

Artigos

Herbivoria foliar em um bosque de mangue no Ceará, Brasil

Leaf herbivory in a mangrove forest in Ceará, Brazil

Roberto Jackson Rodrigues Silva^{I, II} 
Rafaela Camargo Maia^{II} 

^IUniversidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil

^{II}Instituto Federal do Ceará, Acaraú, CE, Brasil

RESUMO

Os manguezais são ecossistemas costeiros comuns em regiões tropicais de todo mundo. As interações ecológicas são recorrentes nesses ambientes florestais, entre elas, a herbivoria. Nesse sentido, o presente estudo objetivou avaliar a herbivoria foliar em três espécies vegetais, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle* e compará-la entre as estações seca e chuvosa, em um manguezal na Praia de Arpoeiras, em Acaraú, Ceará. Inicialmente, foram selecionadas e marcadas dez árvores de cada espécie vegetal com uma distância mínima de cinco metros uma da outra. Foram coletadas aleatoriamente dez folhas de cada árvore, 100 por espécie, contabilizando 300 por coleta e um total de 1800 folhas. Foram realizadas três coletas no período seco (agosto, setembro e outubro) e mais três no período chuvoso (janeiro, fevereiro e março). Em laboratório, as folhas foram mensuradas com relação à largura, comprimento e obtido o peso delas. As folhas foram classificadas quanto à injúria de herbivoria e tiveram sua área foliar e herbivorada restituída e calculada. As injúrias mais frequentes foram: raspagem, buraco I, buraco II, mancha I, mancha II, galha e mina. Contudo, outras estiveram presentes, entretanto, com baixa representatividade. As classificações buraco I e mina estiveram com maior frequência nas folhas de *Laguncularia racemosa*. Em *Avicennia schaueriana* foi mais frequente raspagem, mancha I e galha. Já em *Rhizophora mangle*, ocorreu com frequência buraco II, com grande perda da superfície da folha e injúrias indefinidas. Conclui-se que os herbívoros apresentam preferência entre as espécies vegetais e algumas injúrias são mais frequentes. A salinidade do ambiente de estudo foi um fator determinante para a herbivoria, pois foi na estação chuvosa que houve os maiores valores de herbivoria foliar nas espécies de mangues.

Palavras-chave: Manguezais; Interações ecológicas; Injúrias foliares

ABSTRACT

Mangroves are common coastal ecosystems in tropical regions around the world. Ecological interactions are recurrent in these forest environments, including herbivory. In this sense, the present study aimed to evaluate leaf herbivory in three mangrove species, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana* and *Rhizophora mangle*, in a mangrove forest at Arpoeiras Beach, in Acaraú, Ceará and to compare it between the dry and rainy seasons in the region. Initially, ten trees of each mangrove species were selected and marked with a minimum distance of five meters apart. Next, ten leaves were randomly collected from each tree, 100 per species, i.e., 300 per collection, and a total of 1800. Three collections were made in the dry period (August, September and October) and three more in the rainy period (January, February and March). In the laboratory, the leaves were measured for width and length and weighed. They were classified according to herbivory damage and had their leaf area and herbivorous restored area were determined. The damages that were more frequent were scraping, hole I, hole II, spot I, spot II, gall and mine. Other damage was present but with low representativeness. Hole I and mine were more frequently in the leaves of *Laguncularia racemosa*. In *Avicennia schaueriana*, scraping, spot I and gall were more frequent. In *Rhizophora mangle*, hole II frequently occurred, with great loss of leaf surface and undefined damage. It is concluded that herbivores show preference among plant species and some injuries are more frequent. The salinity of the environment was a determining factor for herbivory, since it was in the rainy season that there were the highest values of leaf herbivory in mangrove species.

Keywords: Mangroves; Ecological interactions; Leaf injuries

1 INTRODUÇÃO

O manguezal é um ecossistema costeiro de transição entre o ambiente terrestre e marinho, típico de regiões tropicais e sujeito aos regimes de marés (TOMLINSON, 2016). O manguezal possui uma ampla distribuição em todo o litoral brasileiro, entre o extremo norte de Oiapoque, no estado do Amapá 04°20'N, e tendo seu limite no sul da cidade de Laguna, em Santa Catarina 28°30'S (LEE *et al.*, 2014).

Esse ecossistema forma um ambiente que tem fundamental importância ecológica, econômica, social na geração e produção de vida animal (NANNI; NANNI; SEGNINI, 2013; LEE *et al.*, 2014). Desempenha variadas funções, dentre as quais a sustentação da cadeia trófica costeira por ser fonte de detritos (matéria orgânica) e o fato de servirem como área de refúgio, alimentação, reprodução e de desenvolvimento para muitas espécies de animais, incluindo as de valor econômico (NAGELKERKEN *et al.*, 2002).

Os fatores abióticos, tais como salinidade, pluviosidade e temperatura são determinantes para a estruturação de um bosque de mangue, por exemplo, quanto maior o índice de pluviosidade, maior será a taxa de crescimento das espécies arbóreas, levando, conseqüentemente, a um bosque denso e bem estruturado, com folhas mais palatáveis para serem herbivoradas (KRAUSS *et al.*, 2006). Já a salinidade elevada pode modificar esses padrões e diminuir o consumo foliar, uma vez que deixam as folhas menos palatáveis devido à indução da produção de metabólitos secundários (ELLISON; FARNSWORTH, 2001).

