

## **Influência da fauna invertebrada na decomposição foliar de espécies do ecossistema manguezal**

*Influence of invertebrate fauna on leaf decomposition of mangrove ecosystem species*

**Flávio da Silva Teles**

Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil  
flavioteles91@hotmail.com

 <https://orcid.org/0009-0006-8732-0884>

**Wellington dos Santos Graciliano**

Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil  
wellington\_santos1994@outlook.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9441-492X>

**Mayara Andrade Souza**

Centro Universitário CESMAC, Maceió, AL, Brasil  
masouza@cesmac.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0003-0823-1957>

**Renato Wilian Santos de Lima**

Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil  
renato6609@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-9381-5812>

**Kallianna Dantas Araujo**

Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil  
kallianna.araujo@igdema.ufal.br

 <https://orcid.org/0000-0001-6476-1640>

### **RESUMO**

Este trabalho pretende apresentar informações sobre a decomposição foliar das espécies *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaerth, *Rhizophora mangle* L., *Conocarpus erectus* L. e os grupos taxonômicos da fauna invertebrada do solo atuantes nesse processo, no município de Marechal Deodoro, estado de Alagoas. A pesquisa ocorreu na área do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba (CELMM), no período de maio a julho de 2019, iniciando-se pela quantificação da velocidade da decomposição foliar por meio de litterbags, que foram distribuídos na superfície do solo contendo folhas das três espécies, tendo em seguida, a realização da triagem, limpeza e pesagem do material remanescente. Além disso, foram identificados os organismos invertebrados presentes nesse conteúdo foliar e aplicados os índices ecológicos de Shannon (H) e Pielou (e), além da riqueza e abundância. A partir da observação realizada, também foram obtidos dados de precipitação pluvial dos meses avaliados. Das espécies estudadas nos 90 dias, a que apresentou decomposição mais acelerada é a *L. racemosa*, seguida das espécies *C. erectus* e *R. mangle*. Enquanto aos organismos invertebrados presentes no material remanescente, a maior dominância é de Larva de Lepidoptera e Larva de Hymenoptera, confirmados pelos índices de diversidade (H) e uniformidade (e), registrados em maio e julho, principalmente na espécie *C. erectus*, influenciando no processo de decomposição; já o material remanescente, no decorrer dos meses, é influenciado pela precipitação pluvial.

**Palavras-chave:** Mangue; Espécies nativas; Material remanescente; Organismos invertebrados; Diversidade.

### **ABSTRACT**

This research aims to present information on the leaf decomposition of the species *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaerth, *Rhizophora mangle* L., *Conocarpus erectus* L. and the taxonomic groups of soil invertebrate fauna involved in this process, in the municipality of Marechal Deodoro, state of Alagoas. The research took place in the area of the

Mundaú/Manguaba Estuarine-Lagunar Complex (CELMM), from May to July 2019, starting by quantifying the speed of leaf decomposition using litterbags, which were distributed on the surface of the soil containing leaves of the three species, followed by sorting, cleaning and weighing the remaining material. Furthermore, the invertebrate organisms present in this leaf content were identified and the ecological indices of Shannon (H) and Pielou (*e*) were applied, in addition to richness and abundance. From the observation conducted, rainfall data for the months evaluated were also obtained of the species studied over the 90 days, and the one that showed the most accelerated decomposition is *L. racemosa*, followed by the species *C. erectus* and *R. mangle*. As for the invertebrate organisms present in the remaining material, the greatest dominance is Lepidoptera Larvae and Hymenoptera Larvae, confirmed by the diversity (H) and uniformity (*e*) indices, recorded in May and July, mainly in the species *C. erectus*, influencing in the decomposition process; The remaining material, over the months, is influenced by rainfall.

**Keywords:** Mangrove; Native species; Remaining material; Invertebrate organisms; Diversity.

## 1. INTRODUÇÃO

Os manguezais são constituídos por vegetação halófila, dentre as espécies arbóreas mais conhecidas, destacam-se *Rhizophora mangle* L. (mangue vermelho), *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. ex Moldenke (siriúba ou mangue preto) e *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. (mangue branco) (Correia; Sovierzoski, 2005).

Ainda segundo os autores, é neste ecossistema e através destas espécies que se desenvolvem a manutenção e o sustento do equilíbrio ecológico da cadeia alimentar das regiões costeiras, estando entre os principais ecossistemas costeiros tropicais, considerados importantes transformadores da matéria orgânica e ciclagem dos nutrientes, apresentando condições propícias para a alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies de animais aquáticos, tanto marinhos quanto estuarinos e até mesmo alguns dulcícolas, que necessitam dessas áreas para se reproduzirem durante o seu ciclo biológico e desenvolverem diferentes fases larvais das suas respectivas proles.

O ecossistema mangue desempenha um importante papel como exportador de matéria orgânica para o estuário, também contribui para produtividade primária na zona costeira; e os peixes, moluscos e crustáceos encontram condições ideais para reprodução, berçário, criadouro e abrigo para várias espécies de fauna aquática e terrestre, de valor ecológico e econômico (Portal de Ecologia Aquática, 2009).

Além disso, as espécies vegetais protegem a linha da costa e as margens dos estuários contra erosão e enchentes, diminuindo a força das águas e estabilizando a costa (Oliveira; Cunha, 2007; Portal de Ecologia Aquática, 2009). Ainda segundo os autores, as raízes funcionam como filtros na retenção dos sedimentos e poluentes, reduzindo a contaminação das praias e constituindo importante banco genético para a recuperação de áreas degradadas.

Grupos de organismos invertebrados atuam no processo de decomposição da matéria orgânica e/ou de detritos dos manguezais brasileiros, havendo também organismos responsáveis pela ciclagem de nutrientes, bioturbação e controle de pragas e doenças (Swift *et al.*, 2010; Stephen; Daniel, 2007).

Esses grupos funcionais são responsáveis por processos que contribuem para a manutenção e produtividade dos ecossistemas, influenciando a saúde e a qualidade do solo, um exemplo são as formigas transformadoras de serapilheira, que fragmentam os detritos vegetais, tornando-os mais acessíveis aos microrganismos decompositores (Swift *et al.*, 2010). Esses organismos invertebrados são importantes para a manutenção dos ecossistemas, por facilitarem os processos de decomposição e ciclagem de nutrientes, por meio da trituração de detritos e dispersão de propágulos microbianos (Benazzi *et al.*, 2013).

Destaca-se que o processo de decomposição está interligado a vários fatores edafoclimáticos como precipitação, temperatura e conteúdo de água, que influenciam as condições ambientais do solo e, conseqüentemente, a maior ou a menor atividade microbiana (Santana *et al.*, 2011).

