



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
CURSO DE GEOGRAFIA BACHARELADO**

THAMIRYS MODESTO SOUZA SILVA

**AVALIAÇÃO DA HERBIVORIA NAS FOLHAS DE *Conocarpus erectus* L.,
Laguncularia racemosa (L.) C. F. Gaerth e *Rhizophora mangle* L., EM AMBIENTE DE
MANGUE, MARECHAL DEODORO, ALAGOAS**

Maceió, Alagoas

2022

THAMIRYS MODESTO SOUZA SILVA

**AVALIAÇÃO DA HERBIVORIA NAS FOLHAS DE *Conocarpus erectus* L.,
Laguncularia racemosa (L.) C. F. Gaerth e *Rhizophora mangle* L, EM AMBIENTE DE
MANGUE, MARECHAL DEODORO, ALAGOAS**

Monografia apresentada ao Colegiado do Curso de Geografia Bacharelado do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Orientadora: Profa. Dra. Kallianna Dantas Araujo

Maceió, Alagoas

2022

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale – CRB4 - 661

S586a Silva, Thamirys Modesto Souza.
Avaliação da herbivoria nas folhas de *Conocarpus erectus* L., *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaerth e *Rhizophora mangle* L, em ambiente de mangue, Marechal Deodoro, Alagoas / Thamirys Modesto Souza Silva. – 2022.
52 f.: il.

Orientadora: Kallianna Dantas Araujo.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente. Curso de Geografia. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 45-52.

1. Geografia regional. 2. Manguezais. 3. Espécies nativas. 4. Organismos invertebrados. 5. Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM) – Alagoas. I. Título.

CDU: 913:574(815.3)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
CURSO DE GEOGRAFIA BACHARELADO

THAMIRYS MODESTO SOUZA SILVA

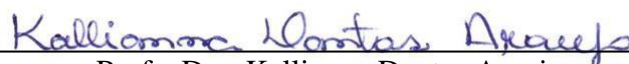
**AVALIAÇÃO DA HERBIVORIA NAS FOLHAS DE *Conocarpus erectus* L.,
Laguncularia racemosa (L.) C. F. Gaerth e *Rhizophora mangle* L., EM AMBIENTE DE
MANGUE, MARECHAL DEODORO, ALAGOAS**

Monografia apresentada ao Colegiado do Curso de Geografia Bacharelado, do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para obtenção de nota final do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

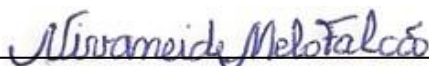
Orientadora: Profa. Dra. Kallianna Dantas Araujo

Monografia defendida e aprovada em 23 de fevereiro de 2022.

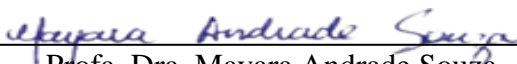
COMISSÃO EXAMINADORA:



Profa. Dra. Kallianna Dantas Araujo
Orientadora – Presidente – IGDema - Ufal



Profa. Dra. Nivaneide Alves de Melo Falcão
Examinadora – IGDema - Ufal



Profa. Dra. Mayara Andrade Souza
Examinadora – CESMAC/Maceió

Maceió
2022

A Deus, minha fortaleza.

Ofereço

Aos meus pais, Maria José Baía de Souza e Genival Modesto da Silva, pela realização deste sonho e de muitos outros, eles são o grande exemplo da minha vida, ao meu irmão, Felipe Modesto de Souza Silva e a toda minha família, por me apoiarem e me incentivarem em todo o tempo.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, pelo dom da vida, pelos livramentos e pelas grandes oportunidades que me concedeu durante toda a minha caminhada até aqui.

A minha mãe Maria José Baía de Souza, grande batalhadora que não poupou esforços para concretização de todos os meus sonhos, obrigada por apoiar cada loucura minha. A meu pai Genival Modesto da Silva que da sua forma única, sempre acreditou em mim, me encorajando.

E em memória a minha avó Maria Jorge de Souza, minha segunda mãe, que me acolheu em sua casa durante um período, obrigada por todas as vezes em que recusou minha ajuda em algo para que eu pudesse estudar. Grata por me tornarem quem sou. Ao meu irmão Felipe Modesto de Souza Silva obrigada por todas as vezes em que te chamei a qualquer hora para me socorrer e você não mediu esforço para me apoiar, você é o meu exemplo de determinação.

Em especial as minhas primas Riane Ranielle Padilha e Ruana Raiane Padilha obrigada por sempre me apoiarem seja qual for a minha decisão. Não poderia deixar de agradecer aos meus amigos Gleen Melquiades, Netto Martiniano, Daniel Dantas, Yan Vasconcelos, José Ferreira dos Santos Junior, Flavio da Silva Teles, Murillo de Araujo Marques, Antonio Rodrigues e claro a minha dupla desde o início dessa caminhada Deisyane Monteiro, obrigada por aguentar as minhas mudanças de humor e meu desespero, sou grata a vocês.

A Profa. Dra. Kallianna Dantas Araujo, pela orientação, pelos importantes ensinamentos, incentivo, apoio, companheirismo, paciência e principalmente pelas portas abertas.

A Universidade Federal de Alagoas e ao Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, e em especial, ao Curso de Geografia, pela possibilidade de Conclusão do Curso Superior.

Aos pesquisadores do Grupo de Pesquisa Biogeografia e Sustentabilidade Ambiental (LabESA/IGDEMA/UFAL) pelos conhecimentos adquiridos, pelas ricas discussões, trabalho em equipe e disponibilidade. Em especial a Élide Monique da Costa Santos, muito obrigada.

A Mayara Andrade Souza, coordenadora do Projeto Valoração das Funções Ecosistêmicas dos Manguezais em Alagoas, pela possibilidade de realização deste trabalho. Por estar sempre disponível em contribuir, passando o máximo de conhecimento com sua simplicidade e carinho. Agradeço por ter aceitado fazer parte da Banca Examinadora, juntamente com a Profa. Dra. Nivaneide Alves de Melo Falcão, a quem sou grato pelas contribuições.

Ao Museu de História Natural, em especial a Profa. Dra. Ana Paula Lopes da Silva e ao Prof. Jorge Luiz Lopes da Silva pela bolsa de extensão, por todo ensinamento e principalmente pelas portas abertas.

Obrigada!

Palavras são, na minha não tão humilde opinião,
nossa maior fonte inesgotável de magia.

(Alvo Dumbledore)

RESUMO

Os manguezais são caracterizados como ecossistemas costeiros de transição entre os ambientes terrestre e marinho que ocupam os litorais tropicais e subtropicais, formados por espécies vegetais que servem de abrigo e alimento para inúmeros organismos, dentre os quais destacam-se os herbívoros invertebrados importantes para este ecossistema. Diante disto, o presente trabalho objetivou investigar os herbívoros invertebrados que atuam nas espécies *Conocarpus erectus* L., *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaerth e *Rhizophora mangle* L., e a espécie que apresenta maior taxa de herbivoria, em ambiente de mangue, em Marechal Deodoro, Alagoas. A pesquisa foi realizada nos meses abril, maio e junho de 2019 na área do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba (CELMM). Foram coletadas folhas das matrizes das espécies *C. erectus*, *L. racemosa* e *R. mangle* e realizada a quantificação do índice de herbivoria de cada espécie de forma qualitativa e quantitativa. Na avaliação qualitativa foi feita a identificação dos herbívoros (mastigador, sugador, raspador e minador) de acordo com o tipo de dano na área foliar e na avaliação quantitativa foi calculada a taxa de herbivoria, através do consumo de toda a planta ou parte dela, identificando o percentual de intensidade do dano que varia de 0 a 5. Foi utilizado o programa ImageJ, para essas análises. Foram levantados dados de precipitação pluvial para relacionar com as variáveis da pesquisa. Para análise dos dados utilizou-se a estatística descritiva por meio do software Excel versão 2016. Os herbívoros invertebrados identificados nas espécies *Conocarpus erectus* L., *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaerth e *Rhizophora mangle* L. são dos tipos mastigador, sugador e minador, sendo que os mastigadores se concentram nas folhas de *C. erectus* e *L. racemosa* e na *R. mangle* há maior ocorrência dos herbívoros sugadores; A espécie que apresenta maior taxa de herbivoria é *C. erectus*, seguida de *L. racemosa* e *R. mangle*. E o índice de herbivoria das espécies *C. erectus* e *L. racemosa* apresentam maior concentração das folhas na classe 3 (12,1 a 25%) da área consumida por herbívoros, independente dos meses. Já o índice de herbivoria da espécie *R. mangle* corresponde a classe 1 (0,1 a 6%) da área consumida pelos herbívoros em todos os meses analisados; O aumento do volume da precipitação pluvial promove a diminuição de herbívoros e consequentemente redução dos índices de danos por herbivoria.

Palavras-chave: Geografia regional. Manguezais. Espécies nativas. Organismos invertebrados. Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM) –Alagoas.

ABSTRACT

Mangroves are characterized as transitional coastal ecosystems between the terrestrial and marine environments that occupy the tropical and subtropical coasts, formed by plant species that serve as shelter and food for numerous organisms, among which invertebrate herbivores important for this ecosystem stand out. The present work aimed to investigate the invertebrate herbivores that act on the species *Conocarpus erectus* L., *Laguncularia racemosa* (L.) CF Gaerth and *Rhizophora mangle* L., and the species with the highest rate of herbivory, in a mangrove environment, in Marshal Deodoro, Alagoas. The research was performed in April, May, and June 2019 in the area of the Estuarine-Lagunar Mundaú/Manguaba Complex (CELMM). Leaves were collected from the matrices of the species *C. erectus*, *L. racemosa*, and *R. mangle*, and the quantification of the herbivory index of each species was performed qualitatively and quantitatively. In the qualitative evaluation, the herbivores were identified (chewing, sucking, scraping, and mining) according to the type of damage in the leaf area, and in the quantitative evaluation, the herbivory rate was calculated, through the consumption of the whole plant or part of it, identifying the percentage of damage intensity that varies from 0 to 5. The ImageJ program was used for these analyses. Rainfall data were collected to relate to the research variables. Descriptive statistics were used for data analysis using Excel version 2016 software. The invertebrate herbivores identified in the species *Conocarpus erectus* L., *Laguncularia racemosa* (L.) CF Gaerth, and *Rhizophora mangle* L. are of the chewing, sucking, and mining types, whereas the chewers are concentrated in the leaves of *C. erectus* and *L. racemosa* and *R. mangle* there is a higher occurrence of sucking herbivores; The species with the highest herbivory rate is *C. erectus*, followed by *L. racemosa* and *R. mangle*. And the herbivory index of the species *C. erectus* and *L. racemosa* present a higher concentration of leaves in class 3 (12.1 to 25%) of the area consumed by herbivores, regardless of the months. The herbivory index of the *R. mangle* species corresponds to class 1 (0.1 to 6%) of the area consumed by herbivores in all analyzed months; The increase in the volume of rainfall promotes a decrease in herbivores and consequently a reduction in damage rates by herbivory.

Keywords: Regional Geography. Mangrove. Native species. Invertebrate organisms. Estuarine-Lagunar Mundaú/Manguaba Complex (CELMM)- Alagoas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vegetação de mangue (A, B e C) no Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba.....	15
Figura 2 - Vegetação de mangue (A) com destaque para a espécie <i>Conocarpus erectus</i> (B e C).....	17
Figura 3 - Vegetação de mangue (A) com destaque para a espécie <i>Laguncularia racemosa</i> (B e C).....	18
Figura 4 - Vegetação de mangue (A) com destaque para a espécie <i>Rhizophora mangle</i> L. (B e C).....	19
Figura 5 - Exemplo de herbívoros invertebrados.....	22
Figura 6 - Localização do município Marechal Deodoro, Alagoas, com ênfase para a área de estudo.....	24
Figura 7 - Localização da área de estudo (CELLMM, 2021), em Marechal Deodoro, Alagoas.....	26
Figura 8 - Vista da planta amostrada com altura de 1,5 m.....	27
Figura 9 - Coletas de galhos com folhas na matriz das espécies <i>Conocarpus erectus</i> L., <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C. F. Gaerth e <i>Rhizophora mangle</i> L. em campo (A e B).....	27
Figura 10 - Armazenamento dos exemplares (galhos com folhas) coletados nas matrizes das espécies <i>Conocarpus erectus</i> L. (A), <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C. F. Gaerth (B) e <i>Rhizophora mangle</i> L. (C).....	28
Figura 11 - Digitalização das folhas na Impressora Multifuncional HP (A) e folhas digitalizadas (B) das espécies <i>Conocarpus erectus</i> L., <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C. F. Gaerth e <i>Rhizophora mangle</i> L.....	28
Figura 12 - Tratamento das folhas das espécies <i>Conocarpus erectus</i> L., <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C. F. Gaerth e <i>Rhizophora mangle</i> L. através do programa ImageJ.....	30
Figura 13 - Folhas das espécies <i>Conocarpus erectus</i> (A, B, C), <i>Laguncularia racemosa</i> (D, E, F) e <i>Rhizophora mangle</i> consumidas por herbívoros invertebrados do tipo: mastigador (G), sugador (H) e minador (I).....	34
Figura 14 - Exemplo de dano causado por herbívoro do tipo mastigador nas espécies <i>C. erectus</i> (A), <i>L. racemosa</i> (B) e <i>R. mangle</i> (C).....	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Classificação dos herbívoros invertebrados pelo tipo de dano foliar causado nas folhas da espécie <i>Conocarpus erectus</i> (A), <i>L. racemosa</i> (B) e <i>R. mangle</i> (C) nos meses abril, maio e junho de 2019.....	36
Gráfico 2 - Taxa de herbivoria (%) e Intensidade de herbivoria das espécies <i>Conocarpus erectus</i> (A), <i>Laguncularia racemosa</i> (B) e <i>Rhizophora mangle</i> (C) nos meses abril, maio e junho de 2019.....	39
Gráfico 3 - Precipitação Pluvial (mm) dos meses abril, maio e junho de 2019.....	40
Gráfico 4 - Número de folhas das espécies <i>C. erectus</i> (A, B e C), <i>L. racemosa</i> (D, E e F) e <i>R. mangle</i> (G, H e I) que apresentaram dano foliar por herbívoros, nos meses abril, maio e junho/2019.....	41
Gráfico 5 - Número total de folhas que apresentaram dano foliar por herbívoros nas espécies <i>C. erectus</i> , <i>L. racemosa</i> e <i>R. mangle</i> nos meses abril, maio e junho/2019.....	42

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE GRÁFICOS.....	ix
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Caracterização do bioma Manguezal.....	15
2.2 Caracterização da espécie <i>Conocarpus erectus</i> L.....	16
2.3 Caracterização da espécie <i>Laguncularia racemosa</i> (L) C. F. Gaerth.....	17
2.4 Caracterização da espécie <i>Rhizophora mangle</i> L.....	18
2.5 Herbivoria.....	20
2.5.1 Herbívoros invertebrados.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 Inserção territorial da área de estudo.....	24
3.1.1 Área de estudo.....	25
3.1.2 Identificação botânica das espécies <i>C. erectus</i> , <i>L. racemosa</i> e <i>R. mangle</i>	26
3.2 Coletas de folhas das matrizes das espécies <i>C. erectus</i>, <i>L. racemosa</i> e <i>R. mangle</i>.....	26
3.3 Caracterização dos herbívoros responsáveis pelo tipo de dano na área foliar das espécies <i>C. erectus</i>, <i>L. racemosa</i> e <i>R. mangle</i>.....	29
3.4 Cálculo das taxas de herbivoria em folhas das espécies <i>C. erectus</i>, <i>L. racemosa</i> e <i>R. mangle</i>.....	31
3.5 Quantificação do índice de herbivoria em folhas das espécies <i>C. erectus</i>, <i>L. racemosa</i> e <i>R. mangle</i>.....	31
3.6 Levantamento de dados de precipitação pluvial para relacionar com as variáveis da pesquisa.....	31
3.7 Análise estatística.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1 Avaliação qualitativa da herbivoria em folhas das espécies <i>C. erectus</i>, <i>L. racemosa</i> e <i>R. mangle</i>.....	33
4.2 Avaliação quantitativa da herbivoria em folhas das espécies <i>C. erectus</i>, <i>L. racemosa</i> e <i>R. mangle</i>.....	35
4.2.1 Taxa de herbivoria e intensidade de herbivoria.....	38
5 CONCLUSÕES.....	44
REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

Os manguezais são caracterizados como ecossistemas costeiros de transição entre os ambientes terrestre e marinho que ocupam os litorais tropicais e subtropicais ocorrendo em regiões de estuários, baías e lagunas e são formados por espécies de árvores e arbustos sempre verdes, adaptadas à elevada salinidade, a inundação pelas marés e a baixos níveis de oxigênio e servem de abrigo e alimento para uma infinidade de organismos (QUERINO *et al.*, 2011).

