



Acúmulo de serapilheira e organismos edáficos em uma unidade de conservação, em Maceió, Alagoas

Accumulation of litter and edaphic organisms in a conservation unit, in Maceió, Alagoas

Carlos Augusto Rocha da Silva¹ , Renato Wilian Santos de Lima^{*1} , Delane dos Santos Dia¹ , Élide Monique da Costa Santos² , Danúbia Lins Gomes² , Elba dos Santos Lira¹ , Kallianna Dantas Araujo¹ 

¹Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA), Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Maceió, Brasil

²Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS), Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Maceió, Brasil

E-mail: carlosaugusto.silva777@hotmail.com (CARS); delane.sd@hotmail.com (DSD);

elidamoniquecs@outlook.com (EMCS); dlinsgomes@yahoo.com.br (DLG);

elbaslira@yahoo.com.br (ESL); kallianna.araujo@igdema.ufal.br (KDA)

*E-mail para correspondência: renato6609@hotmail.com

Recebido (Received): 27/09/2021

Aceito (Accepted): 23/11/2022

Resumo: Objetivou-se quantificar a serapilheira sobre o solo em uma Unidade de Conservação, em Maceió, Alagoas. A avaliação foi feita de (ago/2018 a jun/2019) em três ambientes, utilizando moldura de ferro com dimensões 0,5x0,5 m (área=0,25 m²). Foram separadas as frações: folha, galho, estrutura reprodutiva e miscelânea. O material foi seco em estufa a 65 °C e foi quantificada a biomassa seca e estimada as médias mensais e anuais de serapilheira (kg ha⁻¹). Foram amostrados os organismos edáficos com comprimento (≥ 2,0 mm) presentes na serapilheira e quantificada a abundância, riqueza, aplicados os índices de Shannon e Pielou. Foi determinado o conteúdo de água do solo (CAS), medida a temperatura do solo (TS) a 10 cm de profundidade e obtidos dados de precipitação pluvial (PP). A área I apresenta maior quantidade de serapilheira independente do mês; As folhas e galhos são as frações mais observadas na serapilheira nos três ambientes; As variáveis CAS e TS apresentam correlação significativa com a produção de serapilheira, não havendo correlação entre PP e acúmulo de serapilheira. O grupo mais abundante na serapilheira dos três ambientes é Hymenoptera comprovado pelos baixos valores de Shannon e Pielou.

Palavras-chave: Material vegetal remanescente; Invertebrados; Variáveis edafoclimáticas.

Abstract: The aim of this research was to quantify the litter on the soil in a Conservation Unit, in Maceió, Alagoas. The assessment was done from (Aug/2018 to Jun/2019) in three environments, using an iron frame with dimensions 0.5x0.5 m (area=0.25 m²). The fractions were separated: leaf, branch, reproductive structure and miscellaneous. The material was dried in a stove at 65 °C and the dry biomass was quantified and the monthly and annual litter averages (kg ha⁻¹) were estimated. The edaphic organisms with length (≥ 2.0 mm) present in the litter were sampled and the abundance and richness were quantified using the Shannon and Pielou indices. Soil Water Content (SWC) was determined, soil temperature (ST) was measured at 10 cm depth and data on rainfall (PP) were obtained. The I area has the largest amount of litter regardless of the month; The leaves and branches are the most observed fractions in the litter in the three environments; WSC and ST variables have a significant correlation with litter production, without correlation between PP and litter accumulation. The most abundant group in the litter of the three environments is Hymenoptera proven by the low values of Shannon and Pielou.

Keywords: Remaining plant material; Invertebrates; Edaphoclimatic variables.

1. Introdução

A serapilheira é a camada superficial do solo formada pelo material remanescente vegetal, como: folhas, galhos (fólios e pecíolos), estruturas reprodutivas (flores, frutos e sementes) e miscelânea (fezes, restos de animais) (SANTOS *et al.*, 2011; MARQUES, 2018). Esta varia em função da composição de espécies,

intensidade da cobertura florestal, estágio sucessional, idade, época da coleta, tipo de floresta e do local. Além disso, fatores como condições edafoclimáticas, manejo silvicultural, proporção de copa, taxa de decomposição e distúrbios naturais (fogo e ataque de insetos) ou artificiais (remoção da serapilheira e cultivos), ocorridos na floresta ou no povoamento também influenciam no acúmulo de serapilheira (CALDEIRA *et al.*, 2008).

Atuando como uma camada protetora do solo, a serapilheira aumenta a capacidade de retenção de água, reduzindo a evaporação e tornando o ambiente mais estável, promovendo melhorias na estrutura do solo e, conseqüentemente, diminuindo a ocorrência de processos erosivos (LIMA *et al.*, 2015). Isso ocorre porque a serapilheira protege o solo do impacto direto das gotas de chuva pela interceptação, eleva a taxa de infiltração e atua ainda como isolante térmico (COSTA *et al.*, 2014). Além disso, essa camada de serapilheira protege o solo dos agentes intempéricos (físicos, químicos e biológicos), fornece abrigo e alimento para os organismos invertebrados responsáveis pela ciclagem de nutrientes e fertilização natural dos solos, e armazena grande quantidade de sementes (possibilitando a renovação das populações vegetais) (SANTOS *et al.*, 2011). Por isso, a importância de estudar a sua sazonalidade ao longo do ano (SCHUMACHER *et al.*, 2011).

A serapilheira é considerada um indicador ambiental (SPERANDIO *et al.*, 2012), pois representa um estoque de nutrientes para futura mineralização e ciclagem (SILVA, 2006), responde as perturbações ambientais e ecológicas dos processos de produção e decomposição, sendo importante para o manejo sustentável (MACHADO *et al.*, 2008), notadamente em ambientes com presença de Floresta Ombrófila Secundária (Mata Atlântica).

A dinâmica de deposição e mineralização da serapilheira em ambientes florestais ocorrem mediante processo de transformação de matéria orgânica em substâncias inorgânicas, que é essencial para o retorno de nutrientes ao solo (VOURLITIS *et al.*, 2017). Nos processos de decomposição da serapilheira e fertilização do solo atuam organismos da macrofauna edáfica, como Hymenoptera (formiga), Coleoptera (besouro), Orthoptera (grilo, gafanhoto), Isoptera (cupim), Blattodea (barata), Araneae (aranha), e outros, com comprimento $\geq 2,0$ mm, caracterizados por construir ninhos, cavidades, galerias e transportar materiais de solo (GIRACCA *et al.*, 2003), além disso esses organismos utilizam a serapilheira como abrigo e alimento (SILVA *et al.*, 2006). De acordo com Campos *et al.* (2008) o estudo da serapilheira também se destaca no caso de uma necessidade relacionada à transposição de banco de sementes de uma área para outra, no sentido de que permitirá a identificação dos melhores períodos de coleta.