Tendo em vista que os manguezais das regiões litorâneas vêm sendo severamente impactadas com a crescente urbanização, restando alguns poucos fragmentos, degradados ou em processo de extinção (Souza *et al.*, 2018), foram selecionadas, como objeto de estudo, as três espécies vegetais *L. racemosa*, *R. mangle* e *C. erectus* na área do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba (CELMM). O complexo é um dos ambientes mais representativos do litoral alagoano e apresenta um valor socioeconômico significativo para o estado de Alagoas, sendo considerado um dos mais importantes ecossistemas do Brasil. O CELMM possui uma área total de 7.844 km<sup>2</sup> e é formado pelo rio Mundaú, o qual deságua 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).

A seleção das espécies *L. racemosa*, *R. mangle* e *C. erectus* foi atribuída a estas serem mais abundantes e conhecidas nessa região, e por fornecerem sustentação para inúmeras espécies de animais, organismos invertebrados e demais espécies vegetais, sendo dado ênfase a sua decomposição

e aos fatores edafoclimáticos relacionados neste processo, além dos organismos invertebrados presentes.

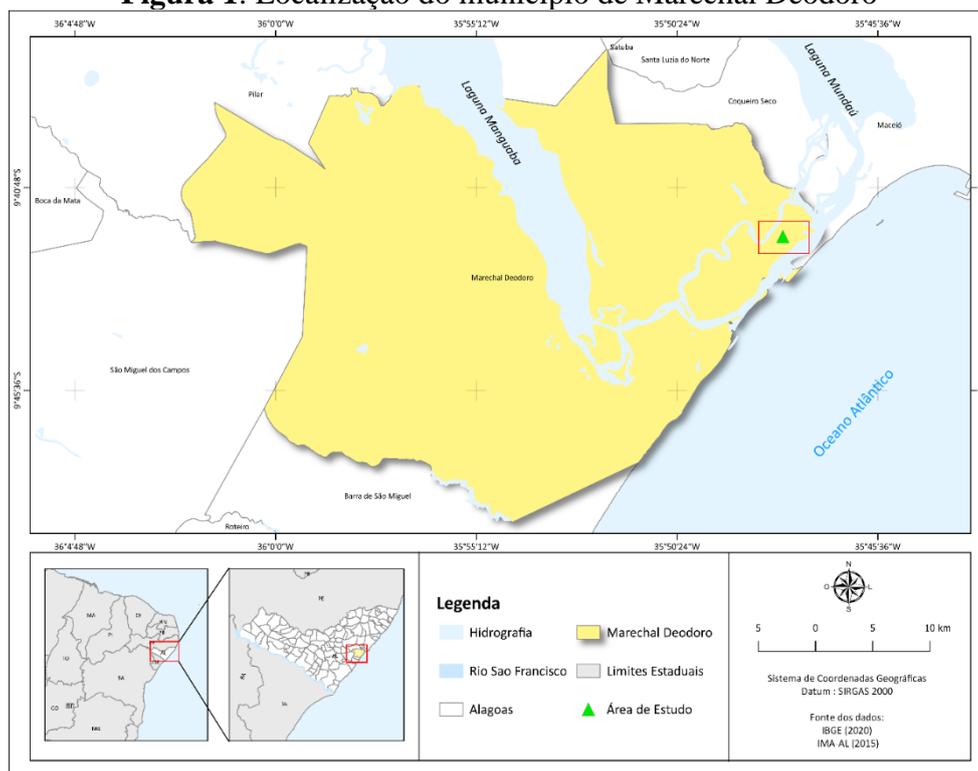
Com base neste contexto, o problema da pesquisa se propôs a investigar quais grupos taxonômicos da fauna invertebrada do solo atuam no processo de decomposição das espécies *L. racemosa*, *R. mangle* e *C. erectus*. Em relação ao problema, o questionamento é exploratório, sem hipótese associada. Assim, o objetivo é avaliar os grupos taxonômicos da fauna invertebrada do solo que influenciam a decomposição foliar das espécies *L. racemosa*, *R. mangle* e *C. erectus*, em Marechal Deodoro-AL.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Inserção territorial da área de estudo

A pesquisa foi realizada no município Marechal Deodoro, estado de Alagoas (**Figura 1**), localizado na Mesorregião do Leste Alagoano e Microrregião de Maceió, entre as coordenadas geográficas 09°42'37" e 9°43'5" Sul e 35°53'42" e 35°54'8" Oeste. Limita-se ao Norte com os municípios Pilar, Cajueiro, Santa Luzia do Norte e Satuba, ao Sul com Barra de São Miguel, a Leste com o Oceano Atlântico e a Oeste com São Miguel dos Campos e Pilar (IBGE, 2010).

**Figura 1:** Localização do município de Marechal Deodoro



**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2021.

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).

O município faz parte da unidade dos Tabuleiros Costeiros, e o relevo apresenta altitude média de 50 a 100 m, compreendendo 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 (CPRM, 2005). Ainda conforme o autor, o município encontra-se

geologicamente inserido na Província Borborema, representada pelos litótipos das formações Coqueiro Seco e Muribeca-Membro Carmópolis, Grupo Barreiras, Depósitos de Pântanos e Mangues, Depósitos Flúvio-lagunares e Depósitos Litorâneos.

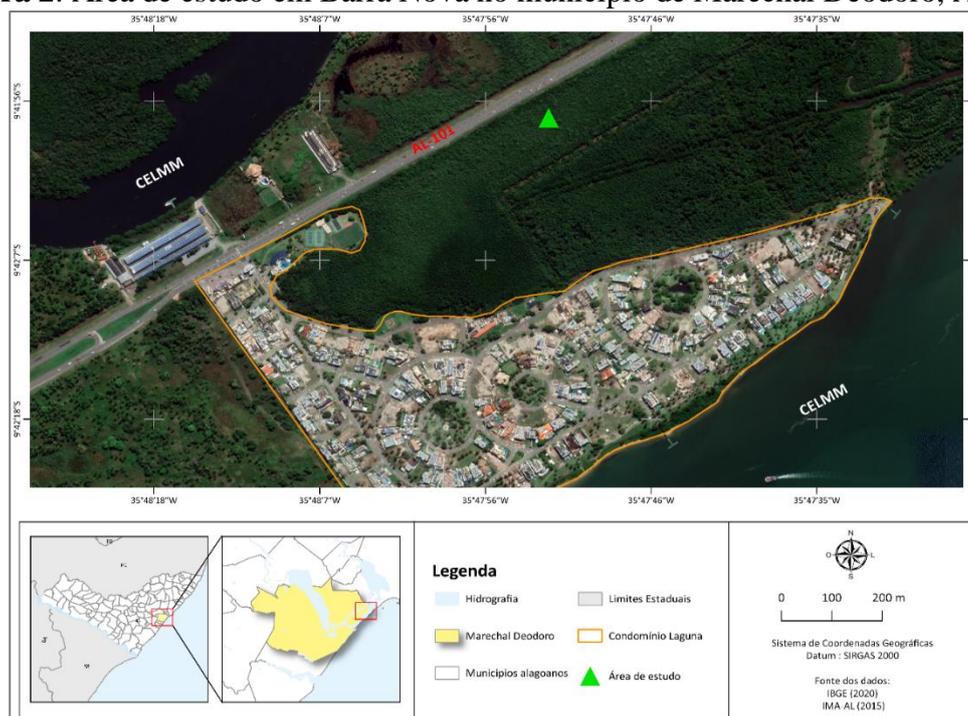
Os solos dessa unidade geoambiental dominantes são Espodosolos – solos minerais, hidromórficos ou não, com ocorrência nos Tabuleiros Costeiros e na Baixada Litorânea; solos de mangue – Organossolos, principalmente Gleissolos – que em condições naturais, são muito mal drenados, formados em terrenos baixos com influência de excesso de umidade (permanente ou temporário), sendo expressivos nos ambientes das várzeas úmidas da zona costeira; e Organossolos, com caráter fortemente ácidos, apresenta alta capacidade de troca de cátions devido à influência da fração orgânica, mas com baixa saturação por bases, e são formados comumente em ambientes de várzeas, depressões e locais de surgentes sob vegetação higrófila e/ou hidrófila, seja do tipo campestre ou florestal (EMBRAPA, 2012).

