racemosa* ($r = -0,545$; $p \leq 0,05$) e *R. mangle* ($r = -0,313$; $p \leq 0,05$) no Sítio 3. Correlação positiva significativa foi registrada para *R. mangle* ($r = 0,309$; $p \leq 0,05$) no Sítio 1.

Discussão

No presente estudo, a maioria dos danos avaliados apresentou diferenças interespecíficas significativas, sendo estes: buraco, fungo, dano na margem, mina, necrose e raspagem. De maneira geral, os buracos e os danos nas margens são causados por insetos mastigadores em sua fase larval e/ou adulta, que promovem a perda parcial da área foliar da planta, afetando a atividade fotossintética e, conseqüentemente, a produtividade do ecossistema. Certos crustáceos, como caranguejos, também podem causar danos nas margens ao se alimentarem das folhas de mangue. Os crustáceos estão entre os dos táxons, associados aos manguezais, mais notáveis em muitas regiões, tanto pela sua abundância quanto pela sua diversidade (LACERDA, 2002).

L. racemosa apresentou maior frequência de folhas com buracos e danos nas margens em comparação às demais espécies. Resultados similares foram reportados por Menezes e Peixoto (2009). Em outro estudo realizado na APA da Barra do Rio Mamanguape, Santos (2014) relatou maior número de folhas com buracos e danos nas margens em *L. racemosa* em comparação à *A. germinans*. Romero et al. (2006) descreveram os danos nas margens com maior frequência em folhas de *Rhizophora* sp. e *L. racemosa*, comparadas com *A. germinans*, na Colombia.

Para o manguezal da APA da Barra do rio Mamanguape, Araújo (2002) constatou buracos nas folhas sendo causados pelo basidiomiceto *Colletotrichum gloesporioides* (Penz). A autora também identificou os agentes causadores de danos nas margens, sendo lagartas do gênero *Oiketicus* e da espécie *Junonia everete* (Cramer) em *A. schaueriana*, lagartas do gênero *Oiketicus* e lagartas de mariposa da família Geometridae e caranguejo *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards) em *L. racemosa*, além de lagartas da família Notodontidae e caranguejo *Aratus pisonii* em *R. mangle*. De acordo com Araujo (2002) a lagarta *Junonia everete* (Lepidoptera: Nymphalidae), encontrada com frequência na APA da Barra do rio Mamanguape, tem sido reconhecida como uma das principais responsáveis pelo processo de desfolhação severa em manguezais na Flórida. Na APA da Barra do rio Mamanguape tem se observado que grande parte das árvores de *A. germinans*, próximo à área urbana do município de Rio Tinto (estuário superior do rio), vem sofrendo desfolhação severa (SANTOS, 2014). Contudo, nas áreas avaliadas no presente estudo (estuário inferior) este processo não foi observado.

Outros tipos de danos, como fungo, galha, mina, necrose, ovo e raspagem que não causam redução na área foliar, ou pelo menos de forma imediata, também reduzem

a área fotossinteticamente ativa da folha (LACERDA et al., 1986; ROMERO et al., 2006), podendo comprometer a produtividade dos manguezais. No presente estudo, os fungos exibiram maior frequência em folhas de *A. schaueriana*, em relação à *L. racemosa* e *R. mangle*. Por outro lado, Menezes e Peixoto (2009), analisando as mesmas espécies, observaram fungos apenas em *L. racemosa*, causados por *Septoria* sp., que provavelmente infestam a planta após o ataque de um inseto. Romero et al. (2006) relatam a presença de fungo apenas em *A. germinans* e *Rhizophora* sp, não sendo observados em *L. racemosa*.

L. racemosa foi a única espécie que não apresentou galha em suas folhas. Resultados similares foram descritos por Romero et al. (2006). Menezes e Peixoto (2009) relataram a presença de galha apenas em *A. schaueriana*. Mendonça e Cortez (2007) identificaram *Brachendus enodis* (Acari: Eriophyidae), como agente causador de galhas em *L. racemosa*. Os insetos galhadores caracterizam-se por induzirem tecido meristemático em suas plantas hospedeiras, para oferecer a suas lavas alimento de melhor qualidade nutricional e livre de compostos de defesa. Estes insetos não são generalistas e, cada espécie ocorre em apenas uma das espécies de plantas hospedeiras, com raríssimas exceções. Insetos galhadores têm sido utilizados no manguezal e em outros ecossistemas (ex. Mata Atlântica), como bioindicadores da qualidade ambiental, devido a certas características, como alta sensibilidade a mudanças em suas plantas hospedeiras, bem como no ambiente onde estão inseridos, sendo bastante afetados pela salinidade e dureza das folhas (FERNANDES; SANTOS, 2014).

No presente estudo, *L. racemosa* e *R. mangle* apresentaram maior frequência de folhas com mina, em relação à *A. schaueriana*. Santos (2014) também registrou maior frequência de mina em *L. racemosa* em comparação com *A. germinans*, na APA da Barra do rio Mamanguape. Romero et al. (2006) registraram um baixo número de folhas com a presença deste dano foliar em *L. racemosa*, não sendo registrada em folhas de *A. germinans*. Em geral, a mina é causada por insetos da família Agromyzidae, que causam danos com forma linear ou sem um padrão definido sobre a lâmina das folhas (ROMERO et al., 2006). Com relação à necrose e a raspagem, estes tipos de danos estiveram presentes em maior número nas folhas de *R. mangle* e *L. racemosa*, respectivamente, sendo que na APA da Barra do rio Mamanguape a necrose do tecido foliar tem sido atribuída ao fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) (ARAÚJO, 2002).