Fatores abióticos como amplitude e frequência das inundações de marés, índice pluviométrico, temperatura, salinidade, dentre outros, são responsáveis por permitir e regular a existência dos mangues (NOVELLI *et al.*, 2015). No Brasil os manguezais cobrem uma área com cerca de 20.000 km² o que corresponde a cerca de 12% da totalidade das áreas em todo o mundo (SILVA *et al.*, 2006). No estado de Alagoas há 5.535,27 ha de mangue (55,3527 km²) (ICMBIO, 2018), com ocorrência ao longo de todas as áreas estuarinas, nos rios, canais e junto aos corpos de água das principais lagunas costeiras (CORREIA e SOVIERZOSKI, 2005).

As espécies vegetais de mangue protegem a linha da costa e as margens dos estuários contra a erosão e enchentes, diminuindo a força das águas, estabilizando a costa, assim como mantem o sustento do equilíbrio ecológico da cadeia alimentar (OLIVEIRA e CUNHA, 2007; PORTAL DE ECOLOGIA AQUÁTICA, 2021). No entanto, os manguezais estão sendo impactados severamente com a crescente urbanização (PINHEIRO e TALAMONI, 2018).

O complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba - CELMM é um dos ambientes mais representativos do Litoral Alagoano e apresenta um elevado valor socioeconômico para o estado de Alagoas, e se destaca por diversos fatores, como a extensão de suas lagunas, proximidade da capital (Maceió), número de pessoas envolvidas em atividades de pesca, produtividade e problemas ambientais e sociais, sendo considerado um dos mais importantes ecossistemas do Brasil (ARAÚJO e CALADO, 2008). O CELMM possui uma área total de 7.844 km² e é formado pelo rio Mundaú, o qual desagua na laguna Mundaú e pelo rio Paraíba do Meio e Sumaúma, os quais deságuam na laguna Manguaba, ocorrendo a interligação e convergência das lagunas em direção ao Oceano Atlântico (MMA, 2006). Segundo Medeiros (2019) na área estudada existe uma forte pressão ao ambiente por meio da modificação em sua estrutura por cultivo de espécies exóticas, desmatamento e construções mobiliárias.

Dentre as espécies arbóreas mais conhecidas no ecossistema mangue no Brasil destacam-se *Rhizophora mangle* L. (mangue vermelho), *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. ex Moldenke (siriúba ou mangue preto), *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. (mangue branco) (CORREIA e SOVIERZOSKI, 2005) e *Conocarpus erectus* L. (mangue botão). E o estudo das espécies vegetais *C. erectus*, *L. racemosa* e *R. mangle* é importante, por serem as mais abundantes e conhecidas nessa região, e por fornecerem sustento para inúmeras espécies de animais, organismos invertebrados e demais espécies vegetais.

O nível de interação entre os herbívoros e as plantas depende de como é o mecanismo de resposta da planta e dos herbívoros, ambos possuem papel importante na manutenção do ecossistema (ASCH e VISSER, 2007). Porém, segundo os autores, se o consumo pelos herbívoros ocorrer de forma demasiada, essa interação pode afetar negativamente o ciclo de vida da planta, seu crescimento e produtividade. A temperatura e umidade também afetam as plantas e os herbívoros, mas a maneira que cada nível trófico responde à sua variação pode ser diferente, quanto maior o ajuste entre o ciclo de vida do inseto e a fenologia da planta hospedeira, maior será o grau de sincronismo (ARAÚJO, 2013).

Diante deste contexto o problema da pesquisa foi investigar: 1) Quais tipos de herbívoros invertebrados atuam nas espécies *Conocarpus erectus* L., *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. e *Rhizophora mangle* L., em ambiente de mangue, em Marechal Deodoro, Alagoas? 2) Qual espécie apresenta maior taxa de herbivoria? Em relação ao primeiro questionamento a pergunta é exploratória, sem hipótese associada. Em resposta ao segundo questionamento foi elaborada a hipótese: a espécie que apresenta maior taxa de herbivoria é a *C. erectus*, pois durante visitas de campo se observou sinais aparentes de danos em suas folhas.

Objetivou-se investigar os herbívoros invertebrados que atuam nas espécies *Conocarpus erectus* L., *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. e *Rhizophora mangle* L., e a espécie que apresenta maior taxa de herbivoria, em ambiente de mangue, em Marechal Deodoro, Alagoas. Tendo como objetivos específicos: 1. Coletar as folhas das matrizes das espécies *Conocarpus erectus* L., *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. e *Rhizophora mangle* L.; 2. Caracterizar os herbívoros como mastigador, sugador, raspador e minador, responsáveis pelo tipo de dano na área foliar das espécies *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*; 3. Calcular as taxas de herbivoria das espécies estudadas; 4. Quantificar o índice de herbivoria; 5. Coletar dados de precipitação pluvial para relacionar com as variáveis da pesquisa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização do bioma Manguezal

A palavra mangue se refere a um aglomerado de árvores distintas que sobem de um emaranhado de raízes contorcidas, arbustos e espécies arbóreas que vivem ao longo das margens, rios e estuários nos trópicos e subtropicais. A grande maioria vivem em terra lamacenta, porém algumas crescem em areia, turfa e rocha de coral (MAGALHÃES, 2017).

As florestas de mangue (Figura 1) apresentam baixa diversidade florística se comparadas às florestas tropicais terrestres, isto se dá porque o ambiente oferece condições peculiares, como alta salinidade da água, baixa concentração de oxigênio do substrato lamoso e regime de inundações diárias, que permite o desenvolvimento de espécies com adaptações específicas ao meio (GOMES *et al.*, 2017).

Figura 1 - Vegetação de mangue (A, B e C) no Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba.

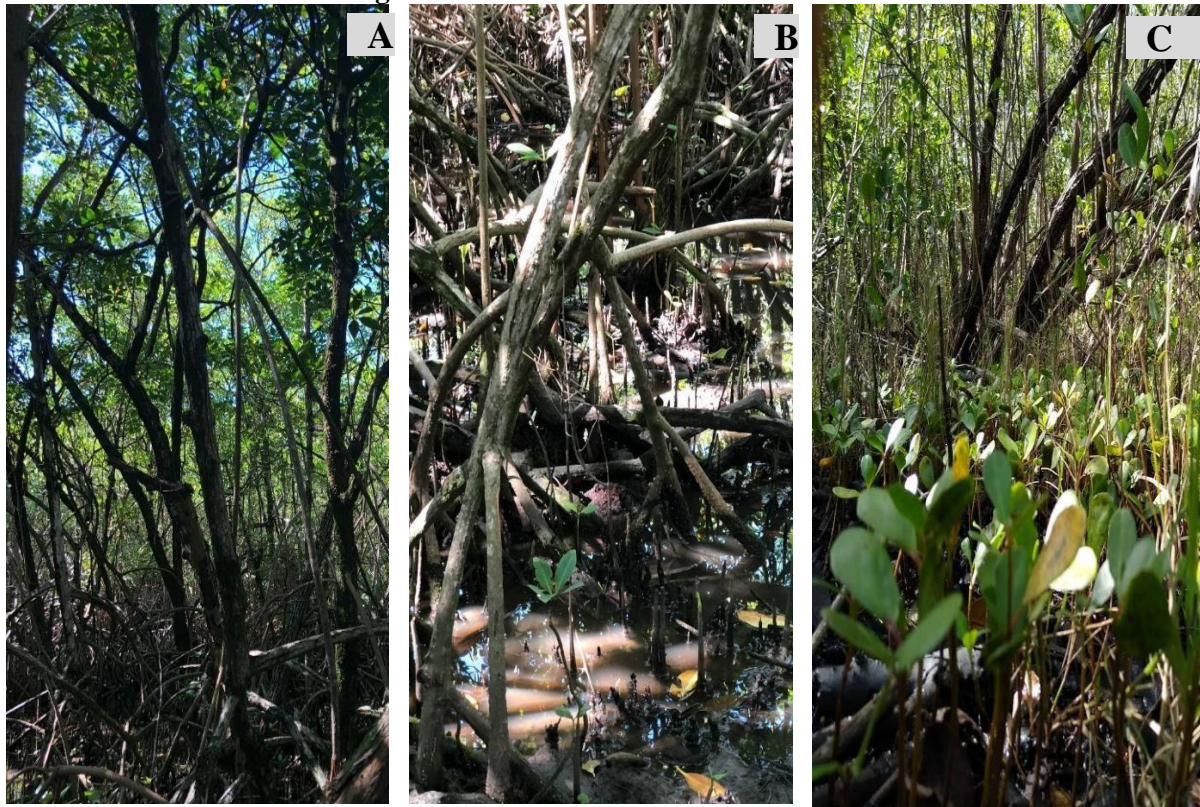


Foto: Amanda Silva de Medeiros, abr., 2019.

Existem algumas características dos solos de manguezais que são inerentes, como o alto teor de sais provenientes da água do mar, o hidromorfismo, geralmente não há diferenciação de horizontes, por possuir uma elevada presença de matéria orgânica e cor acinzentada,

proveniente do processo de gleização (SILVA *et al.*, 2019). O Tiomorfismo compreende a parte do domínio dos depósitos sedimentares, que engloba os aspectos marinhos, flúvio-marinhos e eólicos (EMBRAPA, 2018). Os solos são classificados em Gleissolos Tiomórficos e Organossolos Tiomórficos, apresentando pH menor que 3,5 após oxidado, possuindo como produto o ácido sulfúrico (FERREIRA, 2002).

Este bioma é encontrado em 105 países, sendo Indonésia, Brasil, Malásia e Papua-Nova Guiné que concentram 50% da área total de manguezal no mundo. Porém, a área total de manguezais vem diminuindo de 83.495 km² no ano 2000 para um total de 81.800 km², em 2017 (LACERDA e JAKOVAC, 2020).

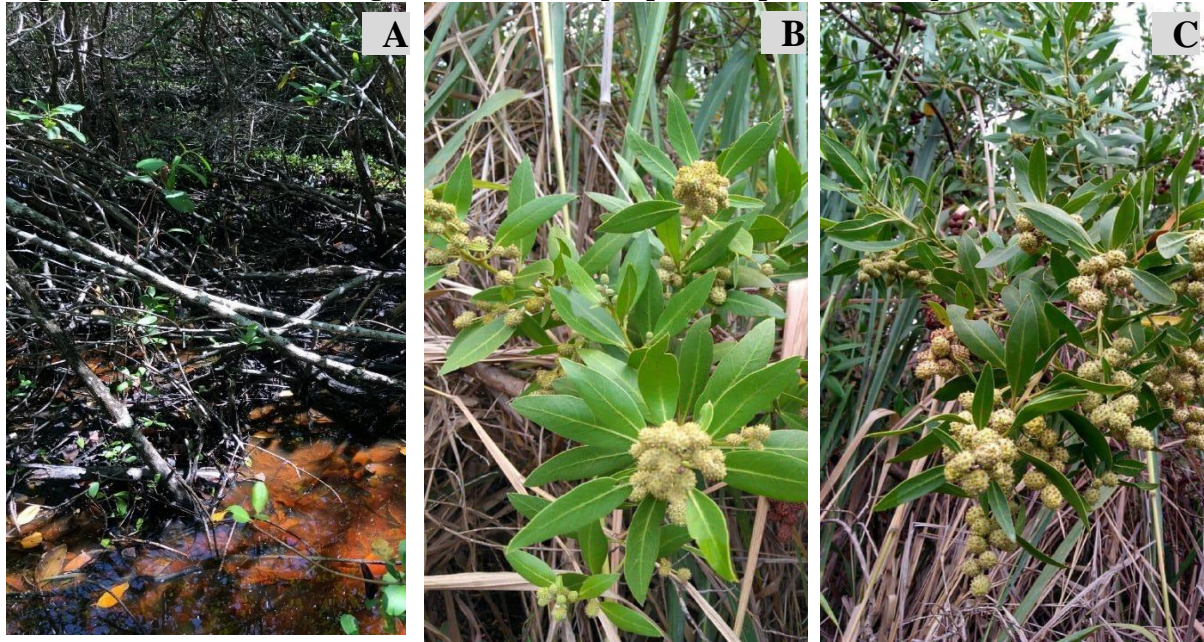
Embora o Brasil busque assegurar a conservação dos manguezais por meio de áreas protegidas, obstáculos institucionais e operacionais impedem a efetiva proteção desse ecossistema (BRASIL, 2018). Ainda segundo o autor, essas barreiras se traduzem na perda de habitats e na diminuição da oferta de recursos dos quais muitas comunidades locais e setores dependem. Assim, os manguezais são vulneráveis a uma série de ameaças antropogênicas, com o crescente desmatamento, cultivo agrícola, construção civil (CIPRIANO *et al.*, 2019).

O corte da vegetação de mangue além de destruir a flora, expõe o solo ao sol, provocando a evaporação mais rápida da água e, conseqüentemente, a salinização do substrato, resultando na morte do próprio mangue restante, bem como de caranguejos e mariscos, o que afeta a produtividade e a pesca de caranguejos, camarões e peixes (ALVES, 2001).

2.2 Caracterização da espécie *Conocarpus erectus* L.

A espécie *Conocarpus erectus* (Figura 2) é uma árvore perene da família Combretaceae, crescente em linhas costeiras das regiões tropicais e subtropicais, abundante na paisagem dos manguezais. É conhecida popularmente como mangue de botão, é uma árvore que chega a 6 m de altura com coroa de espalhamento, casca cinzenta ou castanha, folhas verdes e flores esverdeadas em densas cabeças, semelhantes a cone em panículas terminais (NASCIMENTO, 2017). Segundo Von Linsingen (2009), a espécie *C. erectus* também chamada de mangue-de-bola, mangue-de-bolota, mangue-ratinho, genipapinho e mangue-saragoça é uma espécie intolerante à sombra e boa competidora nos processos de sucessão ecológica.

Figura 2 - Vegetação de mangue (A) com destaque para a espécie *Conocarpus erectus* (B e C).



Fotos: Mayara Andrade Souza, abr., 2019.

É considerada uma espécie como um mangue associado, pois, ao contrário das outras espécies de mangue, pode crescer fora dos manguezais e não possui adaptações específicas ao ambiente de mangue como raízes aéreas e viviparidade (NETTEL *et al.*, 2008.). Apresenta crescimento razoavelmente rápido, e pode sobreviver aos níveis elevados da salinidade (DIAS, 2017). Ainda segundo o autor, é plantada extensamente como uma planta ornamental e cultivadas como bonsai.

A família Combretaceae que floresce entre agosto e setembro e frutifica entre novembro a dezembro possui inúmeras espécies utilizadas na medicina popular no tratamento de várias doenças como: anemia, catarro, conjuntivite, gonorreia, diabetes, feridas, hemorroidas, diarreia, febre, dor de cabeça, sangramento, tumores e orquite (RODRIGUES, 2018). A madeira é utilizada para construção de cercas, construção de barcos, lenha e paisagismo (CARNEIRO *et al.*, 2010).