Das sete espécies vegetais que ocorrem nos manguezais do Brasil, cinco foram registradas no Ceará, *Rhizophora mangle* L., *Avicennia schaueriana* Stapf and Leechm. Ex Moldenke, *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertne e *Conocarpus erectus* L. (LACERDA, 2002; MAIA; COUTINHO, 2012; LEE *et al.*, 2014; MAIA, 2016), sendo todas elas também encontradas no estuário do Rio Acaraú (MAIA; COUTINHO, 2012; MAIA, 2016). Nesses ambientes florestais, são comuns as interações ecológicas, como a herbivoria, um processo no qual há uma interação animal-plantas, ocorrendo o consumo dos tecidos vegetais, incluindo sementes, raiz, caule, folhas, flores ou frutos (MELLO, 2007). Os herbívoros consomem as folhas ainda na árvore e as utilizam como recurso alimentar e/ou local para se reproduzirem seguramente (BURROWS, 2003; ERICKSON; BELL; DAWES, 2004; GIRI *et al.*, 2011).

Os grupos de invertebrados responsáveis por esse processo de herbivoria nos manguezais são da Classe Insecta, do Filo Arthropoda, porém também merece destaque o papel do Subfilo Crustacea e dos gastrópodes do Filo Mollusca (ARAÚJO, 2002). A ação dos herbívoros pode causar a morte de uma árvore em um bosque, sendo uma ação ecológica de predação, entretanto, quando ocorre o consumo parcial, sem levá-la a morte, é considerado parasitismo (CORNELISSEN; FERNANDES, 2003; DEL-CLARO, 2012). Nesse caso, influencia diretamente na redução foliar, ocasionando prejuízos na produtividade, na taxa fotossintética e no processo de transpiração das árvores (ARAÚJO *et al.*, 2006).

Estudos sobre herbivoria foliar em bosques de mangues já foram realizados em diversas partes do mundo, na América do Sul, como por exemplo, na Costa Pacífica da Colômbia (ROMERO; CANTERA; PENA, 2006) e nos estados brasileiros do Rio de Janeiro (MENEZES; PEIXOTO, 2009), na Paraíba (SILVA, 2014) e no Pará (MENEZES; MEHLIG, 2005). Entretanto, apesar de uma grande extensão de manguezal no estado do Ceará, inexistem trabalhos sobre herbivoria foliar em bosques de mangues. Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar a herbivoria foliar em três espécies vegetais, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle* e compará-la entre as estações seca e chuvosa da região, em um manguezal na Praia de Arpoeiras, Acaraú-CE.

2 MATERIAL E MÉTODO

2.1 Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi realizado em um manguezal na Praia de Arpoeiras (02°53'08/S e 40°07'12/W), na cidade de Acaraú, litoral oeste do Ceará, nordeste do Brasil, cerca de 260 Km de Fortaleza, capital do estado. A temperatura média anual do município é de 27,7°C e com índice de pluviosidade média de 1203 mm (FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, 2018). Na região, existem duas estações climáticas bem definidas, o período chuvoso que corresponde ao intervalo dos meses de janeiro e junho, com um índice de pluviosidade média de 1.138 mm e o período seco, que vai de julho a dezembro, com índice médio de 10,8mm de chuvas (FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, 2018).

Na área de estudo, são registradas cinco espécies, sendo elas, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Conocarpus erectus* (MAIA; COUTINHO, 2012; MAIA, 2016). A área foi escolhida por apresentar um baixo índice de ocupação antrópica, ausência de impacto ambiental aparente e vegetação

arbórea estruturada, sendo considerada uma área de manguezal conservada. Essa área também foi considerada conservada a partir das indicações do trabalho de Meireles *et al.* (2008), que relataram que o mangue sapateiro ou vermelho (*Rhizophora mangle*) aproxima-se a 20 metros de altura nas áreas mais conservadas e ao trabalho de Pompei *et al.* (2014), que trabalharam com as percepções dos habitantes dessa mesma região sobre os serviços ecossistêmicos do manguezal e também observaram que é uma área conservada.

2.2 Procedimento de campo e em laboratório

Para o estudo foram escolhidas as seguintes espécies arbóreas: *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa*. Na área de coleta, essas espécies coocorrem e não apresentam um padrão de zanação vegetal específico (MAIA; COUTINHO, 2012; MAIA, 2016). Assim, foram selecionadas e marcadas dez árvores de cada espécie com uma distância mínima de cinco metros.

Foram realizadas três coletas em 2017, correspondentes ao período seco da estação, agosto, setembro e outubro. Em 2018, mais três coletas foram realizadas, em janeiro, fevereiro e março, representando o período chuvoso. As folhas foram coletadas aleatoriamente, sob sombreamento, sendo dez de cada árvore, 100 por espécie, contabilizando 300 por coleta e um total de 1800 ao longo do trabalho. Em seguida, as folhas foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados com o nome da espécie, numeração da árvore, mês e ano de coleta.

Ainda em campo, os dados abióticos (salinidade, temperatura do solo, temperatura da água e temperatura do ar) (Tabela 1) foram aferidos. O total de chuvas acumulado por mês foi obtido junto à Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Posto de Acaraú).

Tabela 1 – Dados abióticos aferidos

Estação	Meses	Salinid.	Temp. da água (°C)	Temp. do solo (°C)	Temp. do ar (°C)	Umid. do ar (%)	Pluvi (mm)
Seca	Agosto	46	28,4	30	35,4	63	4
Seca	Setembro	54	29,7	30,2	35,8	65	3
Seca	Outubro	53	29,5	30,1	33,25	61	2
Chuvosa	Janeiro	43	29,5	29,7	30	61	68,6
Chuvosa	Fevereiro	34	26,8	27,1	25,9	82	284
Chuvosa	Março	35	28,1	28,4	32,2	19	133

Fonte: Autores (2019)

Em laboratório, cada folha foi aferida com o auxílio de uma régua de 30 cm, com intuito de obter as dimensões das amostras quanto ao comprimento (CF) (medida aferida da ponta do pecíolo ao ápice da folha) e à largura (LF) (medida aferida de uma ponta a outra do limbo foliar), e foram separadas conforme a injúria (herbivoria) (Quadro 1). A seguir, foram escaneadas a fim de obter a área total e a área herbivorada restituída, possibilitando a determinação do percentual de herbivoria, por meio do programa Image J (versão 1.47).