Os efeitos da herbivoria tendem a ser pequenos em termos quantitativos, quando as populações dos grupos envolvidos tem uma história evolutiva em comum. As espécies vegetais desenvolvem resistência contra o ataque dos herbívoros, reduzindo os efeitos prejudiciais causados por estes. Esta resistência, em geral, está associada ao desenvolvimento de estruturas físicas e produção de componentes químicos que protegem as plantas de forma mais eficaz, reduzindo os danos causados pelos herbívoros (AOYAMA; LABINAS, 2012).

As diferenças observadas na frequência de danos, bem como a percentagem de área foliar consumida, registrada no presente estudo podem ser atribuídas às particularidades na composição química e física das espécies de mangue (LACERDA et al., 1986; FELLER, 1995; SAUR et al., 1999; TONG et al., 2006; ERICKSON, et al., 2004). *L. racemosa* foi à espécie que apresentou maior percentagem média de área foliar consumida (4,70%), seguida por *R. mangle* (1,21%) e *A. schaueriana* (0,57%). Santos (2014); Menezes e Peixoto (2009) também registraram maior percentagem de herbivoria em *L. racemosa*. Ignácio et al. (2005) registraram valores mais altos de herbivoria em *L. racemosa*, em um manguezal impactado por atividades antrópicas. Lacerda et al. (1986), no entanto, registraram os maiores valores de área foliar consumida em *R. mangle*, seguido por *L. racemosa*. Outros autores também encontraram resultados diferentes, como por exemplo, Romero et al. (2006) que encontraram taxas de herbivoria mais elevadas em *A. germinans*, seguida por *L. racemosa* e *R. mangle*.

Lacerda et al. (1986) avaliou a composição química das folhas de *L. racemosa*, *A. schaueriana* e *R. mangle*, constatando que as folhas de *L. racemosa* e *R. mangle* apresentam quantidades significativas de carboidratos. Os carboidratos são moléculas valiosas, pois, além de fornecerem energia são constituintes do exoesqueleto dos artrópodes, como os insetos e os crustáceos. Dessa forma, os carboidratos são importantes na determinação da qualidade nutricional das folhas para os herbívoros.

Alguns estudos, a exemplo de Onuf et al. (1977) e Coley (1983), enfatizam o papel do conteúdo de nitrogênio foliar no aumento da taxa de herbivoria. Contudo, Lacerda et al. (1986) destaca que nem todo o nitrogênio encontrado nas folhas está disponível para os herbívoros, pois, como os manguezais ocorrem em lugares com alta salinidade, parte do nitrogênio encontra-se no vacúolo como eletrólitos utilizados para o balanço osmótico e, portanto, não contribuem para o aumento da qualidade foliar. Desta

forma, a qualidade do nitrogênio disponível é mais importante para os herbívoros do que a sua quantidade. Além dos carboidratos e do nitrogênio, outros compostos como taninos e fibras também podem influenciar a preferência alimentar dos herbívoros.

As menores taxas de herbivoria registradas nas três áreas de estudo, para *A. schaueriana* e *R. mangle* podem estar relacionadas com as defesas químicas e/ou estruturais presentes nas folhas destas espécies, em relação à *L. racemosa*. Os manguezais são considerados ecossistemas ricos em taninos (JANZEN, 1974; NEILSON et al., 1986) que são substâncias fenólicas complexas presentes em inúmeros vegetais e que podem fornecer proteção contra a herbivoria. Segundo Godoy et al. (1997), as folhas de *R. mangle* apresentam grandes quantidades de taninos, que propiciam uma maior proteção contra herbivoria, enquanto as folhas de *A. schaueriana* apresentam maiores quantidades de fibra (LACERDA et al., 1986), que as tornam mais resistentes, sendo uma possível barreira contra a herbivoria. Além do mais, os cristais de sal, que geralmente estão presentes nas folhas de *A. schaueriana*, também podem diminuir a palatabilidade da folha (NEWBERY, 1980). A resistência de uma planta a herbivoria pode estar relacionada a fatores genéticos, mas também a fatores ecológicos. Após o ataque de um inseto pode haver a indução de compostos fenólicos de proteção, como os taninos (AOYAMA; LABINAS, 2012). Do mesmo modo, certas características edáficas, como disponibilidade de nutrientes, disponibilidade de água e salinidade intersticial podem influenciar na resistência da planta (FELLER, 1995).

As áreas de estudo selecionadas, estão localizadas em florestas de mangue adjacentes a planícies hipersalinas que fazem parte do ecossistema manguezal. A dinâmica destas áreas e do manguezal próximo depende das condições de salinidade, que por sua vez, estão associadas às condições climáticas e os regimes de marés (HADLICH; UCHA, 2009). A salinidade intersticial registrada nos três sítios de estudo foi elevada (48,3, 47,0 e 45,0, respectivamente). O nível de salinidade pode acarretar respostas diferenciadas nas plantas de mangue, que dependem das características fisiológicas que cada espécie possui para tolerar a salinidade.