Ainda segundo o autor, a vegetação predominantemente é do tipo Floresta Subperenifólia, de formação densa, alta, com porte na faixa de 20 a 30 m e com elevada riqueza de espécies vegetais. Dentre as espécies encontradas, destacam-se as *Parkia pendula* Benth. (Visgueiro), *Sloanea obtusifolia* (Moric.) Schum. (Marmajuda), *Bowdichia virgilioides* H.B.K. (Sucupira), *Byrsonima sericea* DC. (Murici-da-mata), *Sclerolobium densiflorum* Benth. (Ingá-de-porco), *Gallezia gorazema* Moq. (Pau-d’alho), dentre outras.

### 2.1.1. Área de estudo

A área da pesquisa (**Figura 2**) está localizada no bairro Barra Nova (ao lado do condomínio residencial Laguna), às margens da Rodovia Dr. Ib Gatto Marinho Falcão (AL-101 Sul), no Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba (CELMM). Nesta área, existe forte pressão ao ambiente por meio da modificação em sua estrutura por construções mobiliárias, cultivo de espécies exóticas e desmatamento (Medeiros, 2019). A pesquisa foi realizada nos meses de maio a julho de 2019, em área amostral de vegetação de mangue com três pontos de coletas, sendo uma coleta para cada espécie (*L. racemosa*, *R. mangle* e *C. erectus*), com três repetições amostrais respectivas aos meses.

**Figura 2:** Área de estudo em Barra Nova no município de Marechal Deodoro, Alagoas



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

## 2.2. Determinação da decomposição foliar

Para quantificação da velocidade de decomposição foliar das espécies *L. racemosa*, *R. mangle* e *C. erectus*, foram coletadas folhas das três matrizes, as quais foram inseridas em estufa para secagem a 65 °C por 72 horas.

Em seguida, foram pesadas 15 g de folhas e inseridas em sacolas de náilon (litterbags) medindo 20x20 cm, com malha de 1x4 mm. Os litterbags (27 unidades) foram distribuídos na área de estudo e fixados ao solo com grampos de alumínio (**Figura 3A**) (Souto, 2006).

Mensalmente, foram recolhidas 09 (nove) unidades, sendo três de cada espécie. Os litterbags foram acondicionados em sacos plásticos e levados para o Laboratório para limpeza e triagem do material vegetal remanescente e, na sequência, foi realizada a identificação dos organismos invertebrados presente nas amostras.

Após a triagem e limpeza das folhas (**Figura 3B**), foi feita a secagem em estufa de circulação forçada de ar, na temperatura correspondente a 65 °C, durante o período de 72 horas (**Figura 3C**).

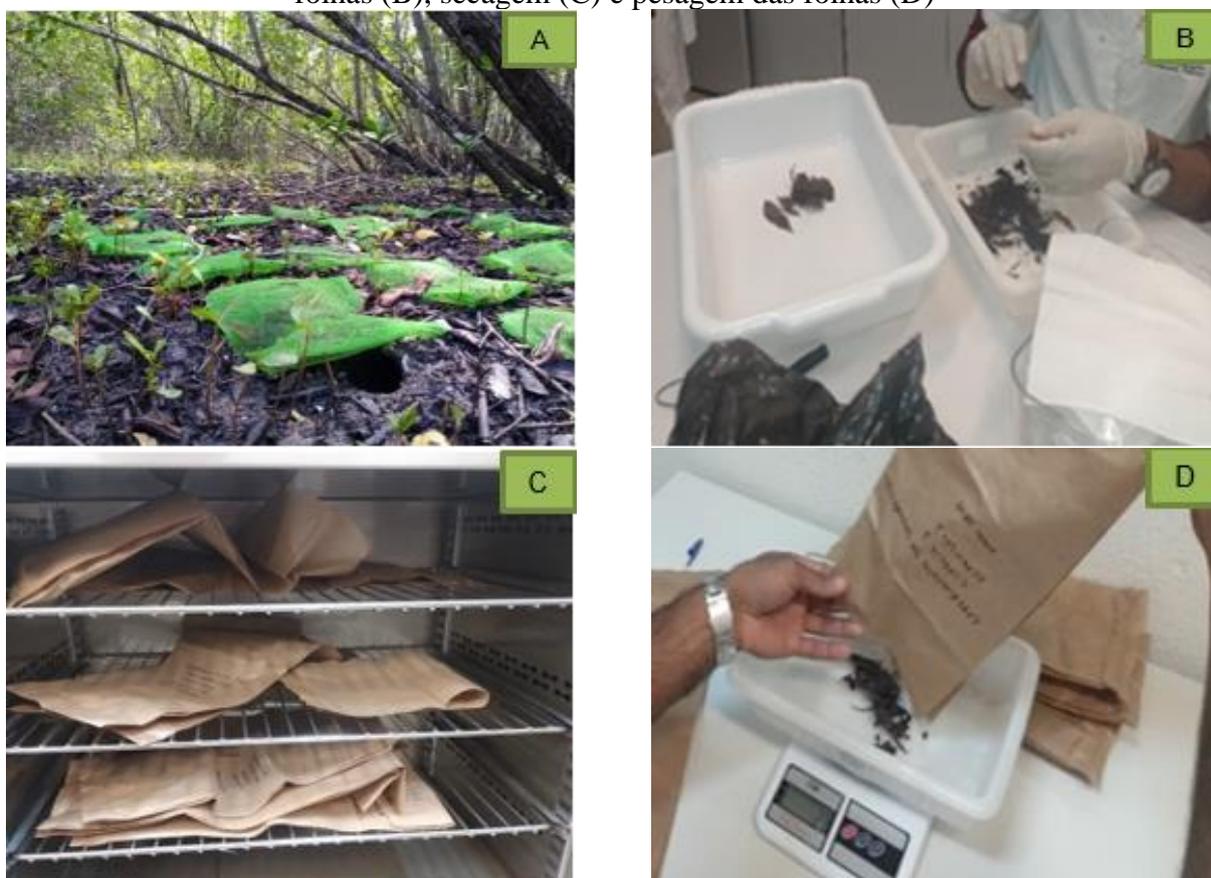
Após secagem em estufa, realizou-se a pesagem das folhas em balança analítica (**Figura 3D**) e determinou-se a velocidade de decomposição do material em relação ao peso inicial, conforme a metodologia de Souto (2006) e Souza (2014), utilizando a **Equação (1)**:

$$\% \text{ Remanescente} = (MF/MI) \times 100 \quad (1)$$

em que:

% Remanescente = % Remanescente foliar; MF = Massa final (g); MI = Massa inicial (g).

**Figura 3:** Distribuição dos litterbags na área experimental (A), processo de triagem e limpeza das folhas (B), secagem (C) e pesagem das folhas (D)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

### 2.3. Identificação dos organismos invertebrados

Durante o processo de triagem das folhas em laboratório, foram quantificados e identificados, por meio de lupa binocular, os organismos invertebrados presentes no material remanescente que atuam no processo de decomposição foliar. Logo após, foi utilizada a chave de identificação proposta por Triplehorn e Johnson (2011).

#### 2.3.1. Aplicação dos índices ecológicos

Para avaliação qualitativa dos organismos invertebrados, foram quantificadas a diversidade e a uniformidade pelos índices ecológicos de Shannon (H) e Pielou (e). O Índice de Diversidade de Shannon (H) foi calculado com base na metodologia de Begon, Harper e Townsend (1996), definido pela **Equação (2)**:

$$H = -\sum p_i \cdot \log p_i \quad (2)$$

em que:  
 $p_i = n_i/N$ ;  
 $n_i$  = Densidade de cada grupo;  
 $N = \sum$  da densidade de todos os grupos.

O índice de Shannon (H) varia de 0 a 5 e indica o domínio dos grupos taxonômicos, sendo que o declínio dos valores é o resultado de uma maior dominância (Begon; Harper; Townsend, 1996).

O Índice de Equabilidade de Pielou (e) foi definido com base na metodologia de Pielou (1997), de acordo com a **Equação (3)**:

$$e = H/\log S \quad (3)$$

em que:  
H = Índice de Diversidade de Shannon;  
S = Número de espécies ou grupos.

O índice de Pielou (e) varia de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima) e representa a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre os grupos taxonômicos (Pielou, 1977).

Foram levantados dados mensais de precipitação pluvial da Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH), entre os meses de maio e julho de 2019 (SEMARH, 2021).

### 2.4. Análise estatística

Os dados da pesquisa referentes à decomposição foliar, precipitação e organismos da fauna invertebrada foram avaliados por meio de estatística descritiva, através do software BR-office.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Decomposição foliar

A taxa de decomposição foliar das espécies *L. racemosa*, *R. mangle* e *C. erectus* entre os meses de maio a julho de 2019 consta na **Tabela 1**. Considerando o mesmo tempo de análise para as espécies (30, 60 e 90 dias), observou-se que *L. racemosa* apresentou maior potencial de decomposição (86,67%), seguida da *C. erectus* (62,22%) e *R. mangle* (57,78%) (**Tabela 1**).

**Tabela 1:** Taxa de decomposição foliar das três espécies

Decomposição (dias)	<i>L. racemosa</i>	<i>R. mangle</i>	<i>C. erectus</i>
0	100,00	100,00	100,00
30	31,11	8,89	15,56
60	26,67	17,78	13,33
90	28,89	31,11	33,33
Total (%)	86,67	57,78	62,22

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Observou-se que durante os 30 dias (maio/2019) e 60 dias (junho/2019), a espécie que apresentou maior taxa de decomposição foi *L. racemosa* com 31,11 e 26,67%, respectivamente. No entanto, durante os 90 dias (julho/2019), a espécie *C. erectus* se destacou com maior taxa de decomposição (33,33%). Segundo Bargali *et al.* (2015), fatores bióticos (diversidade e abundância dos organismos do solo) e abióticos (precipitação e temperatura) interferem na velocidade do processo de decomposição, além de outros fatores que também podem ter influenciados a variação dos resultados. Fróes *et al.* (2021) destacam a decomposição foliar como fundamental para a manutenção de ecossistemas, especialmente em processo de restauração ecológica. Para Scheer (2008), a decomposição da serapilheira resulta no acúmulo da matéria orgânica no solo, na liberação de seus nutrientes para a biota e na dissipação de parte do carbono, como dióxido de carbono, sendo um processo que mantém a fertilidade e a produtividade do solo.

### 3.2. Invertebrados presentes no material foliar

Os valores percentuais dos grupos de invertebrados presentes no material remanescente das três espécies constam na **Tabela 2**. A maior riqueza - R (variedade de grupos taxonômicos) e abundância - Ni (número de indivíduos) foi encontrada no material remanescente da espécie *C. erectus* (R=5; Ni=38), seguida da *R. mangle* (R=5; Ni=32) e *L. racemosa* (R=3; Ni=3).

**Tabela 2:** Distribuição dos invertebrados presentes no material foliar das espécies *L. racemosa*, *R. mangle* e *C. erectus*, em maio e julho de 2019

Grupos Faunísticos	Nome Popular	<i>L. racemosa</i>		<i>R. mangle</i>		<i>C. erectus</i>	
		Ni	%	Ni	%	Ni	%
Maio/2019							
Larva de Lepidoptera	Larva de Borboleta	1	100	12	42,86	23	88,46
Larva de Hymenoptera	Formiga/Abelha/Vespa	0	0	16	57,14	0	0
Araneae	Aranha	0	0	0	0	2	7,69
Larva de Diptera	Larva de Mosquito	0	0	0	0	1	3,85
Total		1	100	28	100	26	100
Julho/2019							
Grupos taxonômicos	Nome Popular	<i>L. racemosa</i>		<i>R. mangle</i>		<i>C. erectus</i>	
		Ni	%	Ni	%	Ni	%
Larva de Hymenoptera	Formiga/Abelha/Vespa	0	0	0	0	5	41,67
Acarina	Ácaro	0	0	0	0	1	8,33
Araneae	Aranha	1	50	1	25	6	50
Psocoptera	Psocoptero	0	0	1	25	0	0
Anelídeo (Haplotaxida)	Minhoca	0	0	2	50	0	0
Coleoptera	Besouro/Broca	1	50	0	0	0	0
Total		2	100	4	100	12	100

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Durante o processo de triagem das folhas da espécie *C. erectus*, em maio/2019, o grupo de invertebrados mais abundante foi Larva de Lepidoptera (23 indivíduos), representando 88,46% do total de organismos. Em julho/2019, Larva de Hymenoptera foi o mais abundante (cinco indivíduos), equivalendo a 41,67% do total amostrado. E a riqueza encontrada no material foliar da espécie *C. erectus* foi representada por 03 (três) grupos taxonômicos, em ambos os meses.