2.3 Análise estatística

Primeiramente, foram testadas a normalidade (Teste de Kolmogorov e Teste de Shapiro-Wilk) e a homogeneidade dos dados (Teste de Cochran). Alcançadas as premissas, foi realizada uma análise descritiva das injúrias foliares causados pelos herbívoros (tipo de injúria e área herbivorada) por espécie vegetal (*Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa*) e estação climática (seca e chuvosa).

Para comparar o tipo de injúria foliar e a área herbivorada entre espécies de mangues e estação climática foi realizada uma Análise de Variância bifatorial (ANOVA two-way). Quando detectadas diferenças entre as médias ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$), o teste de comparações múltiplas de Tukey foi utilizado.

Quadro 1 – Descrição dos tipos de injúrias de herbivorias

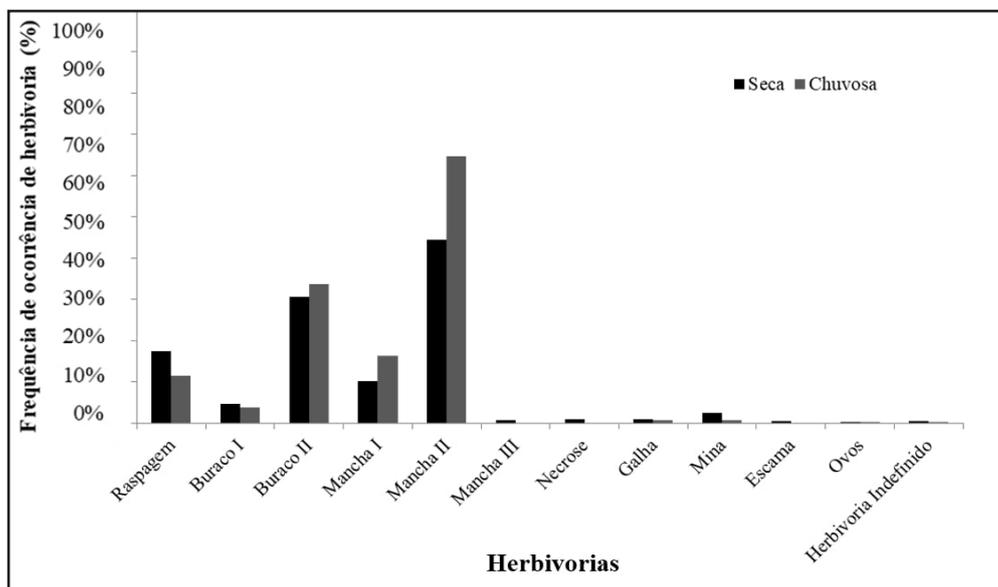
INJÚRIAS	DESCRIÇÃO
PERDA PARCIAL DA SUPERFÍCIE DA FOLHA	
Raspagem	Perda da camada superficial (epiderme) da folha sem nenhum padrão.
Buraco I	Perfuração ou abertura no interior do limbo da folha para a margem.
Buraco II	Perda de material foliar na margem da folha que pode se prolongar até o interior do limbo.
INJÚRIAS SUPERFICIAIS	
Necrose foliar	Marcas de cor preta em toda estrutura foliar, havendo também linhas escuras.
Mancha I	Manchas escuras arredondadas ou ovuladas no limbo foliar.
Mancha II	Manchas grandes de cores pardas ou avermelhadas no limbo foliar.
Mancha III	Manchas composta por uma pelagem fina de cor marrom clara com forma arredondada.
Galha	Ocorre em toda estrutura foliar de forma isolada ou em grupos, deformando a folha.
Mina	Possui formato linear, ou sem forma definida deixada pelo herbívoro.
Escama	Mancha de cor café escuro que ocorre sobre o limbo foliar cobrindo pequenas porções.
Ovo	Localiza-se na nervura central da folha, e sendo observados pequenos cortes através da folha.
Injúria indefinida	Injúrias que não se enquadram em nenhuma das classes descritas.

Fonte: Adaptado a partir Romero, Cantera e Pena (2006) e Menezes e Peixoto (2009)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As principais injúrias observadas nas folhas das espécies vegetais foram mancha II, buraco II, raspagem e mancha I. Foram observadas em menores valores buraco I, mancha III, mina, necrose, injúria indefinida, ovos e escama. As injúrias observadas na estação seca foram raspagem e buraco I (Figura 1), já buraco II, mancha I e mancha II estiveram presentes na estação chuvosa.

Figura 1 – Frequência de ocorrência de herbivoria foliar (%) comparando as injúrias nas estações seca e chuvosa 2017/2018



Fonte: Autores (2019)