As espécies de mangue desenvolveram adaptações que permitem viver em ambientes onde a salinidade é bastante elevada. Contudo, as plantas de mangue possuem ótimos de salinidade e, portanto, em lugares onde a salinidade é muito elevada não se desenvolvem muito bem, devido ao estresse causado pelo excesso de sal. Segundo Petridis (2012), quando as plantas são expostas as condições de estresse

ambiental, como, por exemplo, alto nível de salinidade, ocorre a biossíntese de compostos fenólicos, em detrimento do crescimento da planta. A salinidade elevada conduz ao estresse oxidativo com a formação de espécies reativas do oxigênio (ERO), causando danos nas células e inibindo a fotossíntese (JITHESH et al., 2006). As EROs são moléculas instáveis e extremamente reativas capazes de transformar outras moléculas com as quais colidem. Dessa forma, as plantas produzem um grande número de compostos antioxidantes destinados à eliminação ou desintoxicação das EROs. Os compostos fenólicos atuam como antioxidantes que protegem as plantas contra os danos causados pelo aumento do nível de EROs, devido ao estresse salino e, adicionalmente, acabam por fornecer as plantas proteção contra a herbivoria (JITHESH et al., 2006; PETRIDES et al., 2012). Assim, a salinidade intersticial pode influenciar as taxas de herbivoria. Contudo, poucos estudos avaliaram a salinidade intersticial (Tabela 4 e 5).

TABELA 4: Percentual de herbivoria em manguezais no mundo.

Localidade	Espécies	% Área foliar consumida	Salinidade intersticial	Referência
North Queensland, Austrália	<i>Rhizophora</i> , <i>Brughiera</i> e <i>Ceriops</i>	1,8 - 7,6	-	Robertson e Duke (1987)
North Queensland, Austrália	<i>Avicennia marina</i>	8,8 - 12,0	-	Robertson e Duke (1987)
Belize, América Central	<i>Rhizophora mangle</i>	1,0 - 5,2	35,1 - 38,8	Feller (1995)
Antilhas Francesas	<i>Avicennia germinans</i> <i>Rhizophora mangle</i>	0,9 - 4,9 0,2	45 - 56	Saur et al. (1999)
Northern Queensland	<i>Avicennia marina</i> <i>Rhizophora stylosa</i>	6,8 - 8,5 3,8 - 4,2	-	Burrows (2003)
Tampa Bay, Florida	<i>Rhizophora mangle</i>	0 - 47	-	Erickson et al. (2004)
Costa Pacífica Colombiana	<i>Avicennia germinans</i> <i>Laguncularia racemosa</i> <i>Pelliciera rhizophorae</i>	4,9 4,7 2,1	0 - 20	Romero et al. 2006
Mai Po e Ting Kok Hong Kong	<i>Kandelia obovata</i>	2,1 - 6,5	10,2 - 33,7	Tong et al. (2006)
Twin Cays, Costa de Belize	<i>Rhizophora mangle</i>	2,7 - 10,3	-	Feller e Chamberlain (2007)
Baía de Gazi, Kenya, Africa	<i>Ceriops tagal</i>	8,1	-	Kihia et al. (2012)
	<i>Rhizophora mucronata</i>	5,5		
	<i>Avicennia marina</i>	12,5		
	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	8,3		

TABELA 5: Percentual de herbivoria em manguezais no Brasil.

Localidade	Espécies	% Área foliar consumida	Salinidade intestinal	Referência
Coroa Grande (sítio não poluído), Rio de Janeiro, Brasil	<i>Avicennia schaueriana</i>	1,5	-	Lacerda et al. (1986)
	<i>Laguncularia racemosa</i>	3,2		
	<i>Rhizophora mangle</i>	5,5		
Ilha de Catalão (sítio poluído), Rio de Janeiro, Brasil	<i>Avicennia schaueriana</i>	0,5	-	Lacerda et al. (1986)
	<i>Rhizophora mangle</i>	6,2		
APA da Barra do rio Mamanguape, Paraíba, Brasil	<i>Avicennia schaueriana</i>	3,3 - 7,1	-	Araújo (2002)
	<i>Rhizophora mangle</i>	2,3 - 5,6		
	<i>Laguncularia racemosa</i>	3,8 - 10,7		
Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil	<i>Laguncularia racemosa</i>	12,1	-	Menezes e Peixoto (2009)
	<i>Avicennia schaueriana</i>	8,3		
	<i>Rhizophora mangle</i>	6,2		
APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil	<i>Avicennia germinans</i>	0,2 - 3,6		Santos (2014)
	<i>Laguncularia racemosa</i>	1,8 - 12,1		
Barra de Gramame (Sítio 1)/APA da Barra do Rio Mamanguape (Sítios 2 e 3), Paraíba, Brasil	<i>Avicennia schaueriana</i>	0,36 - 0,91	45 - 48	Presente trabalho
	<i>Laguncularia racemosa</i>	3,17 - 7,07		
	<i>Rhizophora mangle</i>	0,77 - 1,76		

Certas características físicas das plantas também podem fornecer proteção contra a herbivoria, como por exemplo, a cutícula, que recobre as células da epiderme das folhas, fornecendo proteção contra a radiação solar e prevenindo contra perda de água por transpiração. Além disso, a cutícula funciona como uma barreira contra a penetração de micro-organismos e danos causados por insetos (AOYAMA; LABINAS, 2012). A alimentação pode ser reduzida ou impedida pela incapacidade do inseto de perfurar a cutícula da planta. Ambientes estressantes, como os manguezais, tendem a favorecer plantas com uma cutícula mais espessa, como resposta ao estresse abiótico (CHOONG et al., 1992).