O Parque Municipal de Maceió, Alagoas contém em seu interior Floresta Ombrófila Secundária (Mata Atlântica) e é uma Unidade de Conservação. Conforme indicam Cardoso *et al.* (2015) os parques urbanos no Brasil têm a função de preservação da biodiversidade para o bem coletivo, passando a ser o locus da preservação ambiental, contemplação e bem-estar daqueles que o utilizam ou que vivem ao redor.

Cabe destacar que o Parque Municipal é um espaço aberto à visitação pública, no qual é observada uma diversificação de ambientes com áreas que refletem fragilidade frente a perturbações antrópicas. Diante deste contexto, elaborou-se o seguinte questionamento: qual o acúmulo de serapilheira em três áreas com diferentes tipos de cobertura vegetal, em uma Unidade de Conservação, em Maceió, Alagoas? Tendo como hipótese que o acúmulo de serapilheira é superior no ambiente que dispõe de maior cobertura vegetal, devido ao elevado porte da vegetação presente no local. O objetivo do trabalho foi quantificar a serapilheira sobre o solo, em uma Unidade de Conservação, em Maceió, Alagoas.

2. Material e métodos

2.1 Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida no Parque Municipal de Maceió que é uma Unidade de Conservação (**Figura 1**), tendo como ponto de referência as coordenadas geográficas 09°42'47,30" S e 35°33'30,60" e 35°48'51,84" W, com área de 82,4 ha. O Parque está localizado no bairro Bebedouro, em Maceió, Alagoas. Foram selecionados três ambientes: Área I, Área II e Área III.

Apresenta topografia irregular, com variações de altitude, abrangendo encosta de estuário estrutural, terraços flúvio lagunar, com relevo plano de litologias terciárias (LIMA, 2009). Ainda os autores explicam que o bioma é do tipo Mata Atlântica remanescente (Floresta Ombrófila Secundária). O clima é As' - Tropical quente com chuvas de outono/inverno, segundo a classificação de Köppen apresentando período chuvoso concentrado de outono e inverno (ALVARES *et al.*, 2014). O município apresenta precipitação média anual de 1.867,4 mm/ano, temperatura do ar média anual de 25,1 °C e umidade relativa de 78,5% (INMET, 2018).

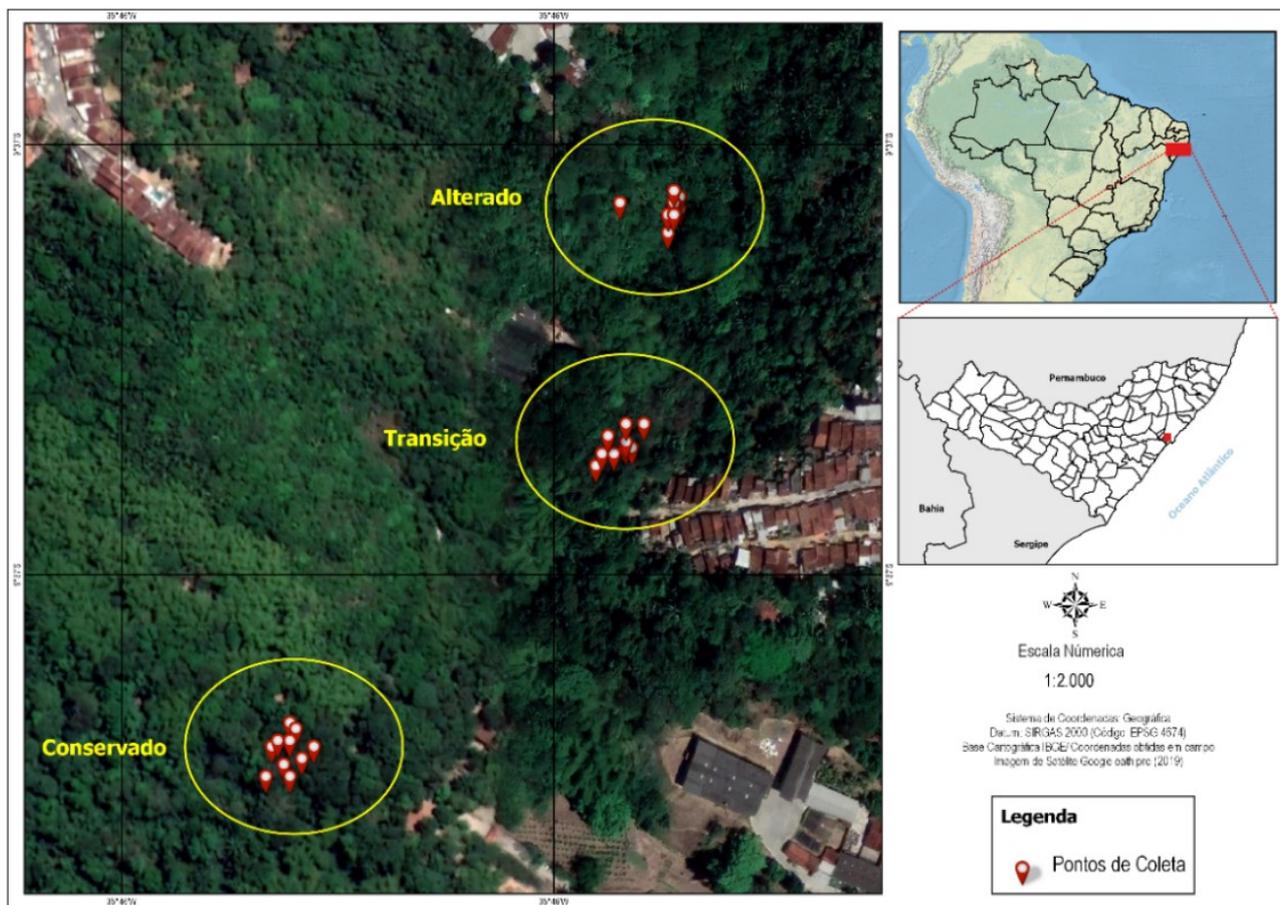


Figura 1: Localização dos três ambientes pesquisados, no Parque Municipal, Maceió, Alagoas. Distâncias entre as Áreas I e II = 203,3 m; Áreas I e III = 312,9 m; Áreas II e III = 98,7 m).

A Área I (Conservado) se encontra em um local de difícil acesso, caracterizada por apresentar relevo plano, árvores com maior porte com média de 20 m, copas mais fechadas, troncos mais grossos e uma camada espessa de serapilheira. Neste ambiente, há pouco acesso de pessoas e/ou visitantes por meio de trilhas (**Figura 2A**). A Área II (Transição) é um ambiente com árvores de porte médio de 10 m, tem uma menor quantidade de serapilheira aportada ao solo. Encontra-se localizada em uma área de encosta, na qual há uma comunidade que exerce ação antrópica por meio do descarte irregular de lixo (**Figura 2B**). A Área III (Alterado) caracteriza-se por espécies vegetais arbóreas de menor porte, com média de 5 m, solos mais expostos em função da reduzida quantidade de serapilheira e relevo levemente acidentado. Em virtude da substituição da vegetação nativa por cultivo agrícola, são encontradas nesta área espécies exóticas como *Ananas comosus* (Abacaxi) e *Manihot esculenta* (Macaxeira). Atualmente a vegetação desta área encontra-se em processo de regeneração (**Figura 2C**).