2.3 Caracterização da espécie *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaerth

A espécie *Laguncularia racemosa* ou mangue branco (Figura 3) como é popularmente conhecido. É uma árvore com aproximadamente 10 m de altura, copa pouco densa com ramificação horizontal (SILVA *et al.*, 2013). Ainda conforme os autores, essa espécie apresenta raízes respiratórias chamadas de pneumatóforos, tronco reto, com casca morta com textura

grossa e com estrias de cor acinzentada, sem cheiro, com exsudação que na presença de ar apresenta coloração marrom claro.

Figura 3 - Vegetação de mangue (A) com destaque para a espécie *Laguncularia racemosa* (B e C).



Fotos: Mayara Andrade Souza, abr., 2019.

Apresentam folhas com comprimento de 1 a 2 cm, com hastes vermelhas e duas glândulas em ambos os lados, suas flores são pequenas e numerosas, de cor cinza esbranquiçada, e o fruto é pequeno (SOARES, 2017). De acordo com o autor, seu sistema de raízes é superficial, e as vezes se projetam do solo e estão localizadas perto do tronco.

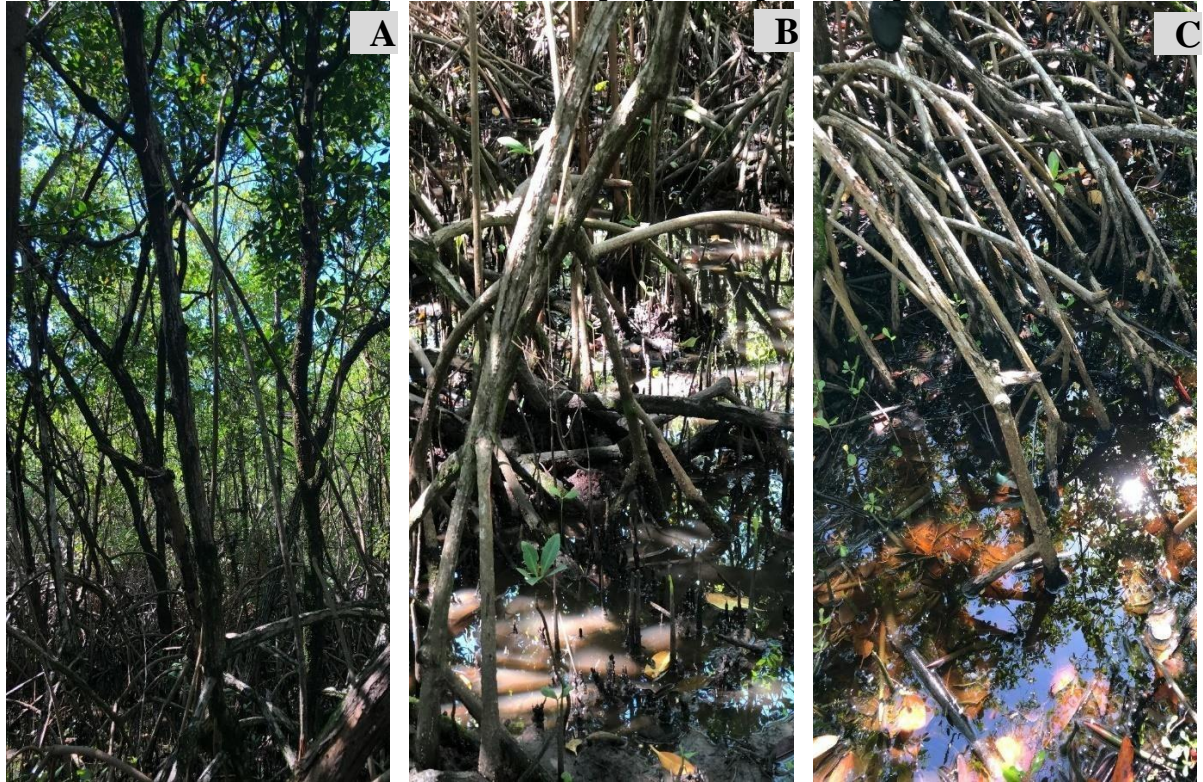
A madeira é utilizada para energia (lenha) e pequenas construções de pesca como cercos (BATISTA, 2011). Ainda segundo o autor, a casca e folhas podem ser usadas para se extrair o tanino e para fins medicinais.

2.4 Caracterização da espécie *Rhizophora mangle* L.

Rhizophora mangle o nome deriva de “rhizo”, que significa raiz, e “phora” que significa portador; “mangle” nome dado pelos indígenas das tribos Arawak (BRASIL, 2018). A *R. mangle*, possui uma estrutura radicular específica para a sustentação, são diversos ramos que surgem do caule e se projetam em várias direções sentido ao solo, dividindo-se progressivamente, até chegar ao solo (PRADO *et al.*, 2013). Essa estrutura é denominada raiz

escora, e dá suporte mecânico a planta no solo instável no manguezal. *R. mangle*, ocorre em todas as zonas de um manguezal, desde a área mais inundada a menos inundada (RODRÍGUEZ-ZÚÑIGA *et al.*, 2015).

Figura 4 - Vegetação de mangue (A) com destaque para a espécie *Rhizophora mangle* L. (B e C).



Fotos: Amanda Silva de Medeiros, abr., 2019.

A espécie *R. mangle* é conhecida popularmente como “mangue vermelho”, “candapuva”, “guaraparaiba”, “mangue Garoibeira”, “mangue espeto”, “mangue sapateiro” e “mangue verdadeiro” principalmente no Nordeste do Brasil (SILVA *et al.*, 2013), pode ser encontrada em todo litoral brasileiro e de outros países como México, África, Antilhas e Ilha do Pacífico (FRUEHAUF, 2005).

As espécies de gênero *Rhizophora* são conhecidas por suas várias propriedades medicinais de seus taninos (SILVA *et al.*, 2019). A *R. mangle* é uma destas de grande importância econômica como fornecedora de taninos extraídos das cascas, sendo muito utilizada como adstringentes de uso industrial (FRUEHAUF, 2005). Outras espécies do gênero como *Rhizophora apiculata* e *Rhizophora stylosa* possuem atividades antioxidantes (CARDOSO *et al.*, 2015).

2.5 Herbivoria

As plantas são submetidas a diferentes níveis de herbivoria e seus efeitos dependem da resposta da planta ao ataque, sejam defesa física, química, biológicas, ou até mesmo, sendo tolerantes a herbivoria (SILVA, 2019). Cada espécie vegetal possui características morfológicas como espinhos e cutícula espessa e, principalmente químicas, como nutrientes e metabólitos secundários, que minimizam a herbivoria e definem as relações entre os herbívoros (FUTUYAMA e AGRAWAL, 2009).

As plantas que produzem folhas quando a abundância de insetos é baixa conseguem escapar temporariamente da herbivoria, enquanto as que produzem folhas ao mesmo tempo em que o nível de abundância é elevado são mais suscetíveis aos herbívoros (FORKNER, 2008).

Segundo Soares (2002) a presença dos compostos fenólicos em plantas contribui com os processos responsáveis pela cor, adstringência e aroma, essas características fazem com que a espécie seja mais atrativa aos herbívoros.

Os organismos invertebrados segundo Borges *et al.* (2016) desempenham um papel importante nos ecossistemas, já que apresentam hábitos, organização e características próprias que auxiliam na manutenção da estabilidade no ambiente. Apresentam hábitos herbívoros pelo menos em uma fase do seu ciclo de vida, desempenham um importante papel ecológico, permite sua utilização como indicadores biológicos atuando como predadores, parasitas, polinizadores, fitófagos (LIMA *et al.*, 2020).

Os herbívoros são divididos em quatro categorias: os predadores de sementes ou granívoros, que consomem sementes ou grãos; pastadores são herbívoros que consomem gramíneas e outras plantas de pequeno porte; os frugívoros, consomem os frutos, algumas vezes sem causar danos às sementes e os folívoros, consomem folhas de árvores e arbustos (SILVA, 2019).

A perda da área foliar tem efeitos negativos sobre as plantas segundo afirma Araujo (2013), já que afeta direta ou indiretamente a sua adaptabilidade e as altas taxas de consumo de tecidos vegetais por organismos invertebrados e por outros herbívoros, podendo alterar o crescimento vegetal, reprodução e sobrevivência. De forma complementar, Schoonhoven *et al.* (2005) mencionam que a relação entre herbívoro e planta, pode afetar o crescimento, formas de sobrevivência e produtividade das plantas, diminuindo a acumulação de energia que, muitas

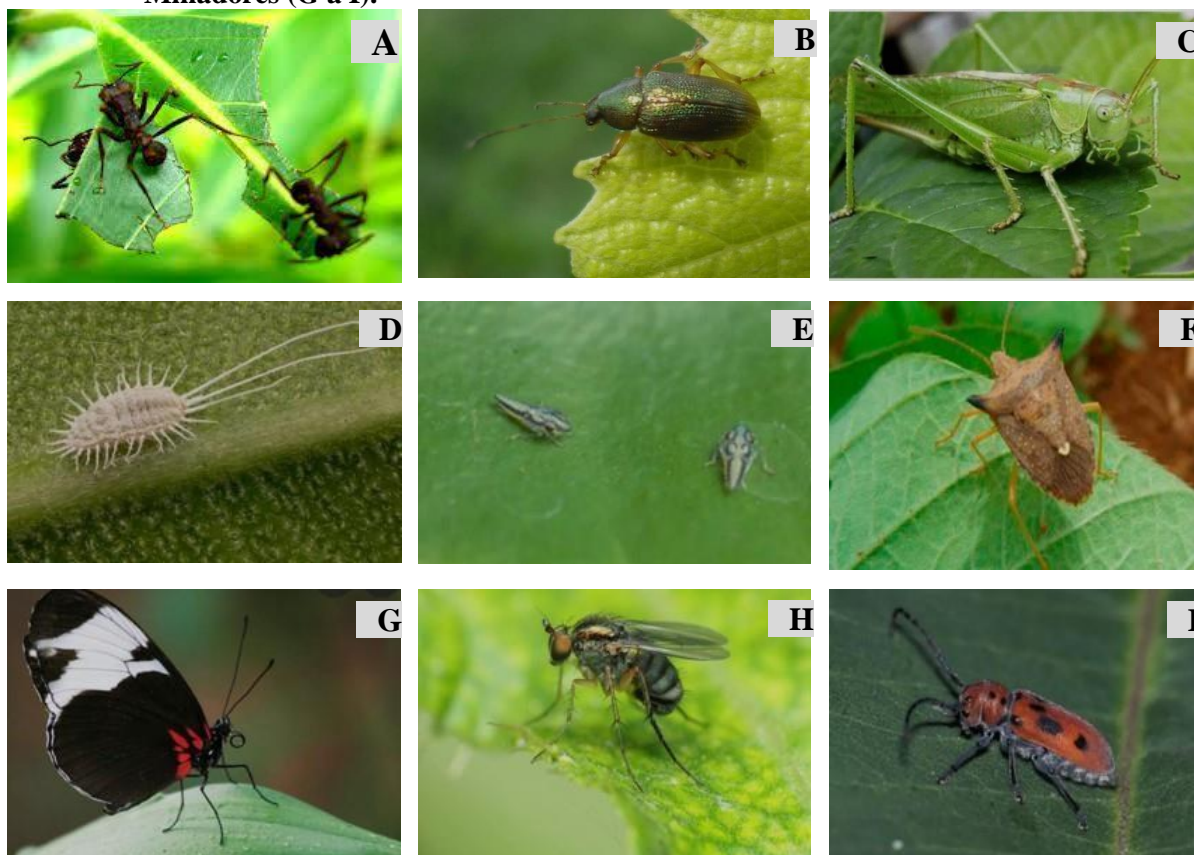
vezes, influencia a floração, polinização e produção de sementes (QUESADA *et al.*, 1995), podendo comprometer seu sucesso reprodutivo.

Os efeitos da herbivoria sobre a planta de acordo com Gurevitch *et al.* (2009) dependem de quais partes são consumidas, já que a remoção ou dano as raízes pode impedir a captura de água e nutrientes minerais do solo, bem como torná-las vulneráveis a tombamento por vento, alagamento ou erosão do solo; o consumo de caule e ramos pode alterar as relações competitivas entre plantas vizinhas; o consumo de flores, frutos e sementes pode reduzir a contribuição potencial da planta para a próxima geração; o consumo de folhas reduz a área de superfície fotossintética, enquanto que a retirada da seiva do floema pode reduzir a energia e os materiais disponíveis para o crescimento e reprodução.

2.5.1 Herbívoros invertebrados

Os herbívoros que consomem as folhas são divididos em: mastigadores, sugadores, minadores e raspadores (SHOWALTER, 2011). Os herbívoros mastigadores (Figura 5A a 5C), são aqueles que retiram parte do material vegetal da folha, há como por exemplo às ordens Hymenoptera, Coleoptera e Orthoptera; os sugadores (Figura 5D a 5F), perfuram as folhas para utilizar os fotosassimilados transportados pelo floema, como Coccoidea, Hemiptera e Heteroptera; os minadores (Figura 5G a 5I) residem sobre a epiderme da folha como as espécies Lepidoptera, Diptera e Coleoptera. Já os raspadores se alimentam da epiderme das folhas (SILVA, 2017).

Figura 5 - Exemplos de herbívoros invertebrados Mastigadores (A a C), Sugadores (D a F) e Minadores (G a I).



Fonte: Sitio da Mata (2019) (A), Perito animal (2019) (B), Cultura mix (2014) (C), Casa um como (2020) (D), Agrimar (2021) (E), O presente rural (2020) (F), Mundo ecologia (2019) (G), Portal dos animais (2019) (H), Greelane (2019) (I).

Os mastigadores e sugadores são herbívoros de vida livre ou exofíticos, sendo que os mastigadores possuem aparelho bucal adaptador para cortar, recortar, triturar, roer e perfurar o tecido vegetal (IMENES e IDE, 2002) e assim consomem partes de tecidos de raízes, caules, folhas, flores e frutos (CARNEIRO *et al.*, 2009). Como insetos mastigadores há como exemplo às ordens Orthoptera (grilos, gafanhotos), Coleoptera (besouros), Hymenoptera (abelhas, vespas, formigas), Lepidoptera (lagartas, mariposas, borboletas), Thysanura (traças) e Diptera (moscas) (IMENES e IDE, 2002).

A alimentação dos insetos sugadores é considerada um tipo de alimentação inconspícua, quase impossível de ser vista comparada aos insetos mastigadores, pois não envolve nenhum tipo de estímulo visual, isto é, ocorre através da sucção da seiva elaborada, diretamente do floema (ESPOLADOR e RAGA, 2016). Ainda segundo os autores essa ação pode provocar danos direto resultando no retardamento do crescimento geral da planta e dano indireto através da transmissão de viroses ou injeção de saliva tóxica.

A maior parte insetos fitófagos, a exemplo dos sugadores depende, para viver, de substâncias solúveis, como aminoácidos livres e açúcares redutores (OLIVEIRA *et al.*; 2009). Ainda segundo os autores, as espécies de Hemiptera-Aphedoidea (pulgões), Hemiptera-Coccoidea (cochonilhas), Hemiptera (cigarrinhas), Hemiptera-Aleyrodoidea (mosca branca), Hemiptera (cigarras), Thysanoptera (tripes) e outros insetos sugadores e raspadores, possuem um organismo simples, e aparelho digestivo com baixa capacidade de digestão, dependem de aminoácidos livres existentes na seiva das plantas ou no suco celular.