Outra característica que pode afetar os padrões de herbivoria é a razão peso úmido/área das folhas, que resulta da resposta não específica das plantas aos ambientes com múltiplos estresses atuantes, sendo esperado que quanto maior for a razão peso úmido/área das folhas, menor será a taxa de área foliar consumida. Contudo, no presente estudo, esta tendência foi observada apenas nas espécies *L. racemosa* e *R. mangle* no manguezal do estuário do rio Miriri (Sítio 3), que apresentaram correlação negativa entre a taxa de área foliar reduzida e a razão peso úmido/área das folhas. Por outro lado,

a *R. mangle* no estuário do rio Gramame (Sítio 2) apresentou correlação positiva entre a razão peso úmido/área da folha e área foliar reduzida por herbívoros. Entretanto, a relação entre a razão peso úmido/área das folhas e o nível de área foliar reduzida depende também das espécies de herbívoros envolvidos. Certos herbívoros conseguem prontamente utilizar folhas mais duras (BURROWS, 2003).

Os Sítios de estudo apresentaram pequenas variações de salinidade intersticial. Contudo, os valores de herbivoria médios para as espécies de *L. racemosa* e *R. mangle* apresentaram-se menores nos sítios onde a salinidade intersticial foi mais elevada, sendo para *L. racemosa* 3,77% (Sítio 1), 3,88% (Sítio 2), 7,07% (Sítio 3) e para *R. mangle* 0,77% (Sítio 1), 1,09% (Sítio 2), 1,76% (Sítio 3).

Conclui-se que, *L. racemosa* exibiu maior frequência de danos e percentagem de herbivoria em relação às demais espécies, mesmo tendo apresentado maiores valores de razão peso úmido/área foliar. Em geral, as correlações entre a razão peso úmido/área das folhas e as taxas de herbivoria foram baixas ou positivas, sugerindo que outros fatores, tais como características químicas, condições edáficas (ex. salinidade intersticial), bem como os herbívoros envolvidos, podem exercer maior influência no processo de herbivoria.

Agradecimentos

À CAPES pela concessão da bolsa de Mestrado. À Universidade Federal da Paraíba, Campus IV, pela infraestrutura fornecida para a realização deste trabalho. Aos motoristas do Campus IV da UFPB, pelo apoio nos trabalhos de campo.

Referências

AESA - Proposta de Instituição do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul, conforme resolução n.º1, de 31 de agosto de 2003, do conselho estadual de recursos hídricos do estado da Paraíba. Disponível em:

<http://www.aesa.pb.gov.br/comites/litoral_sul/proposta.pdf>. Acesso em: 29/11/2013.

ANDERSON, C.; LEE, S. Y. Defoliation of the mangrove *Avicennia marina* in Hong Kong: Cause and consequences. **Biotropica**, v. 27, n. 2, p. 218 - 226. 1995.

ARAÚJO, D. C. B. **O processo de herbivoria e os organismos causadores de danos foliares em plantas de mangue na área de proteção ambiental da Barra do rio Mamanguape, Estado da Paraíba, Brasil.** 2002. 138 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2002.

AOYAMA, E. M.; LABINAS, A. M. Características estruturais das plantas contra a herbivoria por insetos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 365 - 385. 2012.

BEGON, M., TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Porta Alegre: Artmed, 2007. 752p.

BRAUKO, K. M.; CAMARGO, M. G.; LANA, P. C. A new method to assess herbivory levels on *Rhizophora mangle* L. fruits in mangrove with different degrees of forest complexity. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 6, n. 1, p. 9 - 15. 2011.

BURROWS, D. W. **The role of insect leaf herbivory on the mangroves *Avicennia marina* and *Rhizophora stylosa***. 2003. 287 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Ecologia Tropical) - Universidade James Cook, Austrália. 2003.

COLEY, P. D. Intraespecific variation in herbivory on two tropical tree species. **Ecology**, v. 64, n. 3, p. 426 - 433. 1983.

COLEY, P. D.; BARONE, J. A. Herbivory and plant defenses in tropical forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 27, p. 305 - 335. 1996.

CHOONG, M. F.; LUCAS P. W.; ONG, J. S. Y.; PEREIRA, B.; TAN, H. T. W.; TUENER I. M. Leaf fracture toughness and sclerophylly: their correlations and ecological implications. **New Phytologist**, v. 121, n. 4, p. 597-610. 1992.

ELSTER, C.; PERDOMO, I.; POLANÍA, J.; SCHNETTER, M. L. Control of *Avicennia germinans* recruitment and survival by *Junonia everete* larvae in a disturbed mangrove forest in Colombia. **Journal Tropical of Ecology**, v. 15, p. 791- 805. 1999.