Nas folhas de *R. mangle*, o grupo Larva de Hymenoptera foi o que teve maior abundância em maio/2019 com 16 indivíduos (57,14%). A riqueza encontrada foi representada por 02 (dois) grupos taxonômicos. E, em julho/2019, foram registrados 03 (três) grupos taxonômicos, tendo sido anelídeo (Haplotaxida) o que apresentou maior abundância (dois indivíduos – 50%).

No material foliar da espécie *L. racemosa*, foi contabilizado somente um indivíduo (Larva de Lepidoptera) em maio/2019, e dois grupos taxonômicos, Araneae (um indivíduo) e Coleoptera (um indivíduo) em julho/2019.

Na pesquisa realizada por Nadia (2009) em ambiente de manguezal no município de Goiana, em Pernambuco, foi detectado o grupo Lepidoptera como um dos visitantes mais frequentes na espécie *C. erectus*. Um fator importante que está relacionado à distribuição e à diversidade dos invertebrados é a procura por alimentos e a sua capacidade de explorar os recursos provenientes das espécies de plantas (Lima *et al.*, 2010; Backes, 2017). Muscardi, Schoereder e Sperber (2014) relatam que há uma relação entre os organismos e a heterogeneidade vegetal, que consequentemente interfere na abundância e diversidade dos invertebrados.

Cabe destacar que no processo de triagem das folhas das espécies vegetais, não foram identificados organismos invertebrados no mês de junho, devido à elevada ocorrência de chuvas (338,5 mm), que consequentemente afugentou os organismos, o que reduziu a decomposição do material vegetal das espécies.

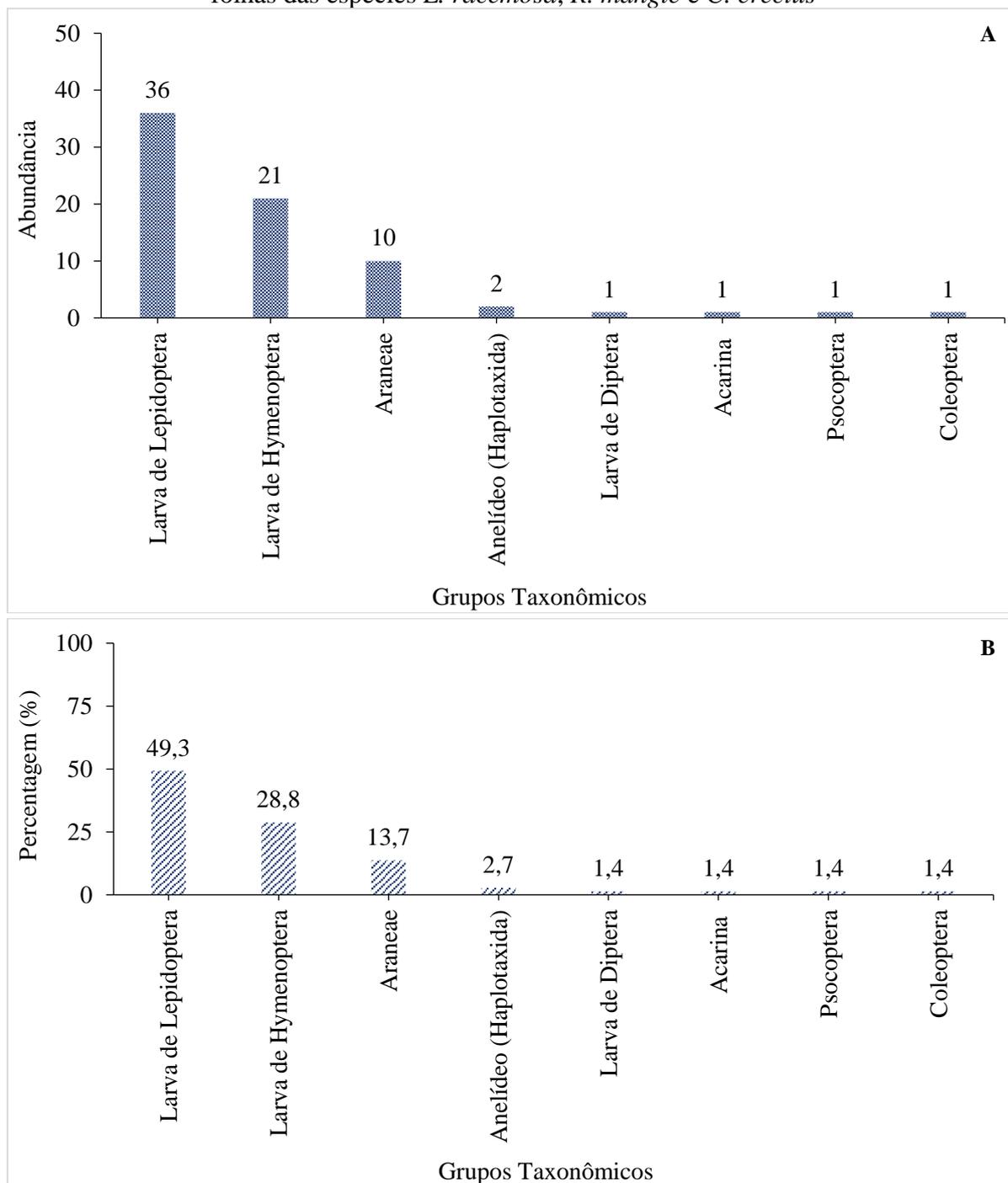
Dos meses amostrados, maio/2019 foi o que apresentou menor precipitação pluvial (176,4 mm), coincidindo com o maior registro (55) de organismos invertebrados (**Tabela 2**) e maior decomposição das espécies vegetais (**Tabela 1**); já a precipitação de junho, foi de 338,5 mm; e julho, 273,7 mm.