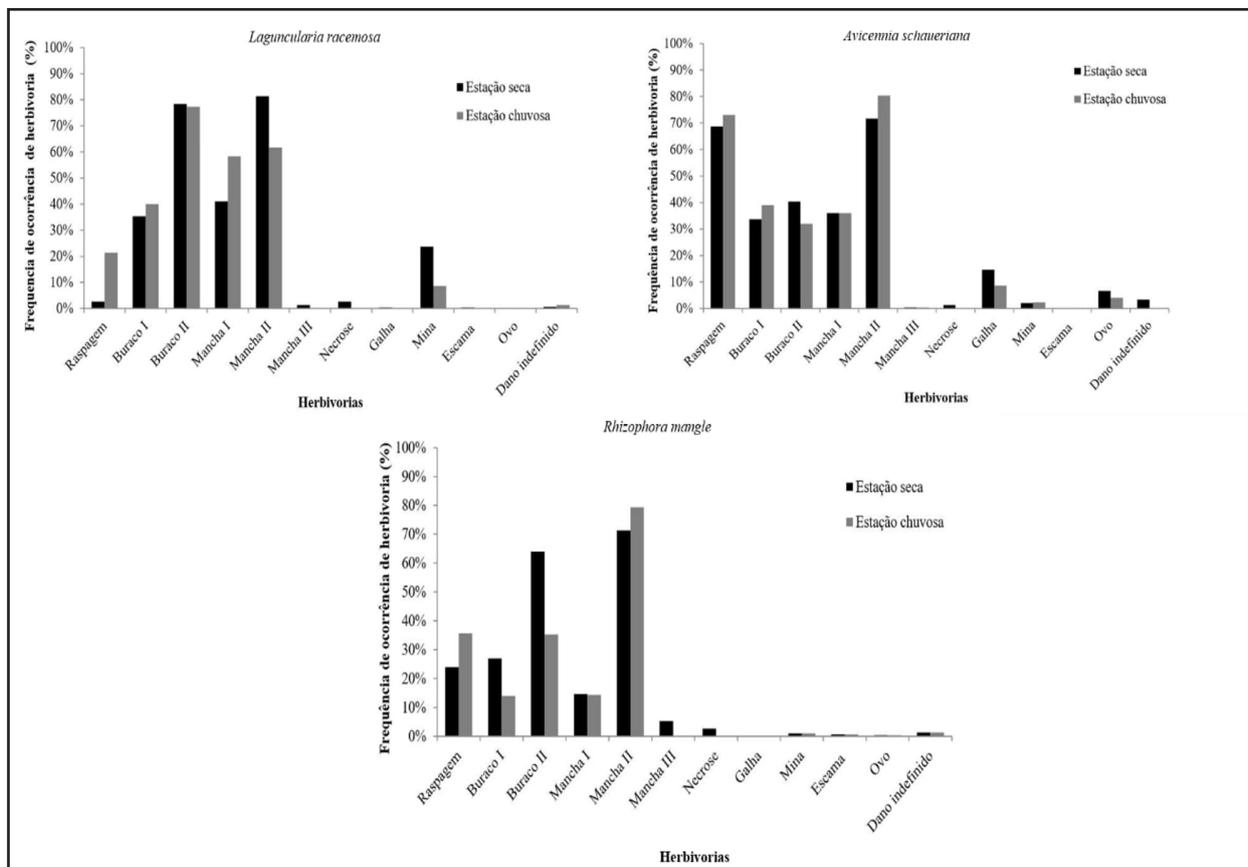
Os resultados para herbivoria foliar por espécie indicam que *Laguncularia racemosa* (Figura 2) apresentou maior frequência de herbivoria para mancha II, com percentual acima de 80% na estação chuvosa e 62% para estação seca. Buraco II foi a segunda injúria de maior representatividade nas folhas, com 78% na estação chuvosa e 77% na seca. Raspagem foi observada principalmente na estação chuvosa, 27%, e mina na estação seca, 24%. Nessa espécie, não foram observados galhas, ovo ou injúrias indefinidas.

Avicennia schaueriana apresentou maior valor percentual de frequência de herbivoria (Figura 2) para mancha II, com percentual de 80% na estação chuvosa e 72% para estação seca. Raspagem foi a segunda herbivoria mais observada nas folhas com 73% na estação chuvosa e 69% na seca. Galha foi observada principalmente na estação seca, 15%, e ovo na estação seca 7%.

Buraco I, buraco II e Mancha I apresentaram valores similares entre 30% e 40% de herbivoria foliar, ainda para *Avicennia schaueriana* e não ocorrendo grandes variações entre as estações. Buraco I apresentou maior valor de consumo na estação chuvosa e buraco II ocorreu o inverso, havendo um maior consumo foliar na estação seca. Mancha I apresentou valores iguais para a estação seca quanto para a estação chuvosa.

Rhizophora mangle apresentou maior valor percentual de frequência de herbivoria (Figura 2) para mancha II, com percentual de 79% na estação chuvosa e 71% para estação seca. Buraco II foi a segunda herbivoria mais observada com 64% na estação seca e 35% na chuvosa. Raspagem ocorreu principalmente na estação chuvosa com 36% e buraco I na estação seca com 27%. Ovo e galha não foram observados nas folhas de *Rhizophora mangle*. As demais injúrias não chegaram a 5%.

Figura 2 – Frequência de ocorrência de herbivoria foliar (%) para *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle* para cada tipo de injúria observada, comparando a estação seca e chuvosa 2017/2018

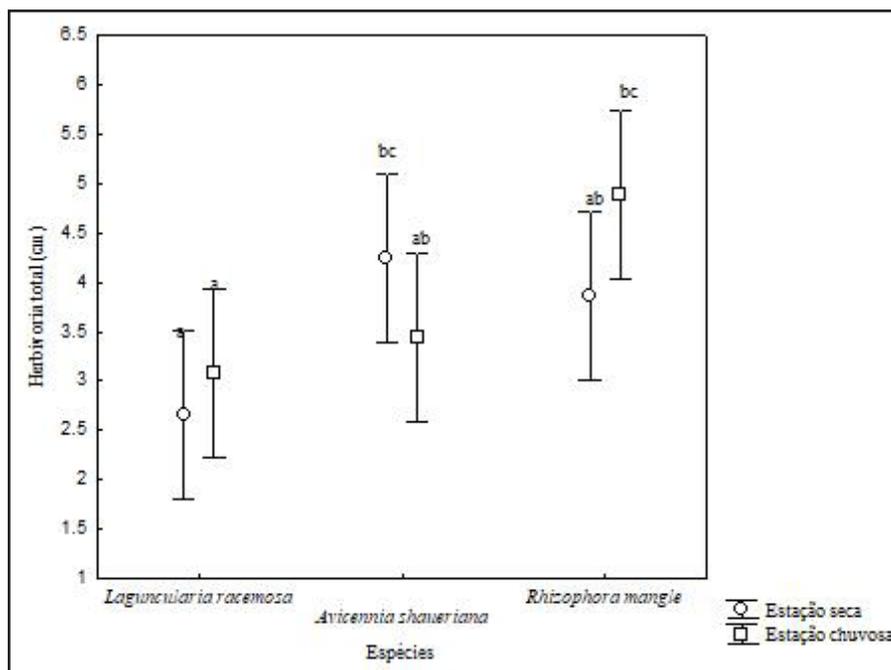


Fonte: Autores (2019)