Figura 2: Ambientes estudados: Conservado (A), Transição (B) e Alterado (C).

2.2. Quantificação da serapilheira

A serapilheira acumulada sobre o solo foi quantificada bimestralmente (ago/out/dez de 2018 e fev/abr/jun de 2019). Foram coletadas 10 amostras por área, com auxílio de uma moldura de ferro com dimensões de 0,5 m x 0,5 m, perfazendo uma área de 0,25 m² lançada aleatoriamente (SOUZA, 2014). Todo o material coletado foi acondicionado em sacos de plásticos previamente identificados e em seguida, encaminhado ao Laboratório de Ecogeografia e Sustentabilidade Ambiental-LabESA/IGDema/UFAL, para triagem do material, separando as frações folha (fóliolo e pecíolo), galho, estrutura reprodutiva (flores e frutos) e miscelânea (material não identificado).

Após triagem o material foi transferido para sacos de papel e secos em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até atingirem peso constante e posteriormente pesadas. A partir destes dados foram estimadas as médias mensais e anuais da biomassa seca (serapilheira acumulada) nos três ambientes (kg ha⁻¹).

A biomassa seca foi calculada mediante equação:

$$Bs = (Ps/1.000)*(10.000/0,25) \quad (\text{Eq.1})$$

Em que:

Bs = Biomassa seca (kg/ha⁻¹);

Ps = Peso da amostra seca (g);

1.000 = Valor de conversão de grama (g) para quilograma (kg);

10.000 = Valor correspondente a unidade amostral que equivale a um hectare (1 ha);

0,25 = Área da moldura.

2.3. Levantamento dos organismos invertebrados presentes na serapilheira acumulada

Foram amostrados todos os organismos invertebrados encontrados durante o processo de triagem da serapilheira, ao nível de grupo taxonômico, utilizando lupa e chave de identificação de Triplehorn e Johnson (2011).

Tendo sido quantificada a abundância (número de indivíduos), riqueza (variedade dos grupos taxonômicos), diversidade (Índice de Shannon-H), definido por:

$$H = -\sum p_i \cdot \log p_i \quad (\text{Eq.2})$$

Em que:

$p_i = n_i/N$;

n_i = densidade de cada grupo;

$N = \sum$ da densidade de todos os grupos.

E equabilidade (Índice de Pielou-e), pela equação:

$$e = H/\log S \quad (\text{Eq.3})$$

Em que:

H=Índice de Shannon;

S=Número de espécies ou grupos.

O índice (H) varia de 0 a 5 e indica que o declínio de seus valores é o resultado de uma maior dominância de grupos em detrimento de outros (BEGON *et al.*, 1996). O Índice de Pielou varia de 0 a 1 e aponta os grupos menos uniformes (PIELOU, 1977).

2.4. Conteúdo de água do solo, temperatura do solo e precipitação pluvial

Bimestralmente o Conteúdo de Água do Solo (CAS) foi determinado nos mesmos pontos de coleta da serapilheira na profundidade de 0-10 cm, nos quais foram acondicionadas em latas de alumínio previamente identificadas. Em laboratório, as amostras foram pesadas em balança analítica para obtenção do peso úmido e, em seguida, levadas para estufa sem circulação de ar para secagem (105 °C) durante 24 h e novamente pesadas para obtenção do peso seco, com base na metodologia de Tedesco *et al.* (1995), pela equação:

$$\text{CAS}\% = ((P_u - P_s)/P_s) \times 100 \quad (\text{Eq.4})$$

CAS = Conteúdo de água do solo;

P_u = Peso do solo úmido (g);

P_s = Peso do solo seco (g).

Também foram realizadas medidas de temperatura do solo na profundidade 0-10 cm, com termômetro digital tipo espeto. E os dados de precipitação pluvial foram obtidos da estação meteorológica do LabESA/IGDema/UFAL nos meses (ago/out/dez de 2018) e do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET em (fev/abr/jun de 2019).

2.5. Análise estatística

Os dados de serapilheira acumulada foram analisados pela estatística descritiva e submetidos à análise de variância, tendo suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, visando verificar se houve ou não diferença estatística desses dados nos seis meses e nas três áreas.

Também foram realizadas estimativas de correlação de Pearson entre a variável dependente (ou resposta) quantidade de serapilheira acumulada, e as variáveis independentes (ou explicativas): precipitação pluvial, temperatura do solo e conteúdo de água do solo, e as significâncias foram verificadas através do teste t de Student a 5% de probabilidade, com a finalidade de testar a relação de dependência das variáveis independentes sobre as dependentes. Ambos os testes foram realizados no *software* R versão 3.4.4 (R CORE TEAM, 2019).

Os dados das estimativas de correlação foram interpretados a partir da significância e classificação proposta por Dancey e Reidy (2006), na qual os autores apontam que uma correlação pode ser: fraca ($\rho \leq 0,399$), moderada ($\rho \geq 0,400 \leq 0,700$) ou forte ($\rho \leq 0,701$).

3. Resultados e discussão

3.1. Quantificação da serapilheira acumulada

Durante o período experimental (agosto/2018 a junho/2019) foram levantados os dados bimestrais relativos à precipitação pluvial, conteúdo de água do solo e temperatura do solo, os quais se encontram na **Figura 3**.

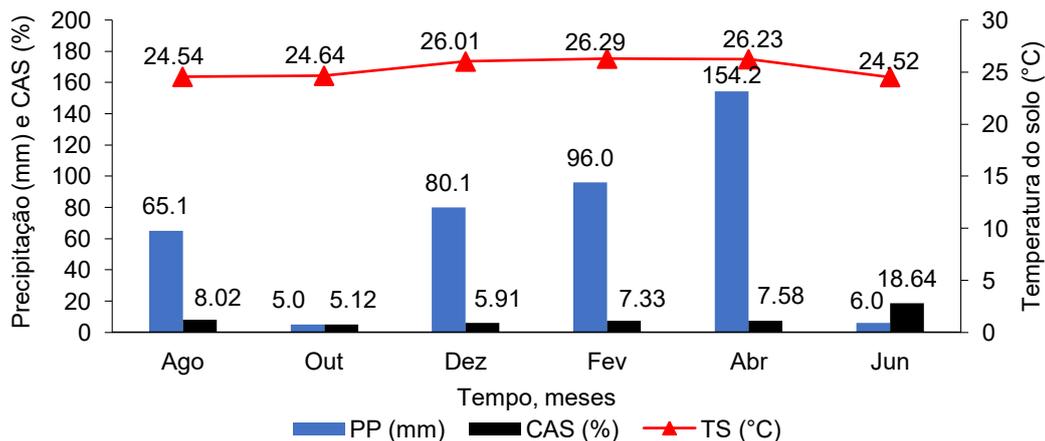


Figura 3: Precipitação pluvial (mm), conteúdo de água do solo (%) e temperatura do solo (°C), entre o período agosto/2018 a junho/2019.