A ausência de organismos decompositores em períodos com precipitações torrenciais, segundo Ananda *et al.* (2007), está relacionada com a lixiviação, os quais, muitos são arrastados durante a ocorrência de chuvas. Fato confirmado também por Souto *et al.* (2018), ao afirmarem que determinadas espécies de organismos apresentam variações na abundância durante a época chuvosa, em contrapartida, outras espécies ou grupos taxonômicos podem ter picos durante a época com menos chuva. Assim, o período chuvoso e de estiagem influenciam na variação dos padrões de distribuição e abundância dos organismos no ambiente (Almeida; Souto; Souto, 2013).

Quanto aos organismos invertebrados, foi possível observar que o grupo taxonômico mais abundante foi Larva de Lepidoptera, constituído por 36 indivíduos (**Figura 4A**), representando 49,3% (**Figura 4B**), seguido do grupo Larva de Hymenoptera com 21 indivíduos (**Figura 4A**), totalizando 28,8% (**Figura 4B**), e Araneae contendo 10 (dez) indivíduos (**Figura 4A**) com a representatividade de 13,7% (**Figura 4B**). E as ordens mais raras encontradas no material remanescente com apenas 01 (um) indivíduo foram Larva de Diptera, Acarina, Psocoptera e Coleoptera (**Figura 4A**), com representatividade de 1,4% (**Figura 4B**).

Na pesquisa realizada por França, Melo Júnior e Santos (2020), em um ambiente de manguezal em Joinville, Santa Catarina, verificou-se Lepidoptera como o grupo taxonômico que causou mais impacto para as espécies vegetais na área de estudo. Segundo Silva (2014), as larvas de lepidópteras são os principais causadores de desfolhação severa em ambiente de manguezal. Penante *et al.* (2007) afirmam que há diversas formas desses organismos explorarem as plantas, como a alimentação externa, cortando os tecidos vegetais e/ou por meio da escavação do interior da planta. E dentre as diversas espécies de plantas do ecossistema manguezal, esses organismos apresentam interesse por *R. mangle* e *L. racemosa* (Arun; Maya, 2012).

**Figura 4:** Abundância (A) e percentual (B) dos invertebrados presentes no processo de triagem das folhas das espécies *L. racemosa*, *R. mangle* e *C. erectus*



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

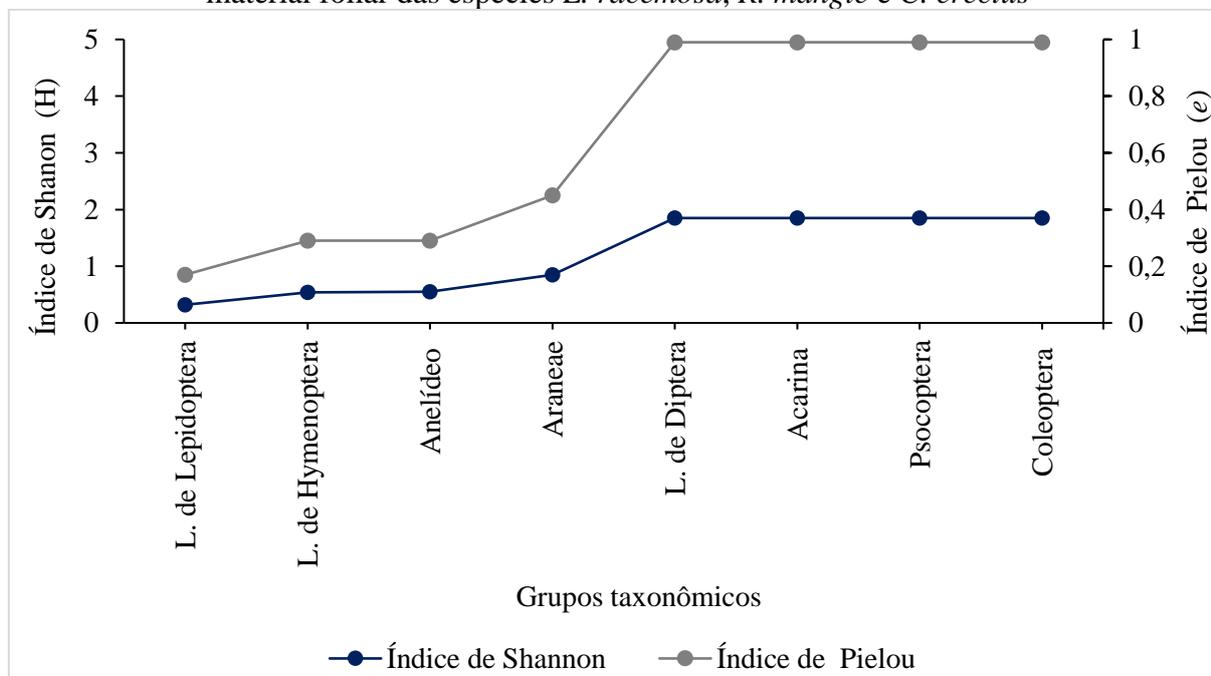
### 3.2.1. Índices ecológicos de diversidade e uniformidade

Nos meses experimentais, os menores valores dos índices ecológicos de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) apontaram para Larva de Lepidoptera (H=0,32; e=0,17) como sendo o grupo de organismos invertebrados dominantes no material remanescente das espécies *L. racemosa*, *R. mangle* e *C. erectus*, seguido de Larva de Hymenoptera (H=0,54; e=0,29), Anelídeo (Haplotaxida) (H=0,55; e=0,29) e Araneae (H=0,85; e=0,45) (**Figura 5**).

Os índices ecológicos apontam Larva de Diptera, Acarina, Psocoptera e Coleoptera com

maiores índices de diversidade ( $H=1,85$ ) e uniformidade ( $e=0,99$ ) (**Figura 5**), sendo os invertebrados mais raros presentes no material remanescente das três espécies, e por isso, muito importantes para o ecossistema manguezal. Esses organismos foram apontados por Morales e Kohler (2008) e Souto *et al.* (2008) como bioindicadores, por manter a qualidade do ambiente.

**Figura 5:** Diversidade de Shannon (H) e Uniformidade de Pielou (e) dos invertebrados presente no material foliar das espécies *L. racemosa*, *R. mangle* e *C. erectus*



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Os resultados obtidos por meio dos índices ecológicos confirmam a dominância desses grupos conforme a **Tabela 2**. E segundo Begon, Harper e Townsend (1996), os menores valores obtidos pelo índice de Shannon (H) indicam uma maior dominância de determinados grupos em detrimento de outros, e o índice de Pielou (e), que é uma medida de uniformidade dos padrões de abundância, indica, através dos menores valores, a dominância de um ou mais grupos e, assim, menor diversidade.