EMBRAPA. **Gestão Ambiental Territorial na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape (PB)**. Boletim de Pesquisa e desenvolvimento, Jaguariúna, SP. 2008. p. 91.

ERICKSON, A. A.; SUSAN, S. B.; DAWES, C. J. Does mangrove leaf chemistry help explain crab herbivory patterns? **Biotropica**, v. 36, n. 3, p. 333 - 343. 2004.

FELLER, I. C. Effects of nutrient enrichment on growth and herbivory of dwarf red mangrove (*Rhizophora mangle*). **Ecological Monographs**, v. 65, n. 4, p. 477 - 505. 1995.

FELLER, I. C.; CHAMBERLAIN, A. Herbivore responses to nutrient enrichment and landscape heterogeneity in a mangrove ecosystem. **Oecologia**, v. 153, p. 607 - 616. 2007.

FERNANDES, G. W.; SANTOS, J. C.. **Neotropical Insect Galls**. Springer: New York-London. 2014. 547 p.

FONSECA, F. **Efeito do turismo na demanda de água da bacia do rio Gramame - estudo de caso**. 2008. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande. 2008.

GIRI, C.E.; OCHIENG, E.; TIESZEN, L.L.; ZHU, Z.; SINGH, A.; LOVELAND, T.; MASEK, J.; DUKE, N. Status and distribution of mangrove forests of the world using

earth observation satellite data. **Global Ecology and Biogeography**, v. 20, n. 1, p.154 - 159. 2011.

GODOY, S. A. P.; MAYWORM, M. A. S.; KURT, L.O.V.; SALATINO, A.; SHAEFFER-NOVELLI, Y. Teores de ligninas, nitrogênio e taninos em folhas de espécies típicas do mangue. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 20, n. 1, p. 35 - 40. 1997.

GONÇALVES, A. Z. Influência da maré na herbivoria de *Laguncularia racemosa* (Combretaceae). **Ecologia da Mata Atlântica**. 2008.

HADLICH, G. M.; UCHA, J. M. Apicuns: aspectos gerais, evolução recente e mudanças climáticas globais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 10, n. 2, p. 13 - 20. 2009.

IGNÁCIO, G. M.; DOMINGUES, D.; KOTLER, L.; LANA, P.C.; CARRILHO, J. C. Variação nos níveis de herbivoria foliar em dois manguezais da Baía de Paranaguá (Paraná - Brasil). **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 9, n. 2, p. 1 - 4. 2005.

JANSEN, D. H. Tropical Blackwaters Rives, Animals, and Mast Fruiting by the Dipterocarpaceae. **The Association for Tropical Biology and Conservation**, v. 6, n. 2, p. 69 - 103. 1974.

JITHESH, M. N.; PRASHANTH, S. R.; SIVAPRAKASH, K. R.; PARIDA, A. Monitoring expression profiles of antioxidant genes to salinity, iron, oxidative, light and hyperosmotic stresses in the highly salt tolerant grey mangrove, *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. by mRNA analyses. **Plant Cell Rep**, v. 25, n. 8, p. 865 - 876. 2006.

KIHIA, C. M.; MATHOOKO, J. M.; RUWA, R. K.; SHIVOGA, W. A. Leaf Herbivore preference in a tropical mangrove forest impacted by human physical disturbance. **International Journal of Ecology & Development**, v. 22, n. 2, p. 52 - 62. 2012.

LACERDA, L. D.; JOSÉ, D.V.; REZENDE, C. E.; FRANCISCO, M. C. F.; WASSERMAN, J. C.; MARTINS, J. C. Leaf chemical characteristic affecting herbivory in a New World mangrove forest. **Biotropica**, v. 18, n. 4, p. 350 - 355. 1986.

LACERDA, L. D.; SILVA, C. A. R.; REZENDE, C. E.; MARTINELLI, L. A. Food sources for the mangrove crab *Aratus pisoni*: a carbone isotopic study. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 51, n.3, p. 685 - 687. 1991.

LACERDA, L. D. **Mangrove Ecosystems Function and Management**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: New York, 1^o edição. 2002.

LIMA, C. S.; BOEGER, M. R. T.; CARVALHO, L. L.; PELOZZO, A.; SOFFIATTI, P. Sclerophylly in mangrove tree species from South Brazil. **Revista Mexicana de Biodiversidade**, v. 84, p. 1159 - 1166. 2013.

LOYOLA, R. J.; FERNANDES, G. W. Herbivoria em *Kielmeyra Coreacea* (Guttiferae): efeitos da idade da planta, desenvolvimento e aspectos qualitativos das folhas. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 53, n. 2, p. 295 - 304. 1993.