O acúmulo da serapilheira na superfície do solo, que é regulado pela quantidade de material que cai da parte aérea das plantas e da sua taxa de decomposição pela fauna invertebrada, indicaram as frações folha (folíolo e pecíolo) e galho como as que mais contribuíram para a formação do estoque de serapilheira nas Áreas I (Conservado), II (Transição) e III (Alterado) em todo o período estudado (**Figuras 4A a 4D e Tabela 1**).



Figura 4: Triagem e separação das frações folha (A), galho (B), estrutura reprodutiva (C) e Miscelânea (D).

Tabela 1: Acúmulo de serapilheira (kg ha^{-1}) nos meses ago/out/dez/2018 e fev/abr/jun/2019 para as Áreas I (Conservado), II (Transição) e III (Alterado)

Agosto/2018					
Áreas	Folha	Galho	Estrutura Reprodutiva	Miscelânea	Total
I	2.474,80	2.605,64	43,24	0,200	5.123,88
II	2.284,00	2.308,00	88,68	0,590	4.681,27
III	1.820,37	621,68	53,73	0,072	2.495,85
Outubro/2018					
Áreas	Folha	Galho	Estrutura Reprodutiva	Miscelânea	Total
I	2.557,86	2.227,08	34,22	0,229	4.819,39
II	2.256,76	1.683,98	37,48	0,348	3.978,57
III	2.207,04	1.248,99	31,03	0,004	2.238,07
Dezembro/2018					
Áreas	Folha	Galho	Estrutura Reprodutiva	Miscelânea	Total
I	2.739,71	1.392,92	15,08	0,520	4.148,23
II	2.223,16	1.170,93	127,92	0,528	3.522,54
III	2.161,73	439,98	15,56	0,080	2.617,35
Fevereiro/2019					
Áreas	Folha	Galho	Estrutura Reprodutiva	Miscelânea	Total
I	2.886,77	1.371,90	20,10	0,397	4.279,17
II	2.149,79	1.114,29	124,70	0,867	3.389,65
III	2.001,27	419,82	94,20	0,089	2.515,38
Abril/2019					
Áreas	Folha	Galho	Estrutura Reprodutiva	Miscelânea	Total
I	3.124,26	1.432,80	12,80	0,384	4.570,24
II	2.139,57	956,14	92,60	0,575	3.188,89
III	1.966,93	621,35	52,60	0,062	2.640,94
Junho/2019					
Áreas	Folha	Galho	Estrutura Reprodutiva	Miscelânea	Total
I	3.271,56	1.754,51	34,40	0,173	5.060,64
II	2.229,32	750,35	80,60	0,139	3.060,41
III	1.868,36	329,04	33,10	0,064	2.230,56

A fração folha apresentou-se como predominante na serapilheira devolvida ao solo (**Tabela 1**), contribuindo com 40,26% da liteira na Área I, 31,35 e 28,39% nas Áreas II e III, respectivamente (**Tabela 2**), sendo a fração mais constante da serapilheira coletada. Isso ocorre porque, dentre os componentes da serapilheira, as folhas perfazem a fração mais significativa, devido a massa e o conteúdo de nutrientes orgânicos e inorgânicos contido nelas (SANTANA *et al.*, 2009).

Estudos têm demonstrado contribuição entre 50 e 74% da fração folha na composição da serapilheira em floresta Atlântica (VIDAL *et al.*, 2007), acima de 73% em Cerrado Sentido Restrito (LIMA *et al.*, 2015), acima de 73% na Caatinga (HENRIQUES *et al.*, 2016), e mesmo em florestas plantadas como observado em povoamento de *Eucalyptus dunnii*, no Bioma Pampa, a fração foliar se destaca na composição da serapilheira com 93% (CORREIA, 2011) e acima de 60% em quatro formações florestais (povoamentos de *Acacia mangium*, *Mimosa artemisiana*, *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*; e floresta secundária) (CUNHA NETO *et al.*, 2013).

Nas áreas estudadas o componente galho foi o segundo material de maior representatividade, contribuindo com 49,73% da composição da serapilheira na Área I, 36,81% na Área II e 13,46% na Área III (**Tabela 2**). A fração galho tem grande contribuição na formação da serapilheira independente do bioma. No entanto, são necessárias metodologias de coleta que levem em consideração o diâmetro mínimo dos galhos e a área dos coletores e/ou gabarito como forma de se padronizar a amostragem, aumentando a precisão dos resultados de acordo com o bioma (SANTANA, 2005).

As estruturas reprodutivas representaram 16,11% da serapilheira acumulada na Área I e 55,64 e 28,24% nas Áreas II e III, respectivamente (**Tabela 2**). Esta fração é composta de botões florais, flores, frutos e sementes, tornando a serapilheira fonte de propágulos vegetativos que contribuem para a regeneração das matas e manutenção da diversidade florística. Uma vez que esta fração é dependente das condições microclimáticas, heterogeneidade temporal e fenológica dos indivíduos vegetais que compõem a paisagem. O que acaba formando sobre o solo um banco de sementes com alta riqueza de espécies, sobretudo nativas (RIBEIRO, 2017; SANTOS *et al.*, 2013).

O percentual de contribuição da fração miscelânea na formação da serapilheira nas áreas I, II e III correspondeu a 35,96, 57,30 e 6,74%, respectivamente (**Tabela 2**). A fração miscelânea (ou detritos) é composta por elevadas concentrações de nutrientes. Isso ocorre por esta ser constituída de materiais provenientes de todas as demais frações vegetais (fragmentos de folhas, galhos, ramos, flores, frutos, sementes), além de produtos de origem animal, principalmente excrementos e fragmentos de artrópodes (SANTANA e SOUTO, 2011) apresentando grande variabilidade na sua composição e no seu padrão de deposição (HENRIQUES *et al.*, 2016).

A biomassa mensal da serapilheira acumulada sobre o solo apresentou variabilidade temporal, no qual as folhas demonstraram um padrão com pouca variação de agosto/2018 a abril/2019 e redução em junho/2019 (**Tabela 1**). A fração galho apresentou-se desuniforme, com queda ascendente de agosto/2019 a fevereiro/2019 e um leve aumento na produção em abril/2019, mantendo-se uniforme até junho/2019 (**Tabela 1**). Henriques *et al.* (2016) apontam que o incremento desta fração está ligada a ação mecânica do vento que favorece a queda e/ou deciduidade desses materiais.

As estruturas reprodutivas foram registradas em todo o período experimental e apresentaram picos de deposição na serapilheira em abril (**Tabela 1**), possivelmente influenciada pelo ciclo de floração de algumas espécies, sendo importante monitorar esta fração para se conhecer o banco de sementes do ecossistema. A fração miscelânea também apresentou picos de ocorrência no mesmo período (**Tabela 1**). No entanto, mesmo nos meses com baixa precipitação (**Figura 3**) ocorreu queda desses materiais (**Tabela 1**).