E os herbívoros Lepidoptera, na fase de larva, são dominantes no ambiente e servem de presas de outros animais ou são hospedeiros de insetos parasitoides, e, quando atingem a fase adulta, atuam no ecossistema como polinizadores (Geraldo, 2011). Cabe destacar, como parasitoides, que alguns insetos depositam seus ovos dentro ou sobre outros insetos, além de ocasionarem a morte de seus hospedeiros ao se alimentarem dos tecidos até a sua fase adulta (Almeida, 2017; Costa; Perioto, 2017). No estudo realizado por Nadia (2009) sobre os mecanismos de polinização de espécies de mangue e biologia floral, o grupo Lepidoptera é apontado como um dos principais polinizadores desse ecossistema.

Os organismos do grupo Diptera, segundo Centeno, Almorza e Arnillas (2004), são potenciais indicadores do grau de influência antrópica em ambientes naturais. Coleoptera também são considerados promissores bioindicadores, e sua ocorrência também está associada à perturbação ambiental (Almeida, 2011). Do mesmo modo, os organismos do grupo Acarina, encontrados em quase todos os ambientes, incluindo os manguezais, são fundamentais no processo de decomposição de matéria orgânica e considerados bioindicadores de qualidade do solo (Moreira *et al.*, 2013; Monteiro, 2022). A presença de Psocoptera também está relacionada com as condições ideais de alimento e alta umidade (Carmo, 2009). Assim, esses invertebrados, por sua importância nos

diferentes ecossistemas, são considerados bioindicadores ambientais. E os fatores abióticos como alimento, umidade, temperatura, precipitação, dentre outros, influenciam a sua sobrevivência, sendo determinantes para a ocorrência e variação desses invertebrados (Gonçalves *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2013; Centeno; Almorza; Arnillas, 2004).

Cabe mencionar que os organismos presentes no ecossistema manguezal desempenham importantes funções, como a manutenção e desenvolvimento da dinâmica do ambiente, e com isso é considerado uma ferramenta no estudo do equilíbrio do ecossistema (Silva *et al.*, 2013; Manoel Júnior, 2022). Esses organismos invertebrados fazem o seu primeiro elo da cadeia alimentar ao consumirem as partes das plantas, detritos orgânicos, algas e outros organismos presentes no ambiente de manguezal (ICMBIO, 2018) e, por fim, influenciam no processo de decomposição.

Desse modo, informações sobre a diversidade e uniformidade da fauna invertebrada auxiliam na conservação do ambiente (Silva *et al.*, 2013), fato de relevante destaque, que notadamente no ecossistema manguezal em estudo, requer conhecimento sobre a riqueza dos seres vivos presentes, para sua conservação.

#### 4. CONCLUSÕES

Das espécies estudadas nos 90 dias, a que apresenta decomposição mais acelerada é a *L. racemosa*, seguida das espécies *C. erectus* e *R. mangle*, influenciadas pela precipitação pluvial, que quando menos intensa, favorece a decomposição (maio e julho) e com o volume mais elevado, reduz esse processo (junho);

Dos organismos invertebrados presentes no material remanescente, a maior dominância é de Larva de Lepidoptera e Larva de Hymenoptera, confirmados pelos índices de diversidade de Shannon e uniformidade de Pielou, registrados principalmente na espécie *C. erectus*. Esses organismos influenciam o processo de decomposição e são favorecidos pela menor precipitação pluvial (maio e julho), variável abiótica determinante para a presença desses indivíduos no material foliar remanescente.

#### REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. Comportamento animal em insetos parasitoides: vilões ou mocinhos? **Boletim PETBio**, São Luís, v. 2, n. 40, p. 6-11, jun. 2017.

ALMEIDA, M. A.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C. Composição e sazonalidade da mesofauna do solo do Semiárido paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 8, n. 4, p. 214-222, out./dez. 2013.

ALMEIDA, E. M. de. **Avaliação da ocorrência de insetos em manguezal como subsídio para diagnóstico ambiental**. 2011. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2011.

ANANDA, K.; SRIDHAR, K. R.; RAVIJARA, N. S.; BARLOCHER, F. Breakdown of fresh and dried *Rhizophora mucronata* leaves in a mangrove of Southwest India. **Wetlands Ecol Manage**, Massachusettes, v. 16, n. 16, p. 1-9, fev. 2007.

ARUN, P. R.; MAYA, V. M. Ecological costs and benefits of teak defoliator (*Hyblaea puera* Cramer) outbreaks in a mangrove ecosystem. **Marine Science**, El Monte, v. 2, n. 5, p. 48-51, set./out. 2012.

BACKES, M. A. **Diversidade da macrofauna epiedáfica em diferentes usos do solo na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Cerro Largo**. 2017. 37 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Campus Cerro Largo, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2017.

BARGALI, S. S.; SHUKLA, K.; SINGH, L. GHOSH, L. Leaf litter decomposition and nutrient dynamics in four tree species of dry deciduous forest. **Tropical Ecology**, Cambridge, v. 56, n. 2, p. 191-200, maio 2015.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology: individuals, populations and communities**. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 1996. 1092 p.

BENZAZZI, E. dos S.; BIANCHI, M. de O.; CORREIA, M. E. F.; LIMA, E.; ZONTA, E. Impactos dos métodos de colheita da cana-de-açúcar sobre a macrofauna do solo em área de produção no Espírito Santo - Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 1-18, mar. 2013.

CARMO, T. O. do. **Psocoptera em cavernas do Brasil: riqueza, composição e distribuição**. 2009. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Centro de Ciências Ambientais e Ecologia Aplicada, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

CENTENO, N.; ALMORZA, D; ARNILLAS, C. Diversity of *Calliphoridae* (Insecta: Diptera) in Hudson, Argentina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 387-390, maio/jun. 2004.

CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H. **Ecosistemas marinhos: recifes, praias e manguezais**. 1. ed. Maceió: Edufal, 2005. 55 p.

COSTA, V. A.; PERIOTO, N. W. **Tecnologia sustentável: insetos parasitoides**. 1. ed. São Paulo: Instituto Biológico, 2017. 28 p.

CPRM. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Secretaria de Geologia, mineração e transformação mineral**. 1. ed. Recife: CPRM, 2005. 25 p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas: levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Alagoas**. 1. ed. Recife: SEAGRIAL/Embrapa Solos, 2012. 238 p.

FRANÇA, B. S.; MELO JÚNIOR, J. C. F.; SANTOS, B. F. S. dos. Padrão temporal de herbivoria e defesas antiherbivoria em população natural de *Laguncularia racemosa* (Combretaceae) em manguezal predado maciçamente por *Hyblaea puer* (Lepidoptera). **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 13, n. 7, p. 3151-3158, dez. 2020.