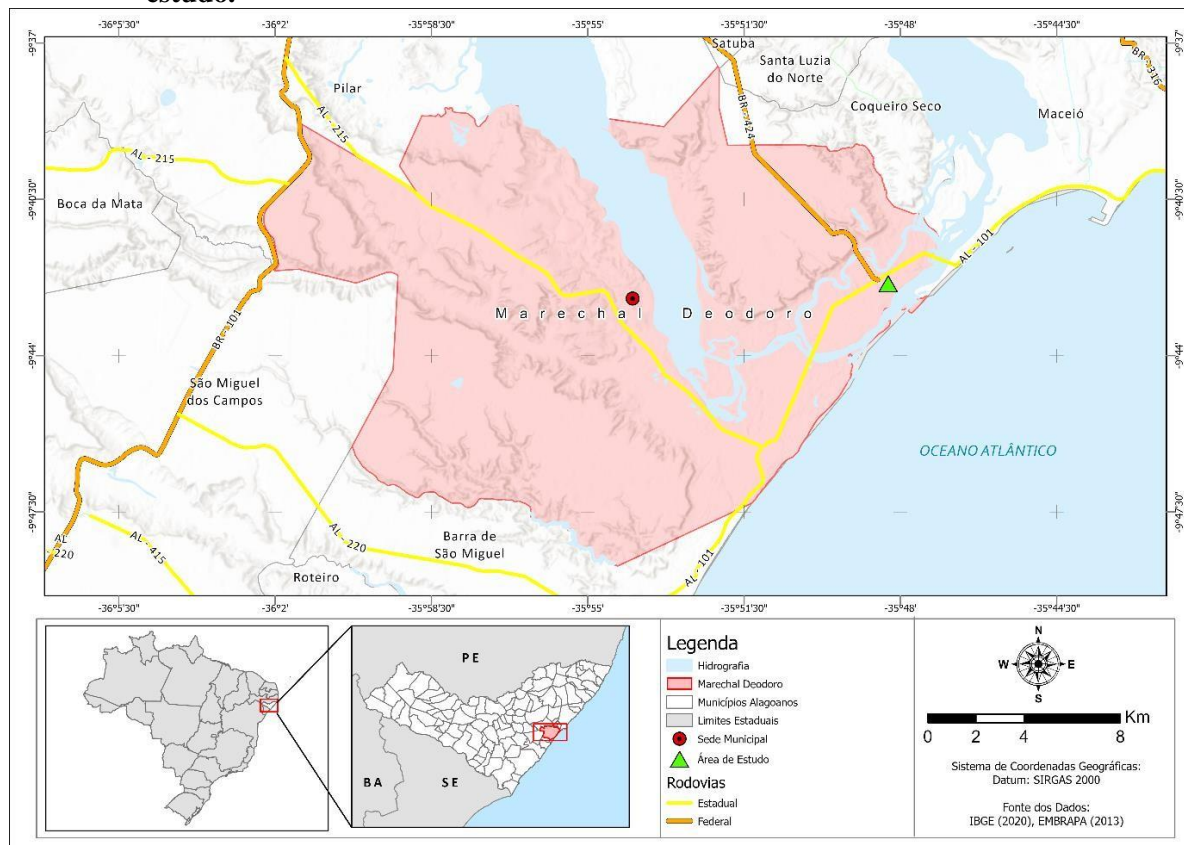
Os minadores são herbívoros endofíticos (SILVA, 2014), que habitam, pelo menos um período do seu ciclo vital, no interior de um vegetal (AZEVEDO *et al.*, 2008). Constroem túneis nas partes vegetais das quais se alimentam e têm preferência por regiões no vegetal que são ricas em nutrientes (HENNING *et al.*, 2010). Como exemplo de insetos minadores tem-se Coleoptera, Lepidoptera, Diptera e Hymenoptera, são herbívoros especializados em se alimentar do tecido interno da folha (GILLOT, 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Inserção territorial da área de estudo

O município Marechal Deodoro (Figura 6) está localizado na região sudeste do Estado de Alagoas, nas coordenadas geográficas: 9°42'37" S e 35°53'42" W. Limitando-se a norte com os municípios Pilar, Cajueiro, Santa Luzia do Norte e Satuba, a sul com Barra de São Miguel, a Leste com o Oceano Atlântico e a Oeste com São Miguel dos Campos e Pilar. A área municipal ocupa 361,85 km², inserida na Mesorregião do Leste Alagoano e Microrregião de Maceió (IBGE, 2017).

Figura 6 - Localização do município Marechal Deodoro, Alagoas, com ênfase para a área de estudo.



Fonte: IBGE (2020); IMA (2015).

Elaboração: José Ferreira dos Santos Junior, nov., 2021.

O relevo de Marechal Deodoro faz parte da unidade dos Tabuleiros Costeiros, Planícies Costeiras, com costa de até 5 m e as Planícies Flúvio-marinhas. A unidade dos Tabuleiros Costeiros acompanha o litoral de todo o Nordeste, apresenta altitude média de 50 a 100 m. Compreende platôs de origem sedimentar, que apresentam grau de entalhamento variável, ora

com vales estreitos e encostas abruptas, ora abertos com encostas suaves e fundos com amplas várzeas (EMBRAPA, 2012).

Os solos mais representativos no local têm sua ocorrência relacionada às unidades geomorfológicas que integram as regiões da Planície Litorânea e dos Tabuleiros Costeiros. Os solos dessa unidade são do tipo Latossolos Amarelos, Argissolos Amarelos e Organossolos - do tipo solos de mangue (EMBRAPA, 2018).

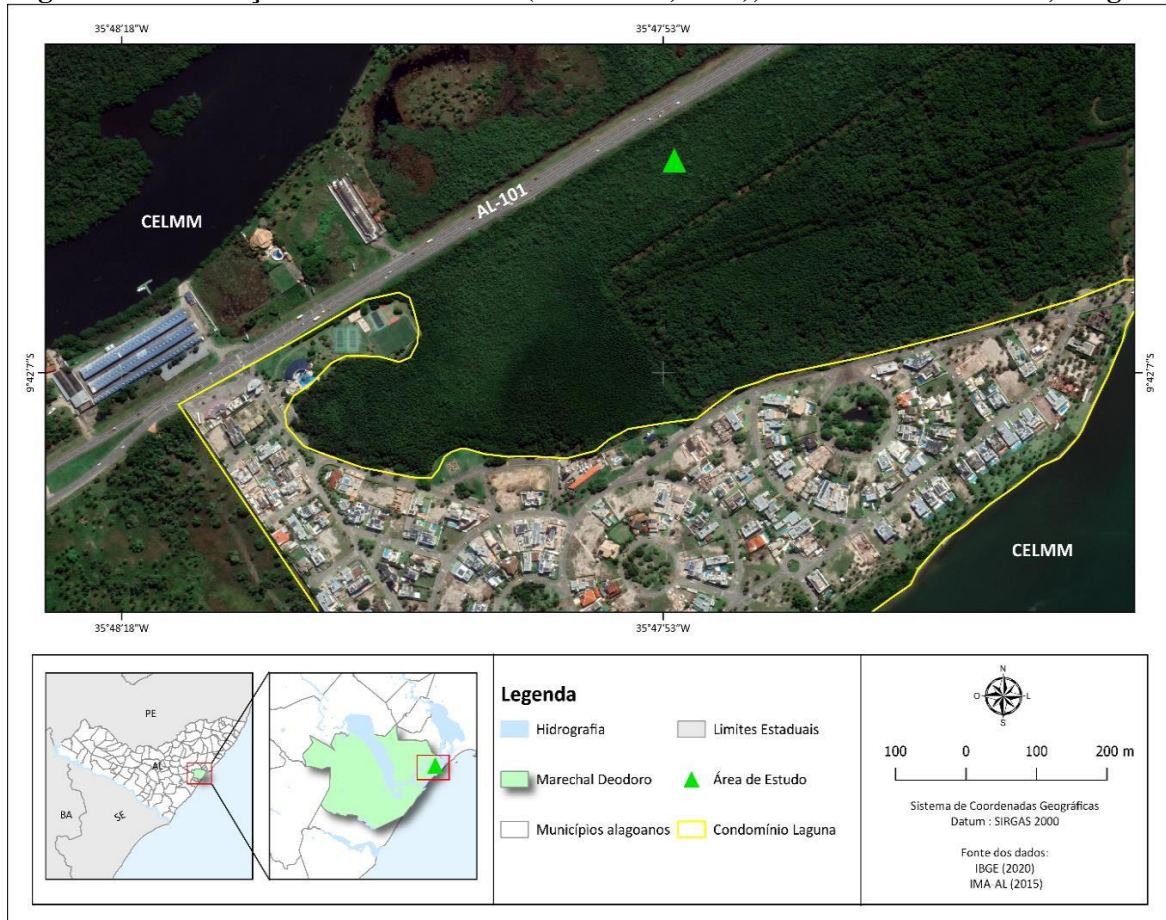
No município há o domínio do tipo climático As'- Tropical chuvoso, de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura média variando entre 23 e 28 °C, precipitação pluvial oscilando entre 1.000 e 1.500 mm/ano e com média anual da umidade do ar correspondente a 70% (EMBRAPA, 2012).

A vegetação predominante no município é do tipo Floresta Subperenifólia, dentre as espécies destaca-se: *Sloanea obtusifolia* (Moric.) Schum. (marmajuda), *Byrsonima sericea* DC. (murici-da-mata), *Gallezia gorazema* Moq. (pau-d'alho), *Parkia pendula* Benth. (visgueiro), dentre outras (EMBRAPA, 2012). Também são encontradas a Floresta Perenifólia de Mangue que é aquela cujos vegetais não perdem as folhas durante o período de estio, entre as espécies destacam-se *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* e *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm.

3.1.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada na área experimental de mangue conservado, coordenadas geográficas 9°41'56,55" S e 35°47'52,13" W (Figura 7), localizada no bairro Barra Nova as margens da Rodovia Dr. Ib Gatto Marinho Falcão (AL-101 Sul), no Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba (CELMM). A área de estudo é caracterizada pela presença de vegetação nativa, entretanto há trechos em que a área se encontra vulnerável a ação antrópica, notadamente em decorrência da especulação imobiliária.

Figura 7 - Localização da área de estudo (CELLMM, 2021), em Marechal Deodoro, Alagoas.



Fonte: IBGE (2020); IMA (2015).

Elaboração: José Ferreira dos Santos Junior, nov., 2021.

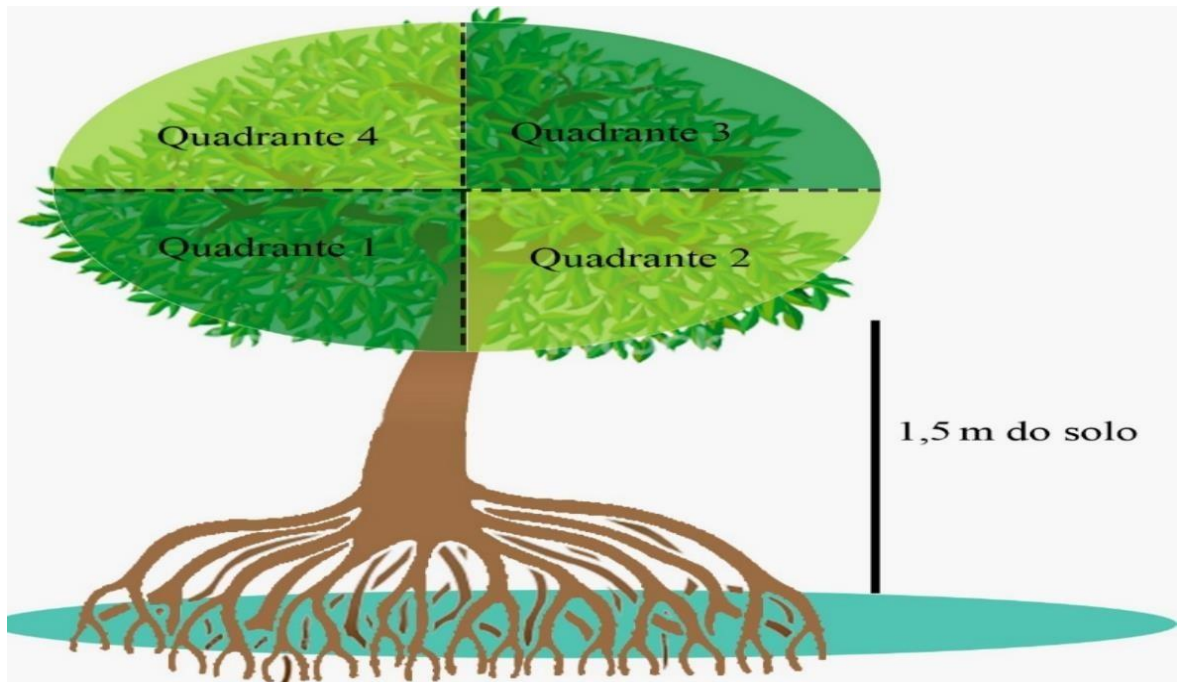
3.1.2 Identificação botânica das espécies *C. erectus*, *L. racemosa* e *R. mangle*

Foram coletadas amostras aleatórias do material vegetal das espécies *C. erectus* (Reg. MAC 64990), *L. racemosa* (Reg. MAC 64988) e *R. mangle* (Reg. MAC 64989), como: galho/ramo com folhas e flores, as quais foram encaminhadas ao Herbário MAC do Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas, para identificação botânica.

3.2 Coletas de folhas das matrizes das espécies *C. erectus*, *L. racemosa* e *R. mangle*

Foram coletados na altura de 1,5 m do solo (Figura 8) galhos com folhas (Figura 9A) de quatro matrizes das espécies *C. erectus*, *L. racemosa* e *R. mangle*, nos meses abril, maio e junho de 2019, que foram acondicionados em sacos plásticos identificados (Figura 9B) e levadas ao LABESA/IGDEMA/UFAL.

Figura 8 - Vista da planta amostrada com altura de 1,5 m.



Elaboração: Felipe Modesto de Souza Silva, dez., 2021.

Figura 9 - Coletas de galhos com folhas na matriz das espécies *Conocarpus erectus* L., *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaerth e *Rhizophora mangle* L. em campo (A e B).



Fotos: Mayara Andrade Souza, Kallianna Dantas Araujo, abr., 2019.

Em laboratório as folhas foram destacadas dos galhos e armazenadas em sacolas plásticas, separadas por espécies e por matrizes (Figuras 10A a 10C) e em seguida foi realizado o sorteio de 10 folhas de cada matriz e de cada espécie, totalizando 120 folhas. Em seguida, foram digitalizadas na Impressora Multifuncional HP (Figuras 11A e 11B) 10 folhas por vez, de cada matriz correspondentes as três espécies.

Figura 10 - Armazenamento dos exemplares (galhos com folhas) coletados nas matrizes das espécies *Conocarpus erectus* L. (A), *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaerth (B) e *Rhizophora mangle* L. (C).



Fotos: Thamirys Modesto Souza Silva, abr., 2019.

Figura 11 - Digitalização das folhas na Impressora Multifuncional HP (A) e folhas digitalizadas (B) das espécies *Conocarpus erectus* L., *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaerth e *Rhizophora mangle* L.