Pires *et al.* (2006) destacam que a sazonalidade na produção e decomposição de serapilheira tem sido relacionada por muitos autores, principalmente, ao clima, a baixa disponibilidade de nutrientes, estágio sucessional da comunidade e deciduidade das espécies e outros fatores bióticos, como a competição por recursos e comportamento de polinizadores, dispersores e predadores. As características fenológicas das espécies que compõem a estrutura florestal também podem influenciar na quantidade de serapilheira acumulada ao longo das estações do ano (BAUER, 2018).

A produção mensal de serapilheira total foi ininterrupta durante todo o período experimental (**Tabela 1**), apresentando variabilidade espacial em virtude da composição florística e das características edafoclimáticas de cada ambiente. A Área I foi a que apresentou maior quantidade mensal de serapilheira acumulada (soma de todas as frações), independente do mês avaliado (**Tabela 1**), atribuído à composição da vegetação que dispõe de árvores de porte elevado com altura média de 20 m, configurando melhores condições de proteção ao solo. A Área III foi a que se observou menor quantidade de serapilheira acumulada, independente do mês (**Tabela 1**), em virtude desta já ter sido submetida à ação antrópica e utilizadas para o plantio de espécies exóticas como *Ananas comosus* (abacaxi) e *Manihot esculenta* (mandioca) (**Tabela 1**).

Cabe destacar, que a introdução de espécies exóticas, ou seja, espécies não características de um ambiente, pode ser danosa aos ecossistemas, já que têm a capacidade de se adaptar em diferentes meios, exercendo dominância sobre a comunidade biológica nativa, resultando na alteração das características

mínimas de um ambiente originário e prejudicando as interações ecológicas (ZILLER, 2005; SILVA *et al.*, 2011; CALHEIROS *et al.*, 2020).

As frações da serapilheira acumulada seguiu a ordem: folha > galho > material reprodutivo > miscelânea. As médias totais estimadas destas frações comprovam que as Áreas I (4.666,93 kg ha⁻¹) e II (3.636,90 kg ha⁻¹), acumularam mais serapilheira em relação a Área III (2.537,41 kg ha⁻¹) (Tabela 2). Assim, o recobrimento do solo pela serapilheira aportada na Área I proporciona maior proteção ao mesmo, podendo-se inferir que este ambiente encontra-se estável e/ou em equilíbrio, já que a serapilheira sobre o solo além de produzir sombra, retém umidade, criando condições microclimáticas que influem na germinação de sementes e no estabelecimento de plântulas (MORAES *et al.*, 1998).

Tabela 2: Valores médios das frações folha, estrutura reprodutiva galho e miscelânea (kg ha⁻¹), nas Áreas I (Conservado), II (Transição) e III (Alterado)

Áreas	Folhas	%	Galho	%	Estrutura Reprodutiva	%	Miscelânea	%	Total	%
I	2.842,49	40,26	1.797,48	49,73	26,64	16,11	0,32	35,96	4.666,93	43,05
II	2.213,77	31,35	1.330,62	36,81	92,00	55,64	0,51	57,30	3.636,90	33,55
III	2.004,28	28,39	486,37	13,46	46,70	28,24	0,06	6,74	2.537,41	23,41
Total	7.060,54	100	3.614,47	100	165,34	100	0,89	1	10.841,24	100

O acúmulo de serapilheira foi diferente entre as três áreas (Figura 5), já que os dados (média de todos os meses) apresentaram, de acordo com o teste de Tukey, diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade. Assim, observou-se que a Área I > II > III (Figura 5). O maior volume de serapilheira acumulada na Área I, em relação as demais, ocorreu em razão desta dispor de árvores de porte vegetacional maior. Conforme Cunha Neto *et al.* (2013), Didion *et al.* (2016) e Barbosa *et al.* (2017), o acúmulo de serapilheira está relacionado ao desenvolvimento das árvores, onde as mais desenvolvidas têm maior capacidade para disponibilizar material vegetal ao solo.

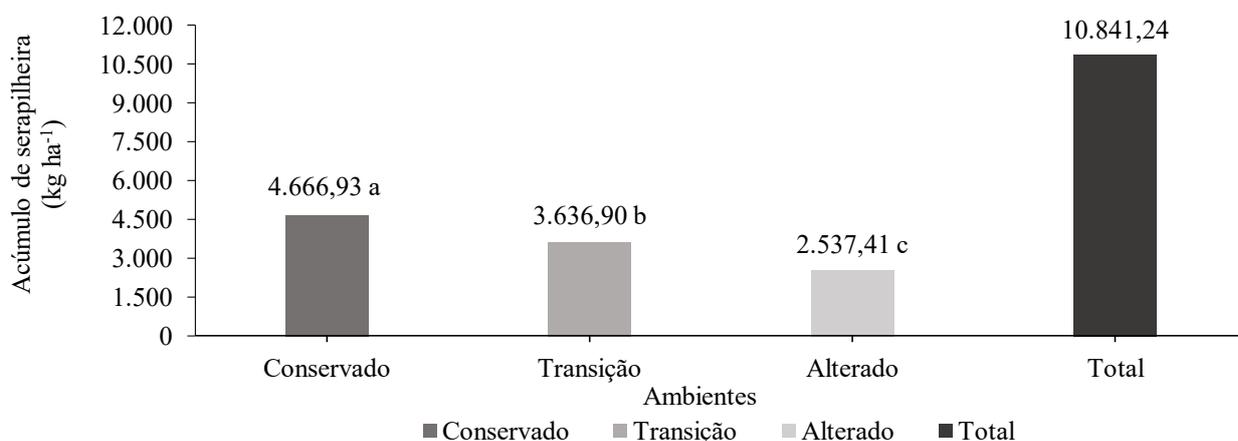


Figura 5: Média de acúmulo de serapilheira (kg ha⁻¹) nas Áreas I (Conservado), II (Transição) e III (Alterado).

As baixas variações microclimáticas, a distribuição e estoque dos nutrientes contidos na serapilheira e a contribuição dada pelos organismos edáficos na decomposição da matéria orgânica aportada ao solo, são mecanismos para manutenção da sustentabilidade do ecossistema (HENRIQUES *et al.*, 2016). Pires *et al.* (2006) mencionam que o pequeno acúmulo de serapilheira e a ausência de variações mensais significativas, aliado a taxa de decomposição anual relativamente baixa, representa grande valor adaptativo do ecossistema, pois, pode minimizar as perdas por lixiviação e permitir um melhor aproveitamento dos nutrientes e água disponíveis momentaneamente. Quando o ecossistema encontra-se em condição de equilíbrio, a taxa de decomposição pode ser estimada através da razão entre a quantidade de serapilheira produzida e a acumulada, não apresentando, esta última, variações significativas em sua quantidade absoluta (OLSON, 1963).