3.1 Consumo foliar por herbívoros entre espécies e estações

Foram observadas diferenças significativas no consumo foliar entre estações e entre as espécies vegetais estudadas ($F_{2,1794} = 7,1234$; $p = 0,0083$). De acordo com observado no teste de comparações múltiplas de Tukey, os maiores valores de consumo foliar foram observados na estação seca para *Avicennia schaueriana* e na estação chuvosa para *Rhizophora mangle* (Figura 3). Para *Laguncularia racemosa*, os valores foram mais baixos quando comparados às outras espécies e similares entre as estações.

Figura 3 – Herbivoria foliar (cm) de *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle* comparando a estação seca e chuvosa 2017/2018



Fonte: Autores (2019)

Em que: *As barras indicam o erro-padrão e as letras diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey.

Quando analisados individualmente, as injúrias foliares podem variar entre espécies de mangue ou estações. Foram observadas diferenças significativas em buraco I, buraco II e mina (Tabela 2). As injúrias raspagem, mancha I, mancha II, mancha III, necrose, galha, escama, ovo e injúria indefinida não demonstraram diferenças estatísticas entre espécies de mangue ou estações.

Tabela 2 – Resultados da Análise de Variância de dois fatores (ANOVA *two-way*) das taxas de herbivoria foliar entre as espécies vegetais e as estações do ano

INJÚRIAS	F	P
Raspagem	1,9700	0,1420
Buraco I	3,3089	0,0368
Buraco II	14,6090	0,0001
Mancha I	2,2052	0,1105
Mancha II	1,1274	0,3241
Mancha III	3,7829	0,2294
Necrose	0,9509	0,3866
Galha	0,1694	0,9442
Mina	4,3376	0,0108
Escama	0,5724	0,5643
Ovo	0,0022	0,9978
Injúria indefinida	0,1441	0,8657

Fonte: Autores (2019)

Em que: *Os valores em negrito indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

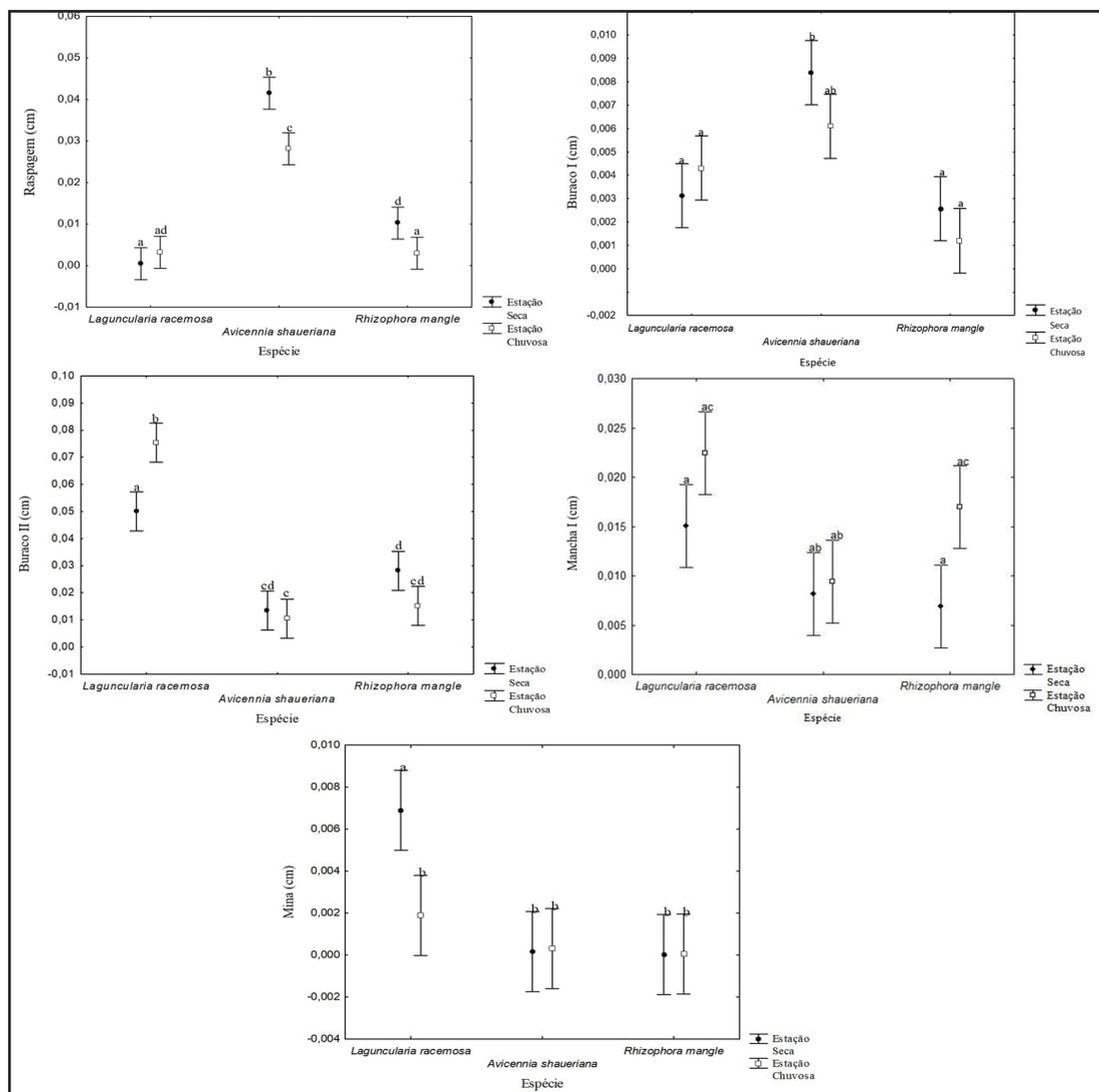
Ao avaliar o consumo foliar das espécies vegetais nas estações climáticas, percebe-se que os maiores valores para raspagem foram observados na estação seca em *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle* (Figura 4). Para *Laguncularia racemosa*, os valores foram mais baixos quando comparados com as outras espécies e similares entre as estações.