FRÓES, C. Q.; FERNANDES, S. S. L.; JUNGLOS, M. S.; COSTA, P. F. da; LINÊ, J. D. B.; PEREIRA, Z. V. Decomposição foliar visando ao monitoramento de áreas em processo de restauração ecológica no Mato Grosso do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 1323-1343, jul./set. 2021.

GERALDO, M. **Larvas de Geometridae (Lepidoptera) e seus parasitoides em sub-bosque nativo na Universidade Federal de São Carlos, Campus São Carlos, Estado de São Paulo**. 2011. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

GONÇALVES, L.; DIAS, A.; ESPÍNDOLA, C. B.; ALMEIDA, F. S. Inventário de *Calliphoridae* (Diptera) em manguezal e fragmento de Mata Atlântica na região de Barra de Guaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 50-55, jan./mar. 2011.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 maio 2021.

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

LIMA, S. S.; AQUINO, A. M. de; LEITE, L. F. C.; VELÁSQUEZ, E.; LAVELLE, P. Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 3, p. 322-331, mar. 2010.

MANOEL JÚNIOR, A. **Acarina e Collembola no ecossistema manguezal, em Marechal Deodoro, Alagoas**. 2022. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022.

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.

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

MONTEIRO, D. V. de L. **Mesofauna invertebrada do solo no ecossistema manguezal, em Marechal Deodoro, Alagoas**. 2022. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022.

MORALES, M. N.; KOHLER, A. Comunidade de *Syrphidae* (Diptera): diversidade e preferências florais no Cinturão Verde (Santa Cruz do Sul, RS, Brasil). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 52, n. 1, p. 41-49, mar. 2008.

MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STURMES, S. L. **O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal**. 1. ed. Lavras: Editora da UFLA, 2013. p. 352.

MORE. **Mecanismo online para referências**, versão 2.0. Florianópolis: UFSC: Rexlab, 2013. Disponível em: <http://www.more.ufsc.br/>. Acesso em: 16 nov. 2023.

MUSCARDI, D. C.; SCHOEREDER, J. H.; SPERBER, C. F. Biodiversity and ecosystem functioning: a conceptual model of leaf litter decomposition. In: GRILLO, O. (ed.). **Biodiversity: the dynamic balance of the planet**. 1. ed. Cagliari: InTech, 2014. p. 33-50.

NADIA, T. C. L. **Fenologia, ecologia da polinização e reprodução de espécies de manguezal, no município de Goiana- PE**. 2009. 145 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

OLIVEIRA, O. M. G.; CUNHA, R. D. A. O SIG como ferramenta de análise da paisagem: o caso do mangue no bairro de São Domingos em Ilhéus-BA. **Paisagem Ambiente**, São Paulo, v. 24, n. 24, p. 39-48, dez. 2007.

PENANTE, D. C. A.; SILVA, G. P.; ALBUQUERQUE, F. A.; OLIVEIRA, M. D.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Herbivoria em *laguncularia racemosa* (L.) Gaerten (Combretaceae). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Anais [...]**. Caxambu: SEB, 2007. p. 1-2.

PIELOU, E. C. **Mathematical ecology**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1977. 385 p.

PORTAL DA ECOLOGIA AQUÁTICA. **O ecossistema manguezal**. 2009. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br>. Acesso em: 15 mar. 2021.

SANTANA, J. A. S.; VIEIRA, F. de A.; SOUTO, J. da S.; GONDIM, S. C.; FONSECA, F. das C. E. da. Decomposição da biomassa foliar de cana-de-açúcar em um Neossolo na região de Areia-PB. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 28-32, jul./set. 2011.

SCHEER, M. B. Decomposição e liberação de nutrientes na serapilheira foliar em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Aluvial em regeneração, Guaraqueçaba (PR). **Revista Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 2, p. 253-266, jun. 2008.

SEMARH. SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS. **Tempo e clima**. Disponível em: <http://meteorologia.semarh.al.gov.br/consultas/>. Acesso em: 10 fev. 2021.

SILVA, W. A. da. **Danos foliares por herbivoria em florestas de mangue em três estuários do estado da Paraíba**. 2014. 29 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Monitoramento Ambiental) – Centro de Ciências Aplicadas e Educação, Universidade Federal da Paraíba, Rio Tinto, 2014.

SILVA, A. C. F. da; SOUTO, P. C.; BARROSO, R. F.; PINTO, M. G. C.; SILVA, G. H. da. Mesofauna edáfica em ecossistema manguezal no litoral sul do Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34., 2013, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Epagri, 2013. p. 1-4.

SOUTO, G. H. B. O; LIMA, W. M. de; FRANÇA, N. N. de C.; SEIXAS, N. R. de M.; PAIVA, F. G. B. Variação sazonal na artropodofauna de solo em fragmento de Mata Atlântica no litoral sul do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Unisanta Bioscience**, Santos, v. 7, n. 3, p. 258-263, jan./jun. 2018.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; MIRANDA, J. R. P. de; SANTOS, R. V. dos; ALVES, A. R. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob Caatinga no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 151-160, out. 2008.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de Caatinga na Paraíba, Brasil**. 2006. 150 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

SOUZA, C. A. de; DUARTE, L. F. de A.; JOÃO, M. C. A.; PINHEIRO, M. A. A. Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica. In: PINHEIRO, M. A. A.;

TELES, F. S.; GRACILIANO, W. S.; SOUZA, M. A.; LIMA, R. W. S.; ARAUJO, K. D. Influência da fauna invertebrada na decomposição foliar de espécies do ecossistema manguezal. **Boletim de Geografia**, v. 42, p. 56-71, e2024, 03 jun. 2024.

---

TALAMONI, A. C. B. (orgs.). **Educação ambiental sobre manguezais**. 1. ed. São Vicente: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, 2018. p. 15-55.

SOUZA, M. A. **Dinâmica de serapilheira e fauna edáfica em áreas de murici (*Byrsonima gardneriana* A. Juss) no Semiárido de Alagoas, Brasil**. 2014. 155 f. (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2014.

STEPHEN, E. D.; DANIEL, L. C. Importance of water source in controlling leaf leaching losses in a dwarf red mangrove (*Rhizophora mangle* L.). **Wetland Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Califórnia, v. 71, n. 2, p. 194-201, jan. 2007.

SWIFT, M. J.; BIGNELL, D.; MOREIRA, F. M. S.; HUISING, J. Inventário da biodiversidade biológica do solo: conceitos e orientações gerais. In: MOREIRA, F. M. S.; HUISING, E. J.; BIGNELL, D. E. (eds.). **Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade**. 1. ed. Lavras: Editora da UFLA, 2010. p. 23-41.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos insetos**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 809 p.



---

#### Informações sobre a Licença

Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.

#### License Information

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which allows for unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, as long as the original work is properly cited.