3.2. Organismos presentes na serapilheira

No processo de triagem da serapilheira foi observada uma riqueza de 15 grupos taxonômicos, sendo 14 na Área I, 13 na Área II e 9 na Área III (**Figura 6**). A maior riqueza de grupos taxonômicos na Área I foi atribuída à densa quantidade de serapilheira acumulada no solo, em comparação com a Área III que dispõe de uma camada menos espessa, decorrente do porte da vegetação ser inferior, resultando em menor variedade de grupos faunísticos. A abundância nos meses totalizou 762 indivíduos, sendo 300 indivíduos na Área I, 312 na Área II e 150 na Área III (**Figura 6**).

A maior riqueza na Área I está associado as melhores condições de abrigo e alimento para os organismos, já que segundo Urbanowski (2021) em ambiente florestal há recursos para o seu desenvolvimento. A maior abundância na Área II é justificada por esse ambiente está inserido ao lado de uma comunidade, onde há intensa incidência de ação antrópica como descarte de lixo (**Figura 6**), favorecendo o surgimento de organismos do grupo funcional dos saprófagos, como Isopoda, Blattodea e Diplopoda, que se alimentam de matéria orgânica em decomposição (KLENK, 2010).

Na Área III a riqueza foi composta por 9 grupos taxonômicos (**Figura 6**) e Hymenoptera foi o mais abundante (**Figura 7C**). Cabe destacar, que os valores deste grupo são maiores neste ambiente quando comparada as demais Áreas: I e II (**Figuras 7A e 7B**), em decorrência da intervenção antrópica no local, já que este grupo é considerado bioindicador de qualidade do solo, pois são sensíveis as mudanças no ambiente (BARETTA *et al.*, 2014; CAMARA *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2018).

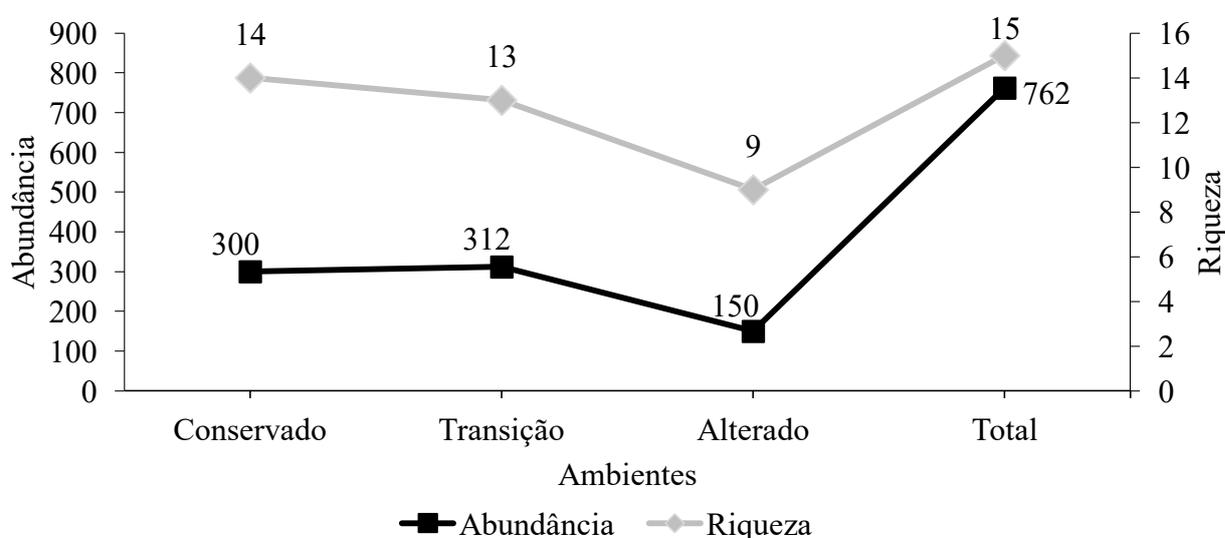


Figura 6: Abundância e riqueza dos organismos presente na serapilheira, nas Áreas I (Conservado), II (Transição) e III (Alterado).

O grupo Hymenoptera apresentou maior percentual, com valores acima de 51% nos três ambientes, sendo que na Área III, este grupo concentrou 80% dos organismos, com menor distribuição entre os grupos taxonômicos (**Figura 7C**), refletindo na menor riqueza (9 grupos) (**Figura 6**), em relação as Áreas I (Hymenoptera=67,89%) e II (Hymenoptera=51,45%) (**Figuras 7A e 7B**), com 14 e 13 grupos, respectivamente (**Figura 6**). Esses elevados percentuais estão relacionados a adaptabilidade de Hymenoptera aos diversos tipos de ecossistemas (CABRERA, 2012) e ao alto grau de organização social. Cabe destacar, que os valores deste grupo na Área III ter sido bem superior as Áreas I e II é consequência da intervenção antrópica no ambiente. Este grupo taxonômico segundo Crepaldi *et al.* (2014) é considerado bioindicador de qualidade de solo, por sua sensibilidade as mudanças ambientais, devido seus atributos ecológicos, como grande biomassa e atividades que realizam na engenharia de seus ninhos, atuando na aeração do solo e no banco de sementes.