Os valores de consumo foliar e a comparação entre as espécies vegetais para a injúria buraco I indicam que *Avicennia schaueriana* (Figura 4) apresentou valor superior entre as espécies na estação seca. *Rhizophora mangle* mostrou o menor valor quando comparado com as outras espécies e similaridade entre estações. *Laguncularia racemosa* foi a segunda mais herbivorada para essa injúria e apresentou similaridade entre as estações.

Para buraco II, as espécies mostraram níveis de consumo alto e diferenças significativas entre elas (Figura 4). *Laguncularia racemosa* foi a espécie mais consumida entre as espécies, e observou-se um consumo maior na estação chuvosa. Na estação seca, *Rhizophora mangle* apresentou consumo foliar maior quando comparado com *Avicennia schaueriana*. Contudo, *Avicennia schaueriana* mostrou valores similares entre as estações e apresentou o menor valor de consumo foliar entre as espécies.

Laguncularia racemosa mostrou maior valor de consumo foliar para mancha I (Figura 4) como também apresentou para buraco II e houve uma tendência por preferência dos herbívoros na estação chuvosa pela espécie. *Avicennia schaueriana* mostrou valores similares entre as estações, sendo a segunda mais herbivorada. E *Rhizophora mangle* indicou diferenças significativas entre as estações, sendo que na estação chuvosa ocorreu um maior consumo das folhas.

Figura 4 – Consumo foliar (cm) para raspagem, buraco I, buraco II, mancha I e mina entre as espécies de mangues e as estações do ano 2017/2018



Fonte: Autores (2019)

Em que: *As barras indicam o erro-padrão e as letras, diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey.

Por fim, foram observados maiores valores para herbivoria mina na estação seca em *Laguncularia racemosa* e, na chuvosa, os valores foram baixos, mas ainda maiores quando comparados com as outras espécies (Figura 4). Contudo, *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle* não apresentaram diferenças significativas e tiveram valores similares nas estações.

O tamanho da folha (largura e comprimento) não foi o fator determinante para o consumo foliar pelos herbívoros ($r = 0,82$, $p > 0,05$). As injúrias estiveram presentes em quase todas as folhas amostradas, corroborando com os resultados observados por Silva (2014) no estado da Paraíba e Silva (2015) em Bragança, no Pará. As injúrias mais representativas nas folhas nas três espécies de mangues estudadas foram Raspagem, Buraco I, Buraco II, Mancha I, Mancha II, Galha e Mina, resultados semelhantes ao de Cunha (2007) realizado em Bragança-Pará e Romero, Cantera e Pena (2006) no estuário do rio D´água, na Colômbia. Contudo, necrose, mancha III, escamas, ovo e injúrias indefinidas estiveram presentes, mas em menor representatividade nas folhas no presente estudo.

Laguncularia racemosa, *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle*, respectivamente, apresentaram o maior consumo foliar, sendo observado mais de um tipo de injúria nas duas estações de coleta. Estudo realizado na Baía de Paranaguá, Paraná - Brasil, corroborou com o presente estudo, sendo *Laguncularia racemosa* a mais consumida, seguida por *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle* (IGNÁCIO *et al.*, 2005). Silva, Pinto e Bernini (2015) avaliaram três florestas de mangue adjacentes a planícies hipersalinas no Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil, e registraram nove tipos de injúrias foliares, raspagem, buraco, margem, necrose, mina, fungo, galha, ovo e indefinido, corroborando com trabalho e, ainda no mesmo estudo, a *Laguncularia racemosa* exibiu a maior frequência de injúrias foliares como aqui observado.

Raspagem foi a injúria que esteve mais presente em *Avicennia schaueriana*, apresentando baixa representatividade nas outras espécies. Em estudo similar realizado por Cunha (2007) na Península de Ajuruteua, Bragança-PA, a raspagem

apresentou um maior índice no gênero *Avicennia*, seguido de *Laguncularia* e *Rhizophora*. A espécie *Laguncularia racemosa* apresentou na maior parte das folhas analisadas o dano buraco I e uma tendência para buraco II quando comparada com as outras espécies avaliadas. As folhas de *Laguncularia racemosa* são suculentas com uma alta concentração de nutrientes, dessa forma são atrativas para esse tipo de injúria de acordo com os resultados de Menezes e Mehlig (2005) e Santos (2014).

As manchas I e II ocorreram nas três espécies estudadas e houve um aumento da mancha I na estação chuvosa. Segundo Romero, Cantera e Pena (2006), as manchas são causadas nas folhas em decomposição por insetos sugadores da ordem Hemiptera (Aphididae) ou por fungos, processo também observado neste estudo, que tem sua ocorrência aumentada durante o período chuvoso. Silva, Pinto e Bernini (2015) observaram uma maior presença de fungos em *Avicennia schaueriana*, em relação a *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*. Romero, Cantera e Pena (2006) também observaram a presença de fungos no gênero *Avicennia* e *Rhizophora mangle* não havendo a presença em *Laguncularia racemosa*. Ocorreu uma baixa presença de mina em *Laguncularia racemosa*, já em *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle* não houve registros.