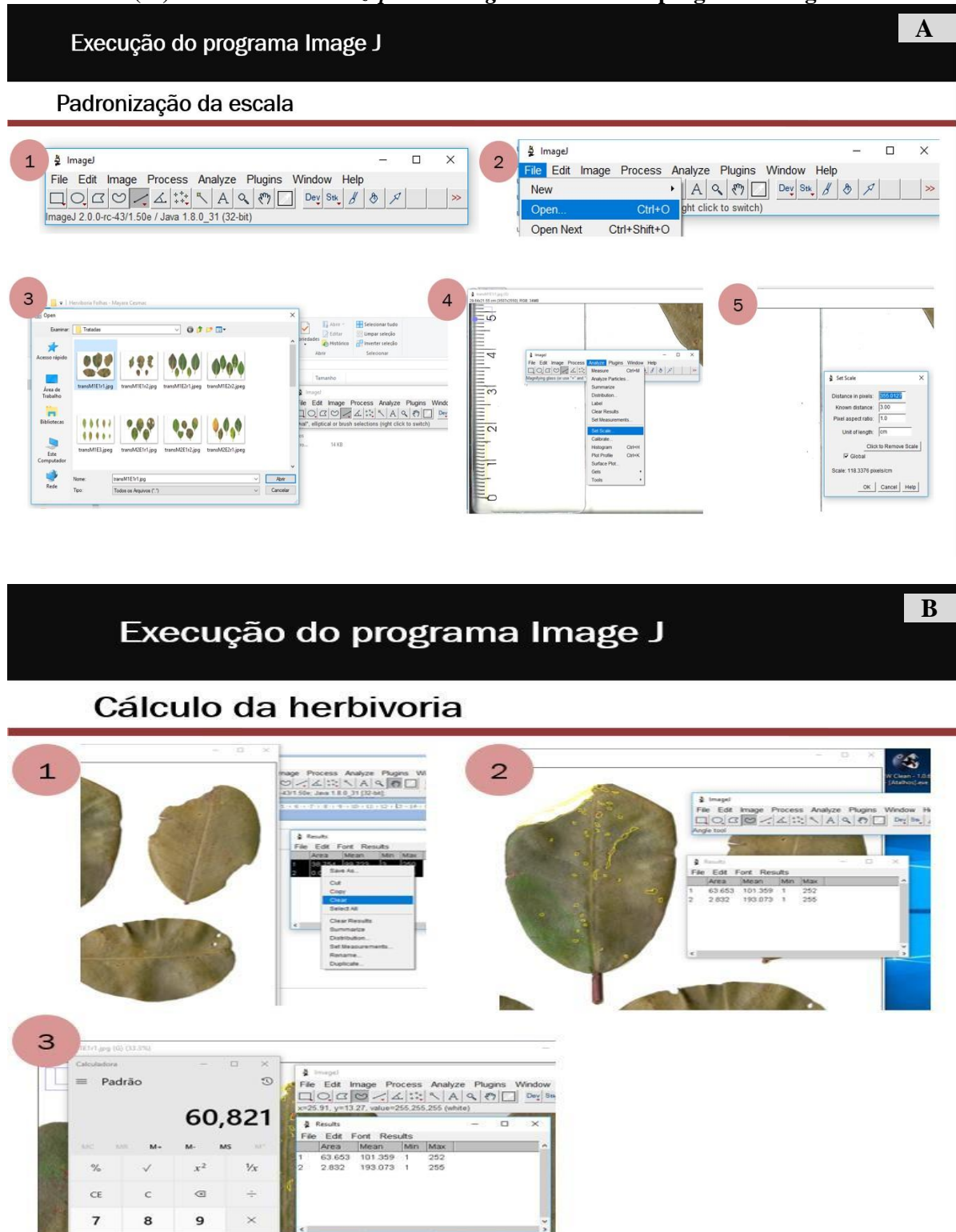
Fotos: Thamirys Modesto Souza Silva, abr., 2019.

3.3 Caracterização dos herbívoros responsáveis pelo tipo de dano na área foliar das espécies *C. erectus*, *L. racemosa* e *R. mangle*

A identificação dos herbívoros invertebrados foi feita no Laboratório de Ecogeografia e Sustentabilidade Ambiental (LabESA/IGDEMA) por meio de uma avaliação onde se observou através do programa ImageJ, que é um software para processamento e análise de imagens, o tipo de dano foliar causado pelos herbívoros caracterizados como mastigadores, sugadores minadores e raspadores. O herbívoro do tipo mastigador é o que corta/retira parte do material vegetal, o herbívoro sugador faz a sucção da seiva elaborada, o minador-reside-sobre a epiderme da folha e raspador-se alimenta da epiderme das folhas (SILVA, 2019).

Após realizada a digitalização das folhas de cada espécie foi feita a padronização de cada imagem, salvando-a no formato JPG (Figura 12A). O processo de análise no programa ImageJ, foi feito por meio da escolha da imagem e em seguida a seleção da área foliar. Posteriormente, selecionou-se a função Analyse e na sequência a função Menusue, para obtenção do valor da área foliar, tendo sido excluída na contagem a parte consumida pelos herbívoros (Figura 12A). Para a obtenção do valor da área restante, subtraiu-se do valor da área 1 (área foliar) o valor da área 2 (área com mancha/consumida), obtendo dessa forma, o valor da área restante. Um exemplo pode ser observado na figura 12B, onde subtraiu-se do valor da área foliar, o valor da área consumida ($63,653 - 2,832 = 60,821$). Quando as folhas apresentavam manchas ou encontravam-se com alguma parte consumida por herbívoros, calculou-se o valor da área foliar consumida (AFC) somando-se com o valor da área restante (AFR), obtendo-se assim o valor total (Valor Total = AFC+AFR).

Figura 12 - Tratamento das folhas das espécies *Conocarpus erectus* L., *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaerth e *Rhizophora mangle* L. através do programa ImageJ.



Fotos: Élide Monique da Costa Santos, 2019.

3.4 Cálculo do índice de herbivoria e sua classificação em folhas das espécies *C. erectus*, *L. racemosa* e *R. mangle*

A intensidade da área foliar consumida foi classificada em seis classes e/ou categorias: 0 (0% da AFC), 1 (0,1-6%), 2 (6,1-12%), 3 (12,1-25%), 4 (25,1-50%) e 5 (50,1-100%) (DIRZO e DOMINGUES, 1995), calculada a partir da equação:

$$IH = (\sum ni \cdot i) / N.$$

Em que:

IH = Índice de herbivoria;

Ni = Corresponde ao número de folhas na categoria i;

I = Corresponde à categoria de área foliar consumida;

N = Corresponde ao número total de folhas daquela espécie.

3.5 Avaliação quali-quantitativa da herbivoria em folhas das espécies *C. erectus*, *L. racemosa* e *R. mangle*

A quantificação do índice de herbivoria das espécies *C. erectus*, *L. racemosa* e *R. mangle* foi realizada de forma qualitativa e quantitativa. A avaliação qualitativa foi realizada de forma visual, por meio da identificação dos herbívoros, de acordo com o tipo de dano na área foliar, classificados em: mastigador, sugador, minador e raspador.

Na avaliação quantitativa foi calculada a taxa de herbivoria, que é definida através do consumo de toda a planta ou parte dela, identificando o percentual de intensidade do dano que pode variar de 0 a 5, onde 0 significa baixa herbivoria na área foliar e 5 significa alta herbivoria nas folhas, apresentando mais que 50% da sua área foliar consumida, segundo Dirzo e Domingues (1995). Foi utilizado o programa ImageJ, (RASBAND, 1997), seguindo a equação:

$$\text{Herbivoria (\%)} \text{ folha} = (\text{área removida} / \text{área total}) \times 100$$

3.6 Levantamento de dados de precipitação pluvial para relacionar com as variáveis da pesquisa

Foram levantados dados mensais de precipitação pluvial da Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH), referentes aos meses abril, maio e junho de 2019 para relacionar com as variáveis da pesquisa (SEMARH, 2021).

3.7 Análise estatística

Os dados da pesquisa referentes a precipitação pluvial (somatório), taxa de herbivoria e intensidade da herbivoria (média) foram avaliados por meio de estatística descritiva, com o auxílio do programa Excel versão 2016.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

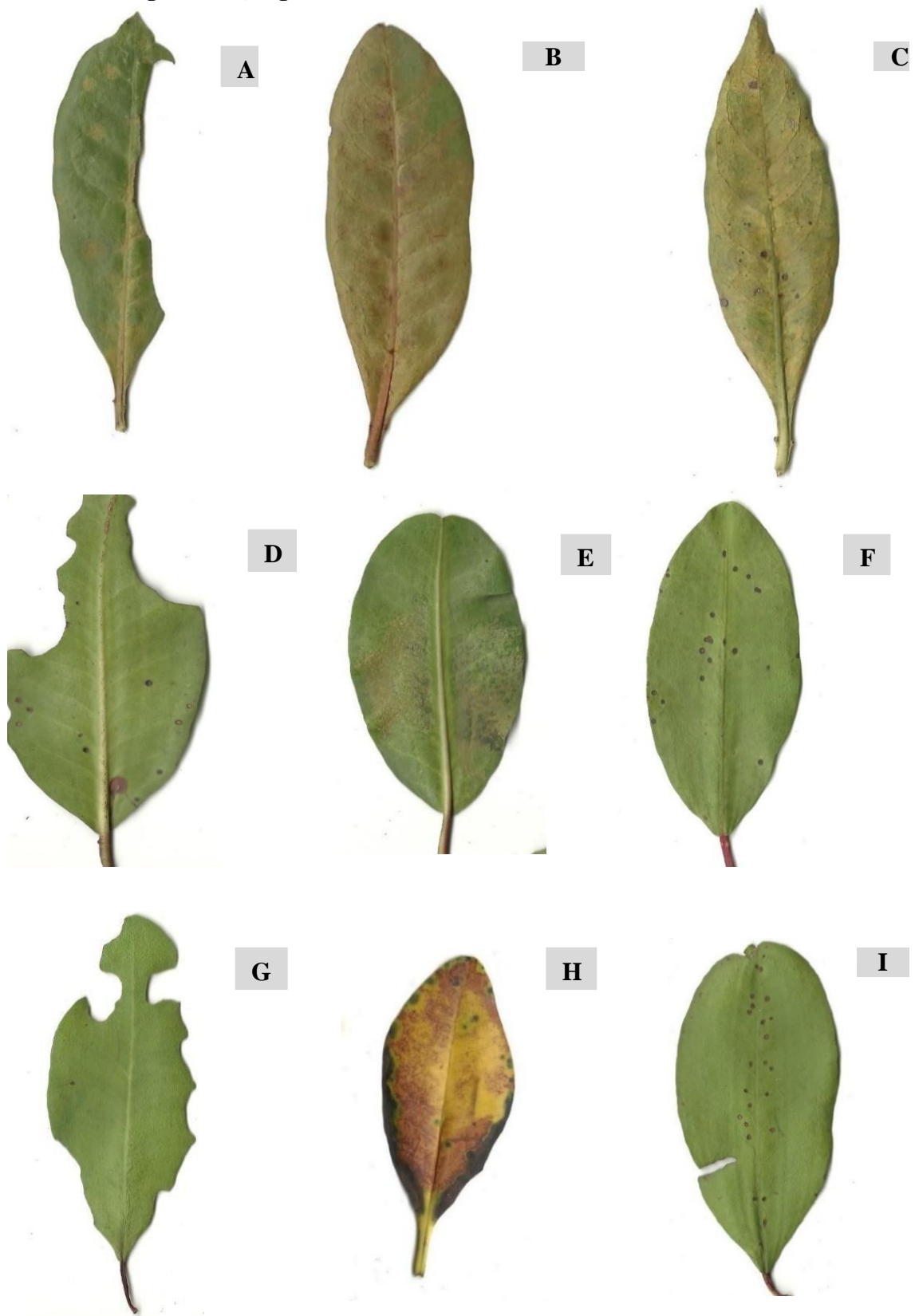
4.1 Avaliação qualitativa da herbivoria em folhas das espécies *C. erectus*, *L. racemosa* e *R. mangle*

Na avaliação qualitativa foram identificados nas folhas das matrizes das espécies *C. erectus* (Figuras 13A a 13C), *L. racemosa* (Figuras 13D a 13F) e *R. mangle* (Figuras 13G a 13I), os tipos de dano foliar causado por herbívoros invertebrados caracterizados como: mastigador (aquele que corta/retira parte do material vegetal) (Figuras 13A, 13D, 13G), sugador (que faz sucção da seiva elaborada) (Figuras 13B, 13E, 13H) e minador (que se alimenta da epiderme da folha e reside nela) (Figuras 13C, 13F, 13I). Os herbívoros do tipo raspador não foram registrados em nenhuma das matrizes das espécies estudadas.

Segundo Picanço (2010) os danos causados pelos insetos mastigadores podem ser observados por meio das bordas das folhas irregulares ou falhadas, folhas esqueléticas e galerias das folhas, causando lesões em órgãos subterrâneos, roletamento de plantas, broqueamento (confecção de galerias no interior de órgãos subterrâneos, caule, frutos e grãos), surgimento de galhas, vetores de doenças, desfolha, confecção de minas que são galerias surgidas nas folhas devido a destruição do mesófilo foliar.

Insetos mastigadores apresentam, como característica de seu aparelho bucal, as mandíbulas especializadas em cortar, recortar, triturar, roer e perfurar o tecido vegetal que utilizam para sua alimentação (IMENES e IDE, 2002). Já os insetos sugadores segundo os autores, possuem o aparelho bucal especializado em sugar a seiva vegetal, na forma de uma estrutura alongada denominada rostro, semelhante a um bico, contendo estiletos perfurantes no seu interior. E os herbívoros minadores são considerados insetos-praga já que atacam folhas jovens, causando problemas no seu desenvolvimento natural, como o secamento das folhas, o que impede a realização de fotossíntese e, conseqüentemente, diminui a produção de flores e frutos (SANTOS, 2021). Ainda segundo o autor, outro problema é que as minas facilitam a entrada de bactérias na planta, que prejudicam o seu crescimento.

Figura 13 - Folhas das espécies *Conocarpus erectus* (A, B, C), *Laguncularia racemosa* (D, E, F) e *Rhizophora mangle* consumidas por herbívoros invertebrados do tipo: mastigador (G), sugador (H) e minador (I).



Fotos: Thamirys Modesto Souza Silva, abr., 2019.

4.2 Avaliação quantitativa da herbivoria em folhas das espécies *C. erectus*, *L. racemosa* e *R. mangle*

Nas quatro matrizes de *C. erectus* (Gráfico 1A) do mês de abril/2019 os herbívoros mastigadores foram os mais atuantes tendo sido verificada atividade nas folhas em todas as matrizes. Em maio/2019 sobressaíram-se os sugadores presentes em todas as matrizes e os minadores registrados em duas das quatro matrizes (Gráfico 1A). Já no mês de junho/2019 os mastigadores, foram os únicos presentes (Gráfico 1A).

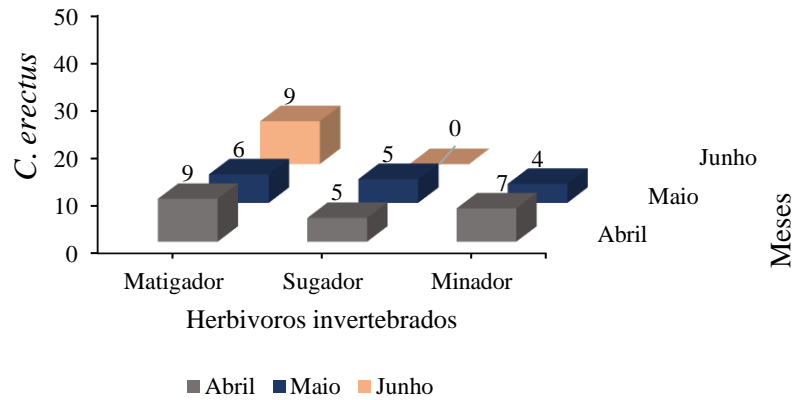
Nas matrizes de *L. racemosa* (Gráfico 1B) do mês de abril/2019 os herbívoros sugadores foram os que mais procuraram esta espécie para consumo, tendo sido verificada atividade nas folhas em todas as matrizes. Em maio/2019 os sugadores e minadores estiveram presentes em três das quatro matrizes (Gráfico 1B). No mês de junho/2019 foram registrados a presença dos mastigadores, sugadores e minadores, tendo predominância dos mastigadores e minadores (Gráfico 1B).

Nas matrizes de *R. mangle* do mês de abril/2019 os herbívoros sugadores foram os mais observados tendo sido verificada atividade nas folhas de todas as matrizes (Gráfico 1C). Em maio/2019 os sugadores e minadores estiveram presentes em duas das três matrizes (Gráfico 1C). No mês de junho/2019 foram registrados mastigadores, sugadores e minadores, tendo predominância dos sugadores e minadores (Gráfico 1C).