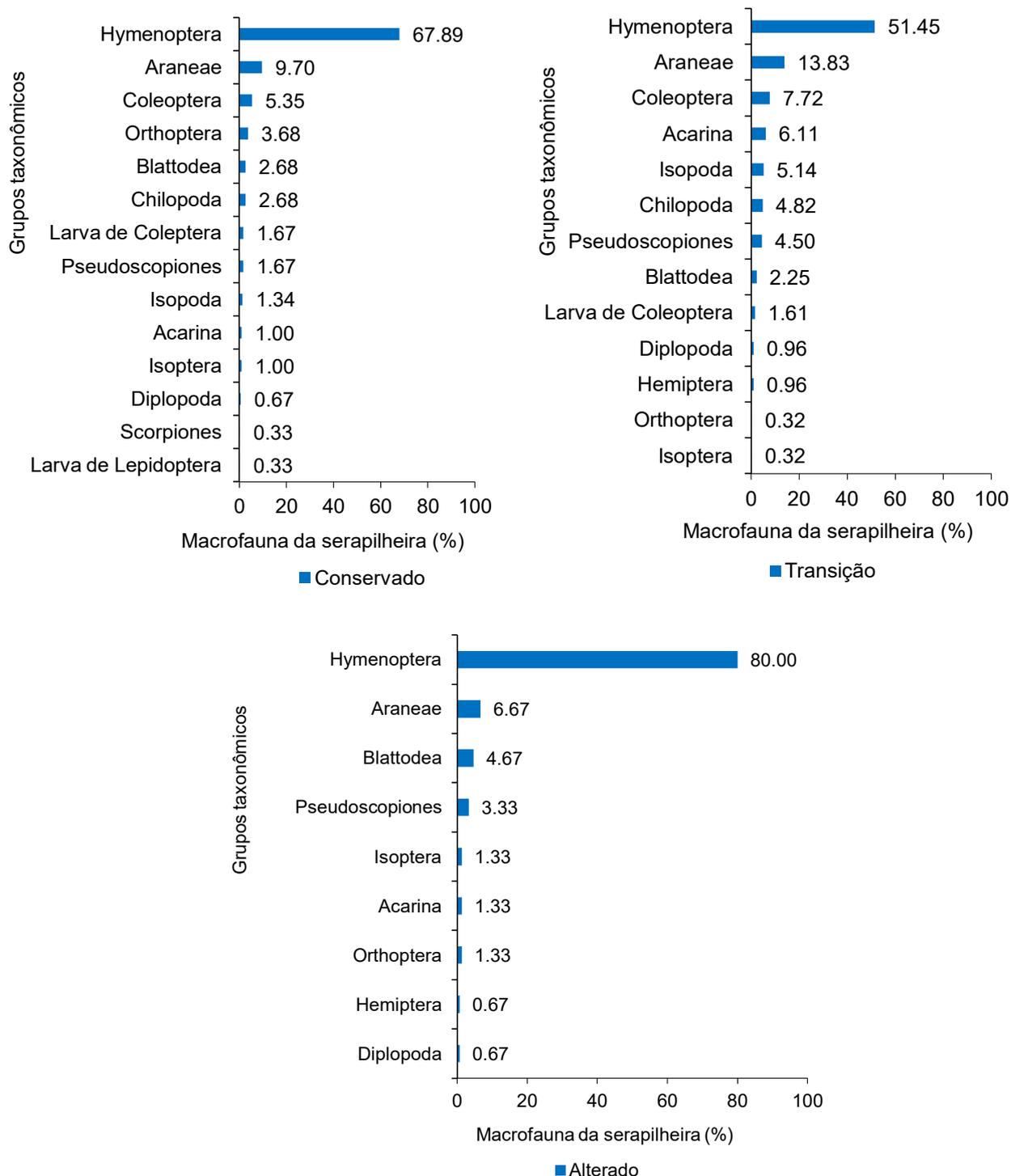


Figura 7: Percentual da macrofauna edáfica na Área I (Conservado) (A), Área II (Transição) (B) e Área III (Alterado) (C).

Pelos índices de Shannon e Pielou foi possível confirmar a dominância do grupo Hymenoptera nas Áreas I ($H=0,16$; $e=0,06$), II ($H=0,28$; $e=0,11$) e III ($H=0,09$; $e=0,04$) (Tabela 3), já que o índice de Shannon varia de 0-5 e quanto mais próximo de zero maior é a dominância de um grupo em relação aos demais (BEGON *et al.*, 1996). E o índice de Pielou varia de 0-1 significando que quanto menor o valor, menor é a uniformidade entre a comunidade faunística (PIELOU, 1977).

Na Área I, os grupos taxonômicos raros conforme os índices ecológicos mais altos foram: Scorpiones ($H = 2,47$; $e = 1$) e Larva de Lepidoptera ($H = 2,47$; $e = 1$) (Tabela 3). Os Scorpiones têm preferência por ambiente úmidos e atuam no controle biológico do solo (PODGAISKI *et al.*, 2007; OTT, 2014) e Lepidoptera, em seu estado de larva vivem nas folhas (MONTEIRO *et al.*, 2007). Na Área II os grupos raros encontrados foram Isoptera ($H = 2,49$; $e = 1$) e Diplopoda ($H = 2,01$; $e = 0,80$) (Tabela 3). O grupo Isoptera

vive no solo em florestas tropicais e ajudam no processo de ciclagem da matéria orgânica (CONSTANTINO, 2012). Já os organismos do grupo Diplopoda habitam locais com pouca luminosidade e com matéria orgânica disponível (HICKMAN, 2016). Na Área III verificou-se Hemiptera ($H = 2,17$; $e = 1$) e Diplopoda ($H = 2,17$; $e = 1$) como sendo os grupos raros (Tabela 3). O grupo Hemiptera pode habitar vários locais, sejam terrestres ou aquáticos e sua alimentação é constituída por seiva das plantas (GRAZIA *et al.*, 2012).

Tabela 3: Índices de diversidade de Shannon (H) e Índice de uniformidade de Pielou (e) dos grupos taxonômicos registrados nas Áreas I (Conservado), II (Transição) e III (Alterado)

Grupos taxonômicos	Ambientes					
	Área I		Área II		Área III	
	H	e	H	e	H	e
Hymenoptera	0,16	0,06	0,28	0,11	0,09	0,04
Araneae	1,01	0,40	0,85	0,34	1,17	0,54
Coleoptera	1,27	0,51	1,11	0,44	-	-
Orthoptera	1,43	0,57	2,49	1	1,87	0,86
Blattodea	1,57	0,63	1,64	0,66	1,33	0,67
Chilopoda	1,57	0,63	1,31	0,52	-	-
Larva de Coleoptera	1,77	0,71	1,79	0,71	-	-
Pseudoscorpiones	1,77	0,71	1,34	0,54	1,47	0,67
Isopoda	1,87	0,75	1,28	0,51	-	-
Acarina	1,99	0,80	1,21	0,48	1,87	0,87
Isoptera	1,99	0,80	2,49	1	1,87	0,87
Diplopoda	2,17	0,87	2,01	0,80	2,17	1
Hemiptera	-	-	2,01	0,80	2,17	1
Larva de Lepidoptera	2,47-	1	-	-	-	-
Scorpiones	2,47	1	-	-	-	-

3.3. Correlação de Pearson

Levando em consideração as estimativas de correlação de Pearson (Tabela 4) observa-se que, embora os valores tenham sido baixos, as variáveis conteúdo de água do solo e temperatura do solo apresentaram correlação significativa com a produção de serapilheira acumulada ($p = 0.01627$ e $p = 0.01654$, respectivamente, ambos ao nível de 5% de probabilidade). Não houve correlação entre precipitação e acúmulo de serapilheira (Tabela 4). Todos os resultados das correlações foram negativos, o que quer dizer que há uma tendência de que quando o conteúdo de água do solo ou a temperatura do solo aumenta, a quantidade de serapilheira acumulada diminui. Cabe ressaltar que, devido à baixa correlação verificada, possivelmente outras variáveis climáticas e/ou ambientais, como o gradiente topográfico (declividade), composição física e química do solo, estariam influenciando no acúmulo da serapilheira.

Tabela 4: Estimativas de correlações de Pearson entre a serapilheira acumulada com temperatura do solo (TS), conteúdo de água do solo (CAS) e precipitação pluvial (PP)

Variáveis	TS	CAS	PP
Serapilheira acumulada	-0,18*	-0,18*	-0,09

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com Campos *et al.* (2008), quando as correlações entre as variáveis são medidas, como no presente estudo, que destacou as variáveis (temperatura do solo, conteúdo de água do solo e precipitação pluvial) e a serapilheira, podem variar entre moderada e fraca, significando que, as variáveis podem contribuir, mas não definem o processo de acúmulo de serapilheira.