Na Colômbia, foi realizado um estudo corroborando com o presente trabalho, no qual ambos apresentaram uma baixa presença de mina em *Laguncularia racemosa* e a ausência em *Avicennia schaueriana* (ROMERO; CANTERA; PENA, 2006). Outro estudo realizado na Paraíba mostrou valores significativos para mina nas folhas de *Laguncularia racemosa* em comparação a *Avicennia schaueriana*, havendo similaridade com o presente estudo (SANTOS, 2014). De forma geral, a mina é causada por insetos nas fases larvais da família Agromyzidae, que ao caminhar pelo tecido laminar das folhas deixam rastros sem um padrão definido (ROMERO; CANTERA; PENA, 2006). E a baixa presença de mina nas folhas de mangue neste estudo pode ter ocorrido devido à baixa presença desse organismo.

O gênero *Avicennia* é mais propício para galha, uma vez que essa injúria foliar esteve presente apenas em *Avicennia schaueriana*, não havendo a ocorrência nas outras espécies. O gênero oferece características favoráveis para a instalação dos invertebrados (insetos e ácaros) causadores do processo nas folhas, e por estas serem livres de barreiras mecânicas e químicas para esses herbívoros (ROMERO; CANTERA; PENA, 2006; MENDONÇA; CORTEZ, 2007; SILVA, 2014). Essas injúrias corroboraram com o presente estudo devido à presença de galha em *Avicennia schaueriana* e ausência nas outras espécies.

O estudo realizado por Silva (2014) indicou 22 tipos de morfotipos de galha nas folhas. A galha induz o crescimento do tecido foliar quando os insetos ou ácaros ovipositam, com isso, oferecem para as larvas alimentos livres de compostos e defesas (SILVA, 2015). Em estudo realizado na Bahia, Mendonça e Cortez (2007) verificaram na análise comparativa das folhas dessa espécie de *Avicennia germinans* que o comprimento e a largura foliar apresentaram forte correlação positiva com Na, Ca e P, essas concentrações de nutrientes influenciam a galha nas folhas (MENDONÇA; CORTEZ, 2007).

Rhizophora mangle apresentou valores de herbivoria significativos, mesmo sendo a espécie menos herbivorada no presente estudo. Esse resultado corroborou com alguns estudos similares que utilizaram *Rhizophora mangle* para avaliar a herbivoria (SILVA, 2015). A espécie apresenta o menor índice de herbivoria foliar tanto na estação seca quanto na chuvosa, o que para Silva (2014) está relacionada com a defesa química, o tanino, presentes nas folhas da espécie.

A correlação entre os fatores bióticos e abióticos mostraram diferenças significativas entre as estações estudadas e entre as espécies de mangues. A estação chuvosa aumentou o grau de herbivoria foliar total conforme o esperado entre algumas espécies (*Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*), contudo, percebe-se

que existem respostas diferentes para cada espécie de mangue entre as mudanças de estações. Em estudo realizado no Parque Natural Municipal da Caieira em Joinville, Santa Catarina, Bartz, Melo Júnior e Larcher (2015) mostraram que a salinidade é um fator limitante no crescimento estrutural das espécies de mangues. Causando estresse e conseqüentemente podendo ser responsável pela produção de metabólitos secundários (ELISSON; FARNSWORTH, 2001), sendo provavelmente responsável pelos baixos índices de herbivoria na estação seca (ELISSON; FARNSWORTH, 2001; BARTZ; MELO JÚNIOR; LARCHER, 2015).

Os dados aqui obtidos podem fornecer subsídios para o manejo e conservação das áreas de manguezais sujeitas a impactos, entretanto, futuros trabalhos devem ser realizados com intuito de identificar os possíveis herbívoros, assim como são aconselhados estudos em séries temporais mais longas.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que os herbívoros apresentam preferência entre as espécies vegetais e algumas injúrias são mais frequentes. *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle* foram as mais herbivoradas na estação chuvosa. E *Rhizophora mangle* apresentou os maiores valores de área foliar herbivorada entre as espécies vegetais estudadas.