- LUGO, A. E.; SNEDAKER, S. C. The ecology of mangroves. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.5, p. 39-64. 1974.
- MENDONÇA, I. V. S.; CORTEZ, J. S. A. Caracterização da galha induzida por ácaro em *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn (Combretaceae). **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 163 - 170. 2007.
- MENEZES L. F. T.; PEIXOTO, A. L. Leaf damage in a mangrove swamp. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 4, p. 715 - 724. 2009.
- MENEZES, M. P.; MEHLIG, U. Desfolhação maciça de árvores de *Avicennia germinans* (L.) Stern 1958 (Avicenniaceae) por *Hyblaea puera* (Lepidoptera: Hyblaeidae), nos manguezais da Península de Bragança, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências Naturais**, v. 1, p. 221 - 226. 2005.
- MOREIRA, J. F. **Legislação ambiental e conflitos sócio-ambientais: o caso da atividade de carcinicultura na APA da barra do rio Mamanguape - PB.** 2008. Dissertação (mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba. 2008.
- NEILSON, M. J.; GIDDINS, R. L.; RICHARDS, G. N. Effects of tannins on the palatability of mangrove leaves to the tropical sesarminid crab *Neosarmatium smithi*. 1986. **Marine Ecology**, v. 34, n. 27, p. 185 - 186. 1986.
- NEWBERY, D. Infestation of the Coccid, *Icerya seychellarum* (Westw.) on the Mangrove *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. on Aldabra Atoll, with Special Reference to Tree Age. **Oecologia**, v. 45, p. 325 - 330. 1980.
- ONUF, C. P.; TEAL, J. M.; VALIELA, I. Interactions of nutrients, plant growth and herbivory in a mangrove ecosystem. **Ecology**, v. 58, n. 3, p. 514 - 526. 1977.
- PALUDO, D.; KLONOWSKI, V. S. **Barra de Mamanguape - PB: estudo do impacto do uso de madeira de manguezal pela população extrativista e da possibilidade de reflorestamento e manejo dos recursos madeireiros.** Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, n. 16. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, São Paulo. 1999.
- PARIDA, A. K.; JHA, B. Salt tolerance mechanisms in mangroves: a review. **Trees**, v. 24, n. 2, p. 199 - 217. 2010.
- PELLEGRINI, J. A. D. **Caracterização da planície hipersalina (Apicum) associada a um bosque de mangue em Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro – RJ.** 2000. Dissertação (Mestrado Oceanografia) - Universidade de São Paulo. 2000.
- PETRIDIS, A.; THERIOS, I.; SAMOURIS, G.; TANANAKI, C. Salinity-induced changes in phenolic compounds in leaves and roots of four olive cultivars (*Olea europea* L.) and their relationship to antioxidant activity. **Environmental and Experimental Botany**, v. 79, p. 37 - 43. 2012.
- REIS, C. R. G. **Dinâmica de Nitrogênio em Manguezal de Franja e de Bacia na Ilha do Cardoso, Sudeste do Brasil.** 2013. Dissertação (estrado Ecologia) - Universidade de Brasília. 2013.

ROBERTSON, A. I.; DUKE, N. C. Insect herbivory on mangrove leaves in North Queensland. **Australian Journal of Ecology**, v. 12, p. 1 - 7. 1987.

ROMERO, I. C.; CANTERA, J. R.; PEÑA, E. J. Consumo de hojas por herbívoros em manglares Del estuário Del Río Dagua, Costa Pacífica Colombiana. **Revista Biología Tropical**, v. 54, n. 4, p. 1205 - 1214. 2006.

SANTOS, M. A. **Danos foliares em uma floresta de mangue na APA da barra do rio Mamanguape – PB**. 2014. 22 p. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal da Paraíba. 2014.

SAUR, E.; IMBERT, D.; ETIENNE, J.; MIAN, D. Insect herbivory on mangrove leaves in Guadeloupe: effects on biomass and mineral content. **Hydrobiologia**, v. 413, v. 0, p. 89 - 93. 1999.

SILVESTRE, L. C.; FARIAS, D. L. S.; SILVA, J. D. L.; BARROS, S. C. A.; BRAGA, N. M. P. Diagnóstico dos impactos ambientais advindo de atividades antrópicas da APA da Barra do Rio Mamanguape. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1 - 11. 2011.

SOUZA, D. G.; SANTOS, B. A.; WIRTH, R.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. Community-level patterns of insect herbivory in a fragmented Atlantic forest landscape. **Environmental Entomology**, v. 43, n. 3, p. 430 - 437. 2013.

TOMLINSON, P. B. **The Botany of Mangroves**. New York: Cambridge University. 1986. 170p.

TONG, Y. F.; LEE, S. Y.; MORTON, B. The herbivore assemblage, herbivory and leaf chemistry of mangrove *kandelia obovata* in two contrasting forest in Hong Kong. **Wetlands Ecology and Management**, v. 14, p. 39 - 52. 2006.

Anexo

Normas da Revista Revista Biotemas

O período de submissão de manuscritos será de **01 de março a 30 de novembro** de cada ano. Submissões fora deste período serão rejeitadas de imediato.

I – Sobre a formatação dos manuscritos

1) Os trabalhos de Revisão só poderão ser submetidos em inglês. As demais formas de publicação podem ser redigidas em português, inglês ou espanhol, mas a revista recomenda a publicação em inglês sempre que possível. Deverão ser enviados em versão eletrônica (arquivo .doc), digitados com espaçamento de 1,5, fonte Times New Roman, tamanho 12; obedecendo as margens de 3cm. [ACESSE E FAÇA O DOWNLOAD DESTES MODELOS](#) e use como base para o manuscrito.