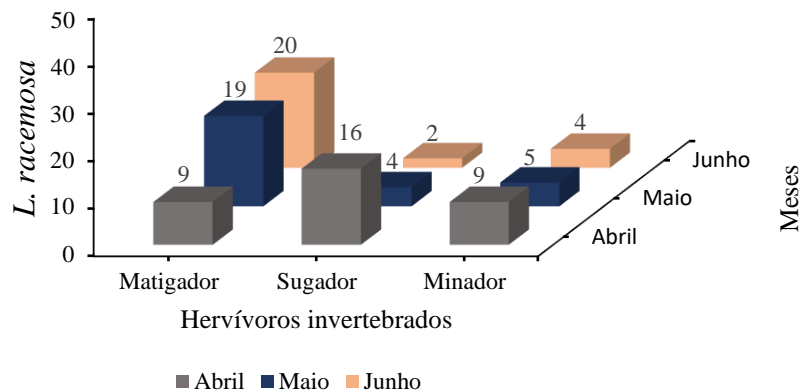
Os resultados das interações entre as plantas *C. erectus*, *L. racemosa* e *R. mangle* e os herbívoros mastigador, sugador, minador dependem das características de cada espécie, incluindo sua palatabilidade, que é a aceitação dos herbívoros no que diz respeito aos aspectos atrativos de cada planta como textura, sabor, odor (CORRÊA *et al.*, 2008). Nabors (2012) menciona que as plantas possuem características morfológicas e fisiológicas que atraem grupos específicos de insetos, com morfologia adequada à exploração dos recursos florais. Nos estudos fitoquímicos realizados por Abdel-Hameed *et al.* (2012) na espécie *C. erectus* observaram a presença de compostos fenólicos, especialmente taninos e flavonoides, esses compostos fazem com que a planta seja mais atrativa aos herbívoros.

Gráfico 1 - Classificação dos herbívoros invertebrados pelo tipo de dano foliar causado nas folhas da espécie *Conocarpus erectus* (A), *L. racemosa* (B) e *R. mangle* (C) nos meses abril, maio e junho de 2019.

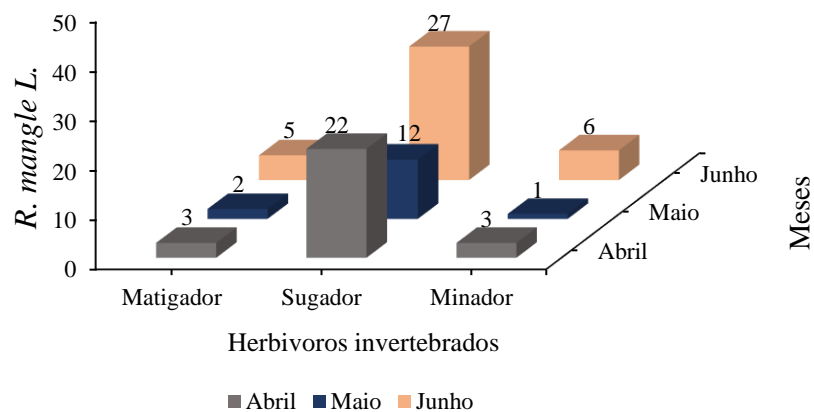
A



B



C



Elaboração: Thamirys Modesto Souza Silva, abr., 2019.

De acordo com Sebastianes (2010) algumas espécies pertencentes ao mangue, como a *L. racemosa* e *R. mangle* apresentam propriedades capazes de sintetizar substâncias como sais, ácidos orgânicos, carboidratos, alcaloides, flavonoides e taninos. Estudos fitoquímicos realizados na espécie *R. mangle* mostraram que as plantas produzem uma larga e diversa ordem de componentes orgânicos divididos em metabólitos primários e secundários (SANTOS, 2018). Os metabólitos primários possuem função estrutural, plástica e de armazenamento de energia e os secundários (produtos secundários ou produtos naturais), aparentemente não possuem relação com crescimento e desenvolvimento da planta, já que a hipótese é de que todas as plantas são potencialmente capazes de sintetizar metabólitos secundários (TAIZ e ZEIGER, 2006).

Os taninos presentes nas espécies *C. erectus* (SILVA *et al.*, 2019), *L. racemosa* e *R. mangle* (GODOY *et al.*, 1997) representam uma das classes de metabólitos secundários que compõem o grupo dos compostos fenólicos que, por sua vez, são potencializadores do crescimento e da reprodução dos vegetais, e são produzidos com o propósito de conferir proteção ao vegetal, incluindo proteção contra radiação ultravioleta (FERRAZ, 2018). Funciona como moléculas de defesa, agindo contra o ataque de herbívoros, pois altera o paladar dos vegetais, produzindo adstringência, e podendo até formar compostos tóxicos no trato digestório a partir de sua hidrólise (SILVA, 2012). Assim, é possível que a presença desses compostos na espécie *R. mangle* tenha favorecido o menor percentual de herbivoria.

A digestibilidade do alimento representa a capacidade do animal em utilizar seus nutrientes, em maior ou menor escala (PINTO *et al.*, 2009). Assim, a baixa digestibilidade pode estar relacionada à presença de taninos na espécie os quais são conhecidos por seus fatores antinutricionais (COSTA *et al.*, 2008). O tanino é uma substância química encontrada no grupo de fenóis vegetais, pode ser encontrado em sementes, cascas e caules de frutos verdes, como é o caso das espécies *R. mangle* e *L. racemosa* (SARTORI *et al.*, 2014). Por conta do sabor amargo que provoca, é um grande aliado para proteger plantas e frutos dos animais herbívoros (ARAÚJO, 2015). Os fatores antinutricionais são substâncias que, mesmo em estado semelhante, reduzem ou impedem totalmente a utilização de um elemento nutritivo, seja no nível digestivo, seja no nível metabólico (SOUZA *et al.*, 2019).

4.2.1 Taxa de herbivoria e intensidade de herbivoria

A análise da herbivoria nas folhas das espécies *C. erectus*, *L. racemosa* e *R. mangle* ao longo dos meses abril, maio e junho de 2019 estão representadas nos gráficos 2A a 2C, tendo sido possível observar que as espécies *C. erectus*, *L. racemosa* e *R. mangle* responderam a herbivoria de modos diferentes, com variação no consumo das folhas pelos herbívoros invertebrados entre os meses (Gráficos 2A a 2C). A espécie *C. erectus* foi a que obteve os maiores resultados na taxa de herbivoria (15,65%) (Gráfico 2A), seguida pela *L. racemosa* (14,13%) (Gráfico 2B). Já a espécie *R. mangle* obteve apenas (2,25%) (Gráfico 2C).

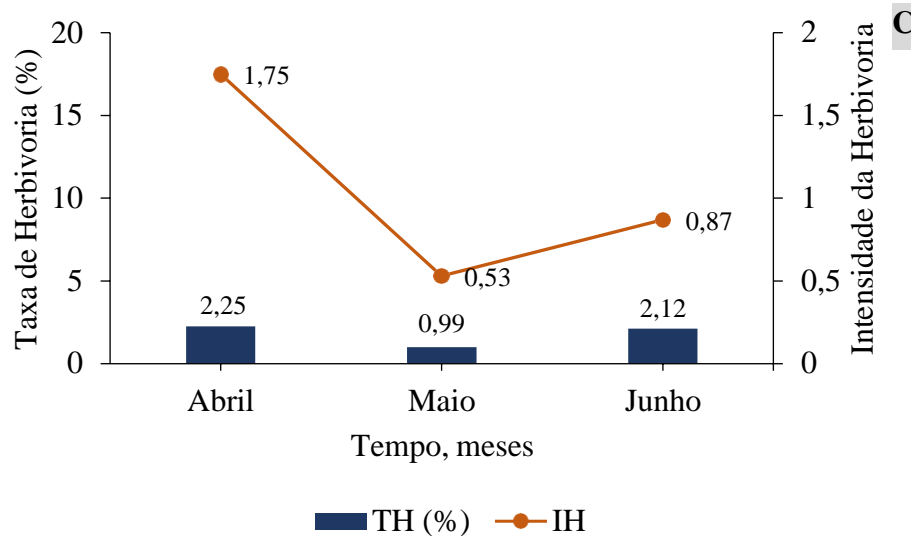
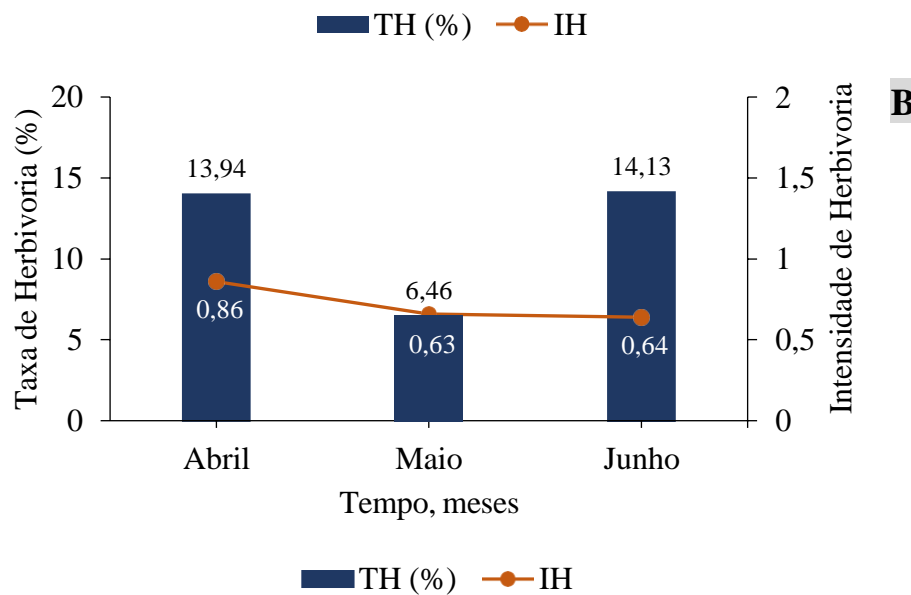
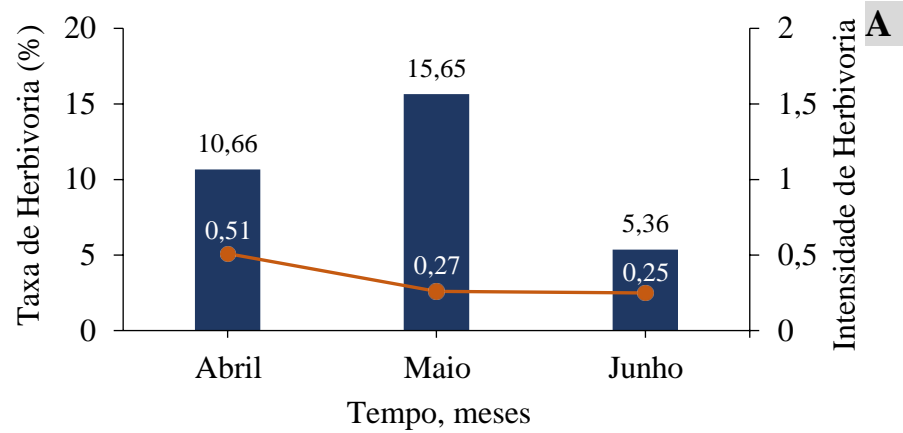
Segundo Ferreira (2015) os efeitos da herbivoria dependem da resposta das plantas a esse ataque. Riguete *et al.* (2011) também destacam que essa resposta pode ter ocorrido por meio de defesas químicas, físicas, biológicas ou até mesmo sendo tolerantes à herbivoria.

De acordo com as classes e/ou categorias estabelecidas por Dirzo e Domingues (1995) a intensidade da Área Foliar Consumida (AFC) varia de 0 (0% da AFC), 1 (0,1-6%), 2 (6,1-12%), 3 (12,1-25%), 4 (25,1-50%) e 5 (50,1-100). Assim, através da análise quantitativa da herbivoria (taxa de herbivoria) por invertebrado nas folhas da espécie *C. erectus*, foram verificados valores entre 5,36 (junho/2019) a 15,65% (maio/2019). Esta diferença se deve a maior concentração das folhas na classe 3, correspondendo de 12,1 a 25% da área consumida pelos herbívoros invertebrados nos meses junho e maio de 2019, respectivamente (Gráfico 2A).

Nas folhas das espécies *L. racemosa*, os valores da taxa de herbivoria oscilaram entre 6,46% (maio/2019) a 14,13% (junho/2019). Esta diferença também se deve a maior concentração das folhas na classe 3, correspondendo a um consumo de 12,1 a 25% da área consumida pelos herbívoros invertebrados (Gráfico 2B).

A taxa de herbivoria nas folhas da espécie *R. mangle* variaram de 0,99 a 2,25%. Esta diferença se deve a maior concentração das folhas na classe 1, correspondendo a um consumo de 0,1 a 6% da área consumida pelos herbívoros invertebrados nos meses maio e abril de 2019, respectivamente. Desse modo, foi a menos afetada, por ter sido a menos procurada e/ou consumida pelos herbívoros, comparada as outras duas espécies. Esses resultados são favoráveis a *R. mangle*, pois indica que a espécie é submetida a baixa herbivoria por invertebrados (Gráfico 2C), o que pode estar atrelado a presença de tanino nessa espécie.

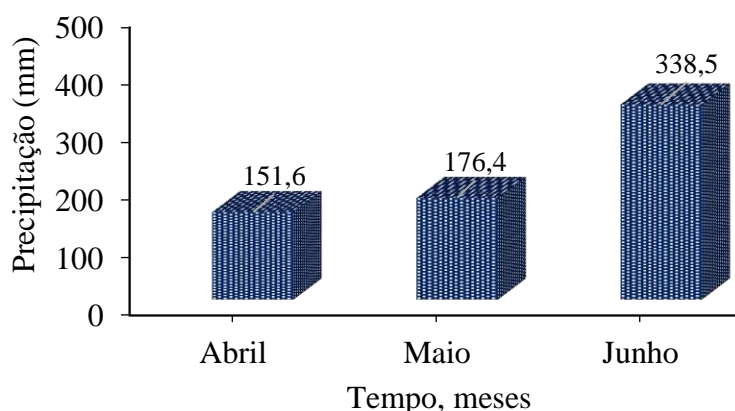
Gráfico 2 - Taxa de herbivoria (%) e Intensidade de herbivoria das espécies *Conocarpus erectus* (A), *Laguncularia racemosa* (B) e *Rhizophora mangle* (C) nos meses abril, maio e junho de 2019.



Elaboração: Thamirys Modesto Souza Silva, abr., 2019.

As espécies *C. erectus*, *L. racemosa* e *R. mangle* obtiveram maior intensidade de herbivoria em abril/2019 (Gráficos 2A a 2C), com precipitação pluvial de 151,6 mm (Gráfico 3). Cornelissen e Fernandes (2003) destacam que no início do período das chuvas a maioria das plantas aumenta a produção de novas folhas e ramos, tornando os recursos mais abundantes e qualitativos para os herbívoros. Martins e Raimundo (2018) também destacam que as taxas de consumo de herbívoros estão relacionadas a fatores abióticos associados à mudança climática, como amplitude e frequência das inundações de marés, índice pluviométrico, temperatura e salinidade. Ainda segundo os autores, a temperatura pode reduzir as defesas dos herbívoros, enquanto alterações na disponibilidade de nutrientes alteram a palatabilidade dos herbívoros.