A salinidade do ambiente de estudo foi um fator determinante para a herbivoria, pois foi na estação chuvosa que houve os maiores valores de herbivoria foliar nas espécies de mangues.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos integrantes do Laboratório de Ecologia de Manguezal (ECOMANGUE), que colaboraram nas coletas e triagem das folhas. E ao IFCE *Campus Acaraú* pela disponibilidade da infra-estrutura.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, D. C. D. **O processo de herbivoria e os organismos causadores de danos de danos foliares em planta de mangue na área de proteção ambiental da Barra do rio Mamanguape, Estado de Paraíba, Brasil.** 2002. Dissertação (Mestrado em biologia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2002.
- ARAÚJO, A. P. A. *et al.* Effects of host plant architecture on colonization by galling insects. **Austral Ecology**, Carlton, v. 31, n. 3, p. 343-348, may 2006.
- BARTZ, M. C.; MELO JÚNIOR, J. C. F.; LARCHER, L. Variação morfológica de *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. (Combretaceae) em áreas de manguezal e de transição entre manguezal e floresta de restinga. **Biotemas**, Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 21-29, 2015.
- BURROWS, D. W. **The role of in seet leaf herbivory on the mangrove *Avicennia marina* and *Rhizophora stylosa*.** 2003. Tese (Doutorado em Ecologia Tropical) - Universidade James Cook, Austrália, 2003.
- CORNELISSEN, T. G; FERNANDES, W. Insetos herbívoros e plantas são inimigos ou parceiros? **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 32, p. 24-30, 2003.
- CUNHA, E. T. C. **Herbivoria em folhas de mangue na península de Ajuruteua, Bragança-PA.** 2007. Monografia (Licenciatura Plena em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.
- DEL-CLARO, K. Origens e importância das relações plantas-animais para a ecologia e conservação. *In*: DEL-CLARO, K; TOREZAN-SILINGARDI, M. (org.). **Ecologia das interações plantas animais: uma abordagem ecológica-evolutiva.** Rio de Janeiro: Techical Books, 2012. p. 37-50.
- ELLISON, A. M.; FARNSWORTH, E. J. Mangrove communities. *In*: BERTHNESS, M. D.; GAINES, S.; HEY, M. E. **Marine community ecology.** Surderland: Sinauer Press, 2001. v. 16. p. 423-442.
- ERICKSON, A. A.; BELL, S. S.; DAWES, B. C. J. Does mangrove leaf chemistry help explain crab herbivory patterns? **Biotropica**, Hoboken, v. 36, n. 3, p. 333-343, 2004.
- FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Posto meteorológico de Acaraú.** Fortaleza, 2018. Disponível em: <http://www.funceme.br>. Acesso em: jan. 2018.
- GIRI, C. E. *et al.* Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. **Global Ecology and Biogeography**, Oxford, v. 20, n. 1, p. 15 4-159, 2011.
- IGNÁCIO, G. M. *et al.* Variação nos níveis de herbivoria foliar em dois manguezais da Baía de Paranaguá (Paraná – Brasil). **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, Itajaí, v. 9, n. 2, p. 1-4, 2005.
- KRAUSS, K. W. *et al.* Effects of season, rainfall, and hydrogeomorphic setting on mangrove tree growth in micronesia. **Biotropica**, Hoboken, v. 39, n. 2, p. 161-170, 2006.
- LACERDA, L. D. **Mangrove ecosystems function and management.** 1. ed. [S. l.]: Springer, 2002. 316 p.

LEE, S. Y. *et al.* Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: are assessment. **Global Ecology and Biogeography**, Oxford, v. 23, n. 7, p. 726-743, 2014.

MAIA, R. C. **Manguezais do Ceará**. 1. ed. Recife: Imprima, 2016. 55 p.

MAIA, R. C.; COUTINHO, R. Structural characteristics of mangrove forests in Brazilian estuaries: A comparative study. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, Vina del Mar, v. 47, n. 1, p. 87-98, 2012.

MEIRELES, A. J. A. *et al.* Impactos ambientais decorrentes das atividades da carcinicultura ao longo do litoral cearense, Nordeste do Brasil. **Revista de Geografia**, Fortaleza, v. 6, n. 12, p. 83-106, 2008.

MELLO, M. Influence of herbivore attack patterns on reproductive success of the shrub piper hispidum (piperaceae). **Ecotropica**, Bonn, v. 13, n. 1, p. 1-6, 2007.

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**, Belém, v. 1, p. 221-226, 2005.

MENDONÇA, I. V. S.; CORTEZ, J. S. A. Caracterização da galha introduzida por ácaro em *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn (Combretaceae). **Biota Neotropica**, Campinas, 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**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 715-724, 2009.

NAGELKERKEN, I. *et al.* How important are mangroves and sea grass beds for coral-reeffish? The nursery hypothesis tested on an island scale. **Marine Ecology Progress Series**, Germany, v. 244, p. 299-305, 2002.

NANNI, H. C.; NANNI, S. M.; SEGNINI, R. C. A importância dos manguezais para o equilíbrio ambiental. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS INTEGRADAS DA UNAERP, 2., 2013. **Anais [...]**. Gaurujá: UNAERP, 2013.

POMPEI, C. S. *et al.* **Estudio multidisciplinario del ecosistema mangla ren la comunidad tradicional de Curral Velho**: análisis de los servicios ecosistémicos producidos por los manglares a partir de la percepción de la comunidad de Curral Velho. 2014. Proyecto Final (Licenciatura Ciencias Ambientales) - Bellaterra, 2014.

ROMERO, I. C.; CANTERA, J. R.; PENA, E. J. Consumo de hojas por herbívoros em manglares del estuário del Río D'agua, Costa Pacífica Colombiana. **Revista Biología Tropical**, [S. 1.], 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. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

SILVA, L. L. **Riqueza e abundância de galhas em mangues plantados de *Avicennia germinans* (L.) L.**: testando a hipótese da arquitetura da planta. 2015. Dissertação (Pós-graduação em Biologia Ambiental) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

SILVA, W. A. **Danos foliares por herbivoria em floresta de mangues em três estuários do estado da Paraíba**, 2014. Dissertação (Pós-graduação em Ecologia e Monitoramento Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

SILVA, W. A.; PINTO, F. L.; BERNINI, E. Leaf damage in three mangrove forests in Northeast Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, [S. 1.], v. 10, n. 3, p. 239-248, 2015.

TOMLINSON, P. B. **The botany of mangroves**. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2016. 418 p.

Contribuição de Autoria

1 – Roberto Jackson Rodrigues Silva

Biólogo, Mestrando

<https://orcid.org/0000-0002-9895-6056> • sergiorodrigues474@gmail.com

Contribuição: Administração do projeto, Conceituação, Curadoria dos dados, Metodologia, Visualização dos dados, Investigação, Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição

2 – Rafaela Camargo Maia

Bióloga, Dra., Professora

<https://orcid.org/0000-0001-5871-4610> • rafaelamaia@ifce.edu.br

Contribuição: Administração do projeto, Conceituação, Curadoria dos dados, Metodologia, Escrita – revisão e edição

Como citar este artigo

Silva, R. J. R.; Maia, R. C. Herbivoria foliar em um bosque de mangue no Ceará, Brasil. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 122-140, 2022. DOI 10.5902/1980509843456. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509843456>.