2) Na página de rosto, deverão constar o título do manuscrito, o nome completo dos autores e das instituições envolvidas. A autoria deve ser limitada àqueles que participaram e contribuíram substancialmente para o trabalho. Caso não esteja enquadrada nessa situação, a pessoa deverá ser incluída nos agradecimentos. Deve-se indicar o autor para correspondência e seus endereços: postal completo e eletrônico (estas informações serão retiradas pela Comissão Editorial durante o processo de revisão, para garantir o anonimato dos autores). Na segunda página, o título completo deve ser repetido e, abaixo, devem vir: resumo, palavras-chave (máximo de cinco, colocadas em ordem alfabética), abstract, key words (máximo de cinco, colocadas em ordem alfabética e separadas por ponto e vírgula) e título abreviado (máximo de 60 caracteres).

3) O resumo e o abstract não poderão exceder 200 palavras.

4) O limite de páginas de Artigos e Revisões, incluindo figuras, tabelas e referências, é de 25 enquanto que para as Comunicações Breves e Resenhas de livros esse limite é de sete páginas.

5) Os Artigos deverão conter Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos (opcional) e Referências. As demais formas de publicação não necessitam apresentar as subdivisões acima, mas devem seguir esta ordem na apresentação do texto.

6) Quando for o caso, o título deve indicar a classificação do táxon estudado. Por exemplo: "Influência de baixas temperaturas no desenvolvimento e aspectos bionômicos de *Muscadomestica* (Linnaeus, 1758) (Diptera, Muscidae)"; "Características biológicas de *Trichospilusdiatraeae* (Hymenoptera:Eulophidae)noshospedeiros *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)".

7) No caso de trabalhos envolvendo experimentação animal (em acordo com a lei nº 11.794/08), o número da autorização da Comissão de Ética no Uso de Animais deve constar na seção Material e Métodos. Da mesma forma, trabalhos envolvendo a captura ou coleta de animais regulados pela legislação vigente devem apresentar o número da

autorização do órgão fiscalizador (IBAMA, SISBIO ou o respectivo órgão estadual/municipal).

8) As citações de referências no texto devem obedecer ao seguinte padrão: um autor (NETTO, 2001); dois autores (MOTTA-JÚNIOR; LOMBARDI, 2002); três ou mais autores (RAMOS et al., 2002).

9) No caso dos nomes dos autores fazerem parte da frase, devem ser grafados apenas com a inicial maiúscula e o ano da publicação deve vir entre parênteses. Por exemplo: "Segundo Assis e Pereira (2010), as aves migram para regiões mais quentes."

10) Quando houver, no mesmo ano, mais de um artigo de mesma autoria, devem-se acrescentar letras minúsculas após o ano, conforme o exemplo: (DAVIDSON et al., 2000a; 2000b). Quando houver mais de uma citação dentro dos mesmos parênteses, essas devem ser colocadas em ordem cronológica. Exemplo: (GIRARD, 1984; GROVUM, 1988; 2007; DE TONI et al., 2000).

11) As citações de referências no final do artigo devem obedecer às normas da ABNT, seguindo a ordem alfabética do sobrenome do primeiro autor (e assim sucessivamente para os demais autores). Os nomes dos periódicos e livros não devem ser abreviados. É obrigatória a citação da cidade em que o periódico é editado, bem como da editora do livro (ou capítulo de livro). Apenas citações que aparecem no texto devem constar na lista de referências. As citações de resumos de congressos e reuniões científicas não poderão ultrapassar 10% do total de referências citadas. Trabalhos aceitos para publicação devem ser referidos como "no prelo" ou "in press", quando se tratar de artigo redigido em inglês. Dados não publicados devem ser citados apenas no texto como "dados não publicados" ou "comunicação pessoal", entre parênteses.

Exemplos de citação na lista final de referências

a) artigos em periódicos

ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C. Uso de recursos vegetais da Caatinga: o caso do agreste do estado de Pernambuco. **Interciência**, Caracas, v. 2, n. 28, p. 336-346, 2002.

b) livros na íntegra

MILLIKEN, W.; MILLER, R. P.; POLLARD, S. R.; WANDELLI, E. V. I. **Ethnobotany of the Waimiri atroari indians**. London: Royal Botanic Gardens Kew, 1992. 146 p.

c) capítulo de livros

COLLEAUX, L. Genetic basis of mental retardation. In: JONES, B. C.; MORMÈDE, P. (Ed.). **Neurobehavioral Genetics – Methods and applications**. 2 ed. New York: CRC Press, 1999. p. 275-290.

d) teses, dissertações e monografias

FARIA, P. E. P. **Uso de biomarcadores de estresse oxidativo no berbigão *Anomalocardia brasiliiana* (GMELIN, 1971) para avaliação de poluição**

aquática em dois sítios em Florianópolis - Santa Catarina - BRASIL. 2008. 37 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2008.

e) publicações em Congressos, Reuniões Científicas, Simpósios, etc.

SILVA, J. F., BOELONI, J. N.; OCARINO, N. M.; BOZZI, A.; GÓES, A. M.; SERAKIDES, R. Efeito dose-dependente da Triiodotironina (T3) na diferenciação osteogênica de células tronco mesenquimais da medula óssea de ratas. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 60, 2008, Campinas. **Resumos...** Campinas: SBPC, 2008. Versão eletrônica (ou colocar o intervalo de páginas no caso de anais impressos).

f) páginas da Internet

FOX, R. **Invertebrate Anatomy - *Daphnia magna*.** 2002. Disponível em <<http://www.science.lander.edu/refox/daphnia.html>>. Acesso em: 22 maio 2003.