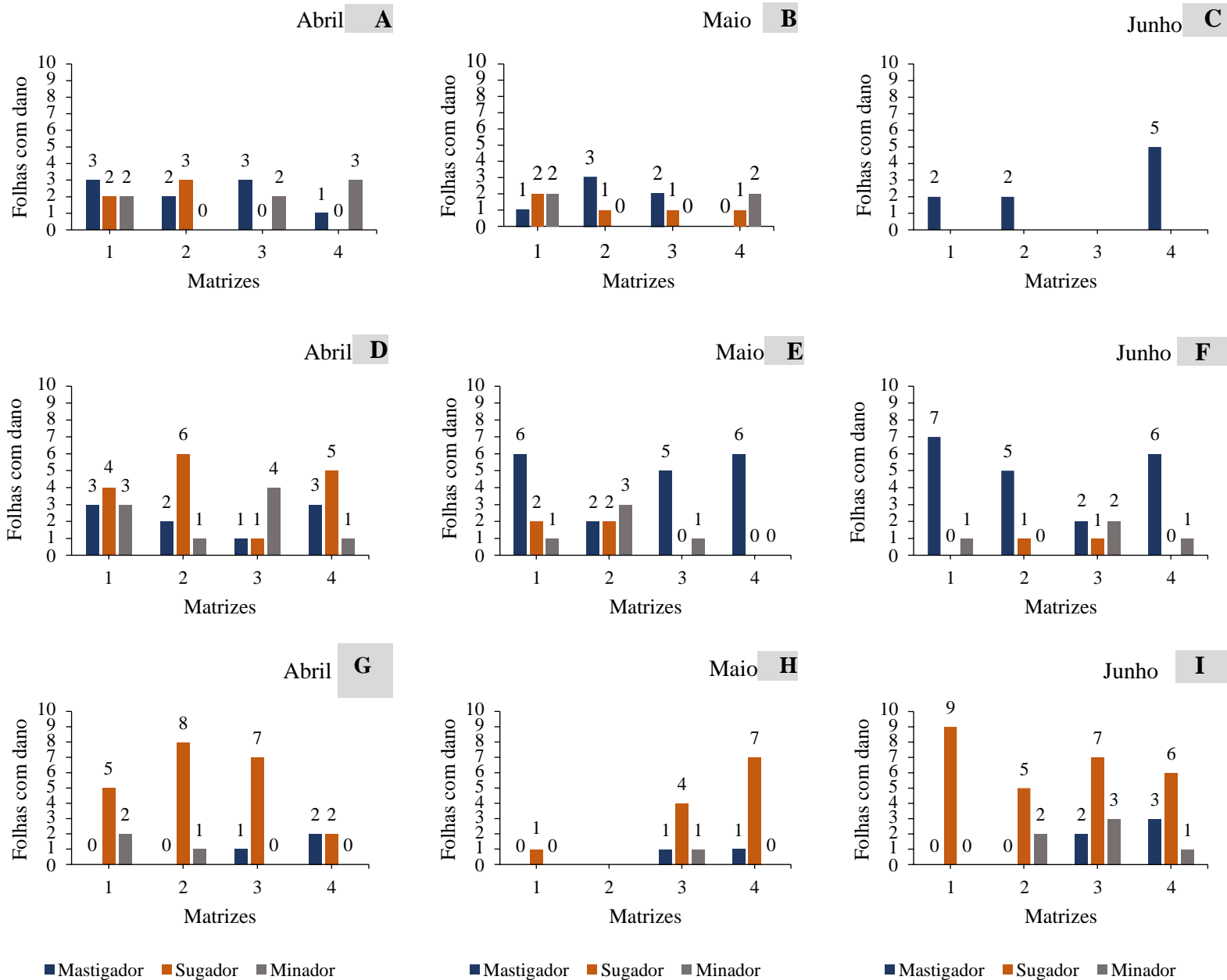
Gráfico 3 - Precipitação pluvial (mm) dos meses abril, maio e junho de 2019.



Elaboração: Thamirys Modesto Souza Silva, dez., 2021.

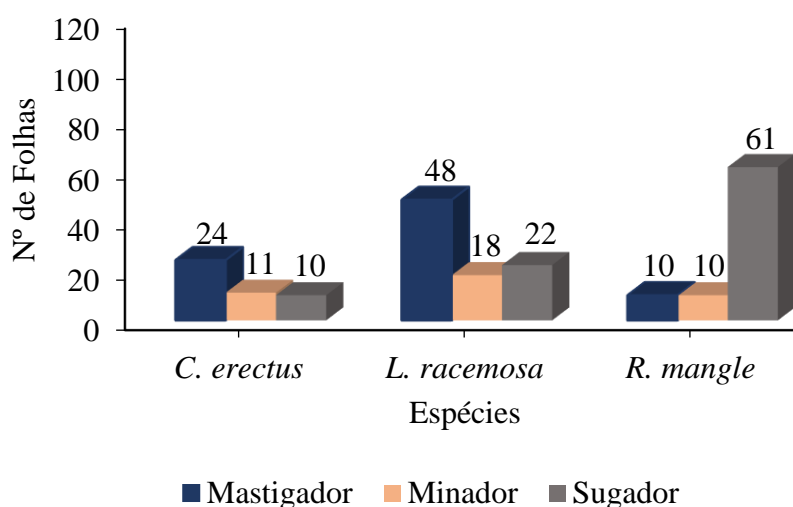
Constatou-se que os herbívoros mastigadores se concentraram nas folhas de *C. erectus* (Gráficos 4A a 4C) e *L. racemosa* (Gráficos 4D a 4F), enquanto na *R. mangle* houve maior ocorrência dos herbívoros sugadores (Gráficos 4G a 4I). Observou-se ainda que a precipitação pluvial registrada nos meses (abril e maio/2019), favoreceu a presença de herbívoros, com maiores índices de danos por herbivoria. Já em junho/2019 houve um aumento no volume da precipitação, reduzindo a presença de herbívoros no ambiente e consequentemente o consumo por estes, com registro dos menores índices de herbivoria (Gráficos 3 e 4). Cabe ressaltar que os minadores apresentaram maior abundância no início da estação chuvosa (abril e maio/2019) sendo ausente somente na espécie *C. erectus* no mês de junho/2019. Segundo Araújo (2013) esses invertebrados possuem comportamentos e habitat específico, e têm uma dieta também particular. Fato também observado em relação aos herbívoros sugadores. Já em relação aos mastigadores, independente do mês, esteve presente em todas as espécies.

Gráfico 4 - Número de folhas das espécies *C. erectus* (A, B e C), *L. racemosa* (D, E e F) e *R. mangle* (G, H e I) que apresentaram dano foliar por herbívoros, nos meses abril, maio e junho/2019.



Das 120 folhas analisadas de cada espécie, constatou-se algum tipo de dano foliar causado por herbívoros em 45 (15,65%) folhas da espécie *C. erectus*, em 88 (14,13%) folhas da espécie *L. racemosa* e em 81 (2,25%) folhas da espécie *R. mangle* (Gráfico 5).

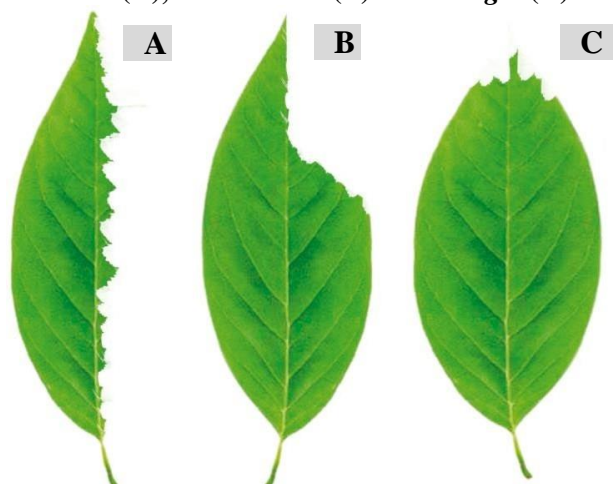
Gráfico 5 - Número total de folhas que apresentaram dano foliar por herbívoros nas espécies *C. erectus*, *L. racemosa* e *R. mangle* nos meses abril, maio e junho/2019.



Elaboração: Thamiros Modesto Souza Silva, dez., 2021.

Cabe destacar que embora a espécie *C. erectus* tenha sido a que apresentou a menor quantidade de folhas consumidas (Gráfico 5), esses danos foram significativos, uma vez que o consumo ocorreu em quase toda a folha (Figura 14A), quando comparada as outras duas espécies, nas quais as folhas tiveram danos parciais (Figura 14B) ou quase não tiveram danos (Figura 14C).

Figura 14 - Exemplo de dano causado por herbívoro do tipo mastigador nas espécies *C. erectus* (A), *L. racemosa* (B) e *R. mangle* (C).



Elaboração: Felipe Modesto Souza Silva, dez., 2021.

Segundo Perrenoud (1990) alguns nutrientes como o potássio, por exemplo, está envolvido nos mecanismos de defesa da planta, uma vez que quando estas estão bem nutridas com este macronutriente, apresentam redução na incidência, severidade e nos danos causados por insetos e fungos. Ainda segundo o autor, isso ocorre porque, em altas concentrações de potássio nos tecidos ocorre uma síntese e o acúmulo de compostos fenólicos nas plantas, os quais atuam como inibidores de insetos e fungos.

Dos macronutrientes (Nitrogênio - N, Cálcio - Ca, Fósforo - P, Potássio - K e Magnésio - Mg) presentes nas matrizes de *C. erectus*, *L. racemosa* e *R. mangle* analisados por Calheiros *et al.* (2019), N e Ca apresentaram maior concentração e houve menor concentração de (P), independente das espécies, sendo maiores os teores de (P) para *R. mangle* e *C. erectus*. Já o elemento (K) teve menores teores para *C. erectus* quando comparada à *R. mangle* e *L. racemosa*, e (Mg) apresentou maior concentração na espécie *C. erectus*.

Assim, em ecossistemas de manguezais, os elementos K, Mg e Ca são conhecidos pelo seu importante papel na ecofisiologia das plantas, já a entrada de Na (Sódio), por exemplo, não acarreta nenhum gasto de energia e estimula a produção de ATP (trifosfato de adenosina, elemento responsável pelo armazenamento de energia) (RIBAS, 2007). Enquanto o Ca torna possível a sobrevivência da planta no ambiente porque estimula a absorção de K e inibe a absorção de Na (LACERDA *et al.*, 1986).

Desse modo, as relações ecológicas podem ocorrer quando todos os indivíduos são beneficiados (planta e inseto) ou apenas quando um indivíduo (inseto) é beneficiado com a herbivoria (GADELHA, 2016). Quando a planta está nutrida reflete na sua produtividade, sendo mais atrativas aos herbívoros (SILVA *et al.*, 2022). Porém, essa ação dos herbívoros nas plantas possui efeito negativo, pois diminui as chances de reprodução e sobrevivência das espécies (COSTA, 2003). Por outro lado, na medida que o herbívoro consome folhas com baixo teor de nutrientes, limita o crescimento e a fecundidade do inseto, ou seja, afeta a manutenção da sua vida (SILVA *et al.*, 2022).

5 CONCLUSÕES

Os herbívoros invertebrados identificados nas espécies *Conocarpus erectus* L., *Laguncularia racemosa* (L) C. F. Gaerth e *Rhizophora mangle* L. são dos tipos mastigador, sugador e minador, sendo que os mastigadores se concentram nas folhas de *C. erectus* e *L. racemosa* e na *R. mangle* há maior ocorrência dos herbívoros sugadores;

A espécie que apresenta maior taxa de herbivoria é *C. erectus*, seguida de *L. racemosa* e *R. mangle*. E o índice de herbivoria das espécies *C. erectus* e *L. racemosa* apresentam maior concentração das folhas na classe 3 (12,1 a 25%) da área consumida por herbívoros, independente dos meses. Já o índice de herbivoria da espécie *R. mangle* corresponde a classe 1 (0,1 a 6%) da área consumida pelos herbívoros em todos os meses analisados;

Recomenda-se a continuação desta pesquisa sobre a interação das espécies vegetais *C. erectus*, *L. racemosa* e *R. mangle* com os herbívoros invertebrados para relacionar com a precipitação pluvial ao longo dos meses, já que se observou que aumento do volume da precipitação pluvial promove a diminuição de herbívoros e conseqüentemente redução dos índices de danos por herbivoria. Desse modo, o estudo requer dados mais robustos em relação a precipitação pluvial. Cabe destacar, que as coletas de dados foram interrompidas para atender a orientação da OMS (Organização Mundial da Saúde) no que tange as medidas de segurança em relação a Pandemia do Covid 19.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. R. P. **Manguezais: educar para proteger**. 1. ed. Rio de Janeiro: FEMAR/SEMADS, 2001. 96 p.

AGRIMAR. **Descubra como evitar a cigarrinha na safra do milho**. 2021. Disponível em: <https://blog.agrimar.com.br>. Acesso em: 20 fev. 2022.

ARAÚJO, J. G. **Desenvolvimento de creme de *Rhizophora mangle* L.: Avaliação do potencial cicatrizante em feridas cutâneas**. 2015. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Saúde) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

ARAÚJO, W. S. de. A importância de fatores temporais para a distribuição de insetos herbívoros em sistemas Neotropicos. **Revista da Biologia**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 1-7, jun. 2013.

ARAÚJO, M. L. C.; CALADO, T. C. Bioecologia do Caranguejo-Uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus) no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú/Manguaba (CELMM), Alagoas, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, Maceió, v. 8, n. 1, p. 1-13. dez, 2008.

ABDEL-HAMEED, E. S. S. *et al.* Phytochemical studies and evaluation of antioxidant, anticancer and antimicrobial properties of *Conocarpus erectus* L. Growing in Taif, Saudi Arabia. **European Journal of Medicinal Plants**, Saudi Arabia, v. 2, n. 2, p. 93-112, fev. 2012.

ASCH, M. V.; VISSER, M. E. Phenology of forest caterpillars and their host trees: the importance of synchrony. **Annual Review of Entomology**, Cambridge, v. 52, n. 1, p. 37-55, sep. 2007.

AZEVEDO, J. L.; ARAÚJO, W. J.; MACCHERONI, W. J. Importância dos microrganismos endofíticos no controle de insetos. **Ageitec**, Jaguariúna, v. 3, n. 1, p. 1-37, maio. 2008.

BATISTA, E. E. K. **Caracterização quantitativa e descrição anatômica do lenho de duas espécies arbóreas do manguezal da baía antonina e Guaratuba**. 2011. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Ciências Biológicas) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Atlas dos Mangues do Brasil**. 2. ed. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018. 179 p.

BORGES, C. H. A. Artrópodes edáficos em fragmentos de floresta ombrófila aberta na Paraíba, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Patos, v. 11, n. 2, p. 26-32, abr./jun. 2016.

CARDOSO, C. R. P.; SALARA, M. C. F.; VILEGAS, W. Controle de qualidade preliminar de *Rhizophora mangle*, planta do litoral brasileiro. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA SUCROENERGÉTICA E DE BIOCOMBUSTÍVEIS, 3., 2015, Jaboticabal. **Anais [...]**. Jaboticabal: FATEC, 2015. p. 1-5.

CALHEIROS, A. R. *et al.* **Produção de serapilheira e composição química de espécies vegetais do manguezal em Marechal Deodoro, Alagoas.** In: CONGRESSO NACIONAL DE ESTUDANTE DE AGRONOMIA E CONGRESSO LATINO-AMERICANO E CARIBENHO DE ENTIDADES ESTUDANTIS DE AGRONOMIA, 62., 24., 2019, Rio Largo. **Anais [...]**. Rio Largo: CONEA, 2019. p. 1-7.

CARNEIRO, D. B. *et al.* Plantas nativas úteis na Vila dos pescadores da reserva extrativista marinha, Caeté-Taperaçu, Pará, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 1027-1033, out./dez. 2010.

CARNEIRO, M. A. A. *et al.* Insetos indutores de galhas da porção sul da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Belo Horizonte, v. 53, n. 4, p. 570-592, dez. 2009.