11) As figuras (fotografias, desenhos, etc.) e as tabelas já devem ser inseridas no corpo do texto, no melhor local após o final do parágrafo em que foram citadas pela primeira vez. Quando for o caso, as figuras devem conter a representação da escala em barras. Sempre que possível, as ilustrações deverão ser coloridas. Tabelas e figuras devem ser numeradas com algarismos arábicos de acordo com sua sequência no texto, sendo que este deve incluir referências a todas elas. As tabelas e figuras deverão ter um título (em cima das mesmas) breve e auto-explicativo. Informações adicionais, necessárias à compreensão das tabelas e figuras, deverão ser dadas em forma de nota de rodapé, embaixo das mesmas.

12) A identificação taxonômica correta das espécies incluídas no trabalho é de responsabilidade dos autores, mas a revista se reserva ao direito de exigir modificações ou rejeitar trabalhos com taxonomia incorreta. Esse ponto será avaliado tanto pelos Editores de Área quanto pelos Avaliadores e, portanto, recomenda-se que os autores forneçam o maior número de informações possível para esta conferência. Devem obrigatoriamente constar no texto: métodos usados para identificação, procedência geográfica dos exemplares e coleção na qual foram tombados. Fotos e números de tombamento podem ser fornecidas como documentos suplementares.

II – Sobre a avaliação e a publicação dos manuscritos

1) Preliminarmente, todos os manuscritos serão avaliados pelos editores em relação à adequação ao escopo e à formatação da revista. **Artigos com problemas de formatação serão rejeitados de imediato.** No caso de manuscritos em áreas cuja revista possui Editores de Área, este emitirá um parecer sobre sua relevância e qualidade de redação.

2) Em caso de parecer favorável ao início da tramitação, o manuscrito será analisado por no mínimo dois avaliadores, especialistas no tema do mesmo, sendo sua aceitação baseada no seu conteúdo científico.

3) Os autores receberão os pareceres dos avaliadores e deverão encaminhar a nova versão, em um prazo máximo de 15 dias, com as alterações sugeridas, em formato eletrônico (.doc). No caso do não atendimento de alguma sugestão dos avaliadores, os

autores deverão apresentar uma justificativa circunstanciada, em documento anexado à parte.

4) A versão corrigida será re-submetida aos avaliadores para que as alterações procedidas sejam avaliadas.

5) Uma vez aceito quanto ao mérito científico, os autores se responsabilizarão pelo envio do texto em inglês a um dos revisores da língua inglesa indicados pela revista. Após a correção do inglês, os autores deverão encaminhar a versão corrigida juntamente com a certificação do revisor do texto em inglês.

6) Após aceita a correção do inglês, os autores deverão enviar o comprovante de pagamento da taxa de publicação, conforme compromisso firmado no momento da submissão. Tão logo o pagamento seja confirmado, será enviada uma declaração de aceite do manuscrito, indicando o volume em que será publicado.

7) Após a aceitação para publicação, provas definitivas do artigo, em formato pdf, serão enviadas para a última correção dos autores. Erros nessa última forma serão de total responsabilidade dos autores.

8) Os PDFs dos manuscritos aceitos serão disponibilizados, com acesso livre, na página da revista (<http://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/index>).

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. **O manuscrito foi adequado às novas normas da revista, vigentes a partir de 21/02/2014, e disponíveis em Diretrizes para Autores.** Os autores devem checar com atenção as diretrizes e o modelo disponível, pois problemas de formato causarão rejeição imediata do manuscrito.
2. O tema do manuscrito se enquadra no escopo da Revista.
3. A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista.
4. O autor que submeter o artigo através do Portal de Periódicos garante que todos os coautores estão cientes e em concordância com a submissão.
5. Todos os autores listados contribuíram substancialmente para a execução do trabalho.
6. Os dados completos de todos os autores foram inseridos no momento da submissão (nome completo, e-mail, endereço e vínculo institucional, resumo do currículo).
7. As espécies foram corretamente identificadas e a classificação taxonômica utilizada é a mais atualizada possível.

8. Quando for o caso, o número de autorização da Comissão de Ética no Uso de Animais e/ou da licença de coleta do órgão fiscalizador consta na seção Material e Métodos.
9. O(s) autor(es) se compromete(m), caso o manuscrito seja aceito, a submeter e arcar com as despesas da correção do texto em inglês (seja apenas o abstract, seja o texto completo). Esta correção deverá ser feita por um dos revisores da confiança da comissão editorial da revista. Após a correção ser realizada, o(s) autor(es) deverá(ão) encaminhar a cópia da correção feita pelo revisor, bem como uma certificação da correção realizada.
10. O(s) autor(es) se compromete(m), no caso da aceitação do manuscrito, a realizar um depósito de acordo com os seguintes valores: Artigos e Revisões: R\$ 150,00 (quando redigidos em inglês) ou R\$ 250,00 (em português ou espanhol). Comunicações Breves e Resenhas: R\$ 100,00 (em inglês) e R\$ 200,00 (em português ou espanhol).