CIPRIANO, T. H. A. C. *et al.* Percepção de acadêmicos de ciências biológicas e engenharia agrônoma do IFPI Uruçuí sobre os impactos ambientais relacionados ao agronegócio. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 4., 2019, Uruçuí. **Anais [...]**. Uruçuí: COINTER, 2019. p. 1-17.

CASA UM COMO. **Como eliminar cochonilhas das plantas.** 2020. Disponível em: <https://casa.umcomo.com.br>. Acesso em: 20 fev. 2022.

COSTA, C. T. C. *et al.* Taninos e sua utilização em pequenos ruminantes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 10, n. 4, p. 108-116, mar. 2008.

COSTA, F. A. P. L. Plantas-hospedeiras, insetos folívoros e o terceiro nível trófico. **Revista Educação Pública**, Rio de Janeiro, v. 10, n.1, p. 1-7, jan. 2003.

CORRÊA, P. G. *et al.* Herbivoria e anatomia foliar em plantas tropicais brasileiras. **Revista Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 60, n. 3, p. 1-2, set. 2008.

CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H. **Ecosistema marinhos: recifes, praias e manguezais.** 1. ed. Maceió: EDUFAL, 2005. 55 p. (Série: Conversando sobre Ciências em Alagoas).

CORNELISSEN, T. G.; FERNADES, W. Insetos herbívoros e planta de inimigo a parceiro. **Ciência hoje**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 192, p. 24-30, abr. 2003.

CULTURA MIX. **Insetos, aranhas e grilos.** 2014. Disponível em: <https://animais.culturamix.com>. Acesso em: 20 fev. 2022.

DIRZO, R.; DOMÍNGUEZ, C. A. Plant-herbivore interactions in: Mesoamerican tropical dryforest. In: BULLOCK, S. H.; MOONEY A.; MEDINA, E. **Seasonally dry tropical forest.** 1. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. p. 305-25.

DIAS, N. K. D. **Investigação de atividade antioxidante e efeitos biológicos promovidos por flavonóide isolado de *Conocarpus erectus* L. (combretaceae) em células humanas.** 2017. 54 f. Tese (Doutorado em Bioquímica e Fisiologia) – Centro de Ciência da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife 2017.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. 5. ed. Brasília: Embrapa Solos, 2018. 335 p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Alagoas**. 1. ed. Recife: Embrapa Solos, 2012. 238 p. (Boletim Técnico).

ESPOLADOR, R. S. J.; RAGA, A. Mecanismos de defesa da planta contra o ataque de insetos sugadores. **Instituto biológico**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 1-13, abr. 2016.

FERRAZ, D. R. Avaliação de compostos fenólicos de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* como biomarcadores de impacto ambiental. In: CONGRESSO NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18., 2018, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: UNISANTA, 2018. p. 1-11.

FERREIRA, B. Z. **Herbivoria por *Atta sexdens rubspilosa* Forel, 1908 sobre espécies arbóreas em restauração florestal**. 2015. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciência Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.

FERREIRA, T. O. **Solos de mangue do rio Crumahú (Guarujá-SP): pedologia e contaminação por esgoto doméstico**. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

FORKNER, R. E. Timing is everything? Phenological synchrony and population variability in leaf chewing herbivores of *Quercus*. **Ecology Entomology**, Saint Louis, v. 33, n. 2, p. 276-285, apr. 2008.

FUTUYMA, D. J.; AGRAWAL, A. A. Macroevolution and the biological diversity of plants and herbivores. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States Of America**, Champaign, v. 106, n. 43, p. 18054-18061, oct. 2009.

FRUEHAUF, S. P. ***Rhizophora mangle* (Mangue Vermelho) em áreas contaminadas de manguezal na Baixada Santista**. 2005. 223 f. Tese (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

GADELHA, Y. E. A. **Interação planta- membracídeo-formiga em remanescentes de Mata Atlântica em Santa Catarina, Brasil**. 2016. 119 f. Tese (Dissertação em Ecologia), Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

GILLOT, C. **Entomology**. 3. ed. New York: Springer, 2005. 835 p.

GOMES, L. F. *et al.* Replanteio de mudas de espécies arbóreas de mangue em florestas desmatadas na península de Ajuruteua, Bragança-Pará. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Bragança, v. 8, n. 2, p. 1-14, out./dez. 2017.

GODOY, S. A. P. *et al.* Teores de ligninas, nitrogênio e taninos em folhas de espécies típicas do mangue. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 35-40, jun. 1997.

GREELANE. **Animais e natureza**. 2019. Disponível em: <https://www.greelane.com>. Acesso em: 20 fev. 2022.

GUREVITCH, J. *et al.* **Ecologia vegetal**. 2. ed. São Paulo: Artmed, 2009. 592 p.

HENNING, B. *et al.* Forrageamento de insetos minadores em relação às características estruturais das folhas. *In: POLÍTICA DE PESQUISA ECOLOGIA DA MATA ATLÂNTICA*, 4., 2010, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: UNESP, 2010. p. 1-3.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Marechal Deodoro**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 21 nov. 2021.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Município de Marechal Deodoro**. 2017. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 16 ago. 2021.

ICMBIO. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE **Atlas dos Manguezais do Brasil**. 1. ed. Brasília: ICMBIO, 2018. 179 p.

IMA. INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE ALAGOAS. **Dados vetoriais**. Maceió: IMA, 2015. Disponível em: <http://www.ima.al.gov.br>. Acesso em: 19 nov. 2021.

IMENES, S. D.; IDE, S. Principais grupos de insetos pragas em plantas de interesse econômico. **Revista O Biológico**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 235-238, jul./dez. 2002.

LACERDA, E. R.; JAKOVAC, A. C. C. Mangues aliados contra as mudanças climáticas. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 370, p. 48-54, fev. 2020.

LACERDA, L. D. Composição isotópica de carbono em componentes de um ecossistema de manguezal na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. **Ciência e Cultura**, Rio de Janeiro, v. 38, n. 1, p. 1714-1717, fev. 1986.

LIMA, C. S. *et al.* Macrofauna edáfica e sua relação com sazonalidade em sistema de usos do solo, bioma Cerrado. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aracaju, v. 1, n. 2, p. 1-13, fev./mar. 2020.

LOPES, D. M. de S. **Relação da estrutura e fotossíntese em espécies de mangue no rio São Mateus**. 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo, Conceição da Barra, 2014.

MAGALHÃES FILHO, S. D. **Screening fitoquímico e avaliação esquistossomicida *in vitro* do extrato metanoico de folhas frescas de *Rhizophora mangle* L.** 2017. 52 f. Dissertação (Mestrado em Morfotecnologia) - Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

MEDEIROS, A. S. **Avaliação da interferência antrópica em áreas de manguezal do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM), Alagoas, Brasil.** 2019. 57 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Análises de Sistemas Ambientais) – Programa de Pós Graduação em Análises de Sistemas Ambientais, Centro Universitário CESMAC, Maceió, 2019.

MARTINS, N. T.; RAIMUNDO, S. G. Mudanças climáticas e os efeitos sobre macroalgas marinhas. *In: BOTÂNICA NO INVERNO*, 8., 2018, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2018. p. 46-50.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de ação e gestão integrado do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú Manguaba.** 1. ed. Brasília: ANA 2006. 96 p.

MUNDO ECOLOGIA. **Tudo sobre a borboleta.** 2019. Disponível em: <https://www.mundoecologia.com.br>. Acesso em: 20 fev. 2022.

NABORS, M. W. **Introdução a botânica.** 1 ed. São Paulo: Roca, 2012. 646 p.

NASCIMENTO, D. K. D. **Atividade Antibacteriana, Citotóxica e Imunomodulatória de *Conocarpus erectus* Linneus (Combretaceae).** 2017. 122 f. Dissertação (Mestrado Ciência da Saúde) – Centro de Ciência da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

NETTEL, *et al.* Ten new microsatellite markers for the buttonwood mangrove (*Conocarpus erectus* L., Combretaceae). **Molecular Ecology Resources**, Paris, v. 8, n. 4, p. 851-853, jul. 2008.

NOVELLI, Y. S. *et al.* Monitoramento do ecossistema manguezal: estrutura e características funcionais. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Recife, v. 2, n. 3, p. 1-8, jul.2015.

O PRESENTE RURAL. **Entender o ciclo do percevejo e monitorar a cultura da soja.** 2020. Disponível em: <https://opresenterural.com.br>. Acesso em: 20 fev. 2022.

OLIVEIRA, M. F. *et al.* Influência de relações Nitrogênio/Potássio na preferência para alimentação e oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B na cultura do tomateiro. **Revista Agrociência**, Goiânia, v. XIII, n. 1, p. 19-26, ago. 2009.

PERITO ANIMAL. **Tipos de besouros.** 2019. Disponível em: <https://www.peritoanimal.com.br>. Acesso em: 20 fev. 2022.

PERRENOUD, S. **Potassium and Plant Health.** 2. ed. Berna: International Potash Institute, 1990. 359 p.

PINCANÇO, M. C. **Manejo integrado de pragas.** 2010. 147 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

PINHEIRO, M. A. A.; TALAMONI, A. C. B. **Educação ambiental sobre manguezais: biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica**. 1. ed. São Vicente: Instituto de Biociências, 2018. 165 p.

PINTO, A. P. *et al.* Digestibilidade, consumo, desempenho e característica de carcaça de tourinhos místicos confinados como cana de açúcar ou silagem de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Fortaleza, v. 38, n. 11, p. 2258- 2263. nov. 2009.

PORTAL DOS ANIMAIS. **O tempo de vida das abelhas**. 2019. Disponível em: <https://www.portaldosanimais.com.br>. Acesso em: 20 fev. 2022.

PORTAL DA ECOLOGIA AQUÁTICA. **O ecossistema manguezal**. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br>. Acesso em: 16 abr. 2021.

PRADO, A. *et al.* **Variações na morfologia de sustentação em *Rhizophora mangle* (Rizophoraceae) em diferentes condições de inundação do solo**. In: PRÁTICA DE PESQUISA EM ECOLOGIA DA MATA ATLÂNTICA, 4., 2013, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: USP, 2013. p. 1-4.

QUERINO, A. S. *et al.* Estudo da radiação solar global e do índice de transmissividade (kt), externo e interno, em uma floresta de mangue em alagoas, brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 26, n. 2, p. 204-294, dez. 2011.

QUESADA, M.; BOLLMAN, K.; STEPHENSON, A. G. Leaf damaged creases pollen production an dhinders pollen performance in *cucurbita texana*. **Ecology**, Durham, v. 76, n.3, p. 437-443, dec. 1995.

RASBAND, W. S. **ImageJ**, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Marylande, USA. Disponível em: <http://imagej.nih.gov/ij>. Acesso em: 20 jul. 2021.

RIBAS, L. M. **Concentração e aporte de elementos da serapilheira do manguezal do estuário do rio paraíba do sul, estado do rio de janeiro, brasil**. 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais.) – Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2007.

RIGUETE, J. R. *et al.* Análise comparada da herbivoria em três diferentes espécies arbustivas no Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil. **ESFA- Natureza online**, Nossa Senhora do Livramento, v. 9, n. 2, p. 59-61, abr. 2011.

RODRIGUES N. A. A. *et al.* Avaliação dos efeitos embriotóxicos e embriostáticos do extrato aquoso de *Rhizophora mangle* e ácido tânico em ovos e larvas de *Aedes aegypti*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, São Paulo, v. 90, n. 2, p. 2141-2148, abr. 2018.

RODRÍGUEZ-ZÚÑIGA, M. T., *et al.* **Comisión nacional para el conocimiento y uso de labiodiversidad**. 1. ed. México: Conabio, 2013. 46 p.

SANTOS, J. M. *et al.* Uso de plantas atrativas no controle biológico de pragas da cultura do tomate. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA, 9, 2021, São João Evangelista: **Anais [...]**. São João Evangelista: IFMG, 2021. p. 1-7.

SANTOS, Y. L. C. **Estudo sobre as atividades biológicas/farmacológicas da espécie *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae)**. 2018. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) – Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro, 2018.

SARTORI, C. J. *et al.* Teores de fenóis totais e taninos nas cascas de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*). **Floresta e Ambiente**, Lavras, v. 21, n. 3, p. 394-400, jul./set. 2014.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum**. São Paulo, 1999. 119 p. (Relatório Técnico).

SEBASTIANES, F. L. S. **Diversidade genética e potencial biotecnológico de fungos endofíticos de manguezais do estado de São Paulo**. 2010. 150 f. Tese (Doutorado em Concentração Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

SEMARH. SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS. **Tempo e clima**. Disponível em: <http://www.semarh.al.gov.br>. Acesso em: 12 jul. 2021.

SILVA, F. V.; MELO JÚNIOR, J.C. F.; SILVA, M. M. Padrões de herbivoria e estratégias de defesa de comunidades de restinga em gradiente edáfico. **Hoehnea**, São Paulo, v. 49, n. 1, p. 1-10, jan. 2022.

SILVA, A. B. da. **Potencial forrageiro da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss e interações ecológicas com herbívoros e macrofauna, no Semiárido Alagoano**. 2019. 89 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.

SILVA, R. S. *et al.* Propriedades medicinais de plantas do mangue do estado de Pernambuco. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS DA SAÚDE*, 1, 2019, Recife. **Anais [...]**. Recife: COINTER, 2019. p. 1-14.

SILVA, M. M. da. **Padrões de herbivoria e mecanismo de defesa em espécies de restinga**. 2017. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Paraná, Curitiba, 2017.

SILVA, E. A. **Interação multitrófica no cerrado: resultado condicionais nas relações entre plantas, herbívoros e predadores**. 2014. 148 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

SILVA, J. P. G. *et al.* Caracterização dendrológica de *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. *In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX*, 13., 2013, Recife. **Anais [...]**. Recife: UFRPE, 2013. p. 1-3.

SILVA, G. T. **Influência do efeito de borda sobre a herbivoria e a composição química de *Miconia cabucu* Hoehne (Melastomataceae) em diferentes estágios de desenvolvimento em um remanescente de floresta ombrófila densa do Parque Estadual da Serra Furada, Orleans, SC.** 2012. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Centro de Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, 2012.

SILVA, E. S.; SEIXAS, J. A. S.; FERNANDES, M. E. B. Análise estrutural da vegetação arbórea dos mangues no Furo Grande, Bragança, Pará. **Revista Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 3, p. 61-69, set./dez. 2006.

SITIO DA MATA. **Como acabar com formigas em plantas frutíferas.** 2019. Disponível em: <https://sitiodamata.com.br>. Acesso em: 20 fev. 2022.

SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento.** 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 486 p.

SOARES, S. R. F. **Cultivo de mudas de *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn com uso de águas hipersalinas e diferentes substratos.** 2017. 84 f. Dissertação (Doutorado em Manejo de Solo e Água) – Centro de Controle de Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2017.

SOARES, S. E. Ácido fenólico como antioxidante. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 71-81, jan./abr. 2002.

SOUZA, C. G. Fatores anti-nutricionais de importância na nutrição animal: composição e função dos compostos secundários. **Revista Medicina Veterinária e Zootécnica**, Recife, v. 13, n. 5, p. 1-19, maio. 2019.

SHOWALTER, T. D. **Insect ecology: an ecosystem approach.** 3. ed. San Diego: Elsevier, 2011. 828 p.

SCHOONHOVEN, L. M. *et al.* Plants as insect food: not the ideal. *In*: FORKER, R. E. *et al.* **Insect-plant biology.** 2. ed. New York: Oxford University, 2005. p. 276-285.

SHOHAYEB, M. M. *et al.* Antimicrobial activity of tannins and extracts of different parts of *Conocarpus erectus* L. **Biological Sciences**, New Delhi, v. 3, n. 2, p. 544-553. apr./jun. 2013. TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology.** 4. ed. Sunderland: Sinauer Associates Inc., 2006. 559 p.

VON LINSINGEN, L. *et al.* Sinopse taxonômica da família Combretaceae R. Brown na região sul do Brasil. **Revista Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 738-750, set. 2009.