Desse modo, os parâmetros que permitem comparar o comportamento das espécies dentro de um ecossistema mais estável e/ou conservado como na Área I são primordiais para se estabelecer critérios e monitorar programas de recuperação de áreas alteradas e/ou degradadas (VALENTINI *et al.*, 2014). Deste modo, a variação da produção de serapilheira acumulada sobre o solo também está relacionada à estrutura da floresta, já que foi observado na Área I o maior acúmulo de serapilheira decorrente ao porte das árvores, sendo necessário estudos a longo prazo para consolidar os padrões observados nesta pesquisa, e aprofundar os estudos sobre metodologias que permitam relacionar além do porte das árvores, o tamanho do dossel com

a produção de serapilheira nos ambientes estudados, uma demanda também apontada por Santos Neto *et al.* (2015).

5. Conclusões

- Os ambientes florestais estudados no Parque Municipal de Maceió indicam produção contínua de serapilheira ao longo dos meses estudados, sendo que a Área I apresenta maior quantidade de serapilheira acumulada independente do mês avaliado, atribuída ao porte das árvores;
- As folhas e galhos são as frações mais observadas na serapilheira nos três ambientes estudados, sendo que todas as frações contribuem na devolução de nutrientes ao solo, e na manutenção do equilíbrio do ecossistema;
- As variáveis conteúdo de água do solo e temperatura do solo apresentam correlação baixa, porém significativa, com a produção de serapilheira acumulada, não havendo correlação entre precipitação e o acúmulo de serapilheira;
- O grupo mais abundante na serapilheira acumulada é Hymenoptera nos três ambientes estudados comprovado pelos baixos valores dos índices de Shannon e Pielou;
- São necessários estudos sistematizados em Unidades de Conservação para que sejam reforçadas informações que possam subsidiar as recomendações para o uso sustentável deste e de outros espaços florestais urbanos.

6. Recomendações

Recomenda-se uma fiscalização intensiva associada a campanhas de educação junto à comunidade local, visando inibir o descarte irregular de lixo e a inserção de espécies vegetais exóticas no interior do Parque Municipal de Maceió;

A fim de uma maior compreensão sobre a dinâmica da serapilheira no Parque Municipal de Maceió, é importante aprofundar pesquisas, como produção e decomposição da serapilheira relacionada às variáveis edafoclimáticas.

Referências

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, jan. 2014.
- BARBOSA, V.; BARRETO-GARCIA, P.; GAMA-RODRIGUES, E.; PAULA, A. de. Biomassa, carbono e nitrogênio na serapilheira acumulada de florestas plantadas e nativa. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 24, n. 1, p. 1-9, abr. 2017.
- BARETTA, D.; BARTZ, M. L. C.; FACHINI, I.; ANSEMI, R.; ZORTÉA, T.; BARETTA, C. R. D. M. Soil fauna and its relation with environmental variables in soil management systems. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 5, p. 871-879, dez. 2014.
- BAUER, D.; FÜHR, C. S.; SANTOS, G. M. dos; SCHMITT, J. L. Acúmulo de serapilheira em fragmentos da Floresta Atlântica Subtropical. **Revista Pesquisas**, São Leopoldo, v. 1, n. 71, p. 119-130. jan./dez. 2018.
- BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology**: individuals, populations and communities. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 1996. 1068 p.
- CABRERA, G. La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. **Revista Pastos y Forrajes**, Matanzas, v. 35, n. 4, p. 349-363, set./dez. 2012.
- CALDEIRA, M. V. W.; VITORINO, M. D.; SCHAADT, S. S.; MORAES, E.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 53-68, jan./mar. 2008.
- CALHEIROS, A. R.; SILVA, S. R. de C. M. e.; ACIOLI, T. G.; SOUZA, M. A.; COSTA, J. G. da. Efeito da invasão biológica sobre a diversidade taxonômica de organismos edáficos de um fragmento de Mata

Atlântica. In: XVII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 7, 2020. Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: IFSULDEMINAS, 2020. p. 1-5.

CAMARA, R.; SANTOS, G. L. dos; PEREIRA, M. G.; SILVA, C. F. da; SILVA, V. F. V.; SILVA, R. M. Effects of natural atlantic forest regeneration on soil fauna, Brazil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 25, n. 1, p. 1-10, dez. 2017.

CAMPOS, E. H.; ALVES, R. R.; SERATO, D. S.; RODRIGUES, G. S. de S. C.; RODRIGUES, S. C. Acúmulo de serrapilheira em fragmentos de mata Mesofítica e Cerrado Stricto Senso em Uberlândia-MG. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 189-203, jun. 2008.

CARDOSO, S. L. C.; VASCONCELLOS SOBRINHO, M.; VASCONCELLOS, A. M. de A. Gestão ambiental de parques urbanos: o caso do Parque Ecológico do Município de Belém Gunnar Vingren. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 74-90, jan./abr. 2015.

CONSTANTINO, R. Isoptera. In: RAFAEL, J. A. **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. 1. ed. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. p. 311-321.

CORRÊA, R. S. **Ciclagem de nutrientes em *Eucalyptus dunnii* estabelecido no Bioma Pampa**. 2011. 99 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)-Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

COSTA, M. C. da; COSTA, A. C. L. da; COELHO, L. T. da S.; SILVA, T. M. L.; AZEVEDO, A. F. Correlação entre precipitação pluviométrica e umidade do solo na produção de serapilheira em Caxiuana (PA). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aracaju, v. 5, n. 1, p. 170-179, jan./jun. 2014.

CREPALDI, R. A.; PORTILHO, I. I. R.; SILVESTRE, R.; MERCANTE, F. M. Formigas como bioindicadores da qualidade do solo em sistema integrado lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 5, p. 781-787. maio 2014.

CUNHA NETO, F. V.; LELES, P. S. S.; PEREIRA, M. G.; BELLUMATH, V. G. H.; ALONSO, J. M. Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações florestais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 379-387, jul./set. 2013.

DANCEY, C. P.; REIDY, T. **Estatística sem matemática para psicologia**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 608 p.

DIDION, M.; REPO, A.; LISKI, J.; FORSIUS, M.; BIERBAUMER, M.; DJUKIC, I. Towards harmonizing leaf litter decomposition studies using standard tea bags a field study and model application. **Forests**, Basel, v. 7, n. 8, p. 2-12, set. 2016.

GIRACCA, E. M. N.; ANTONIOLLI, Z. I.; ELTZ, F. L. F.; BENEDETTI, E.; LASTA, E.; VENTURINI, S. F.; VENTURINI, E. F.; BENEDETTI, T. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia de Arroio Lino, Agudo/RS. **Revista Brasileira Agrociências**, Pelotas, v. 9, n. 3, p. 257-261, jul./set. 2003.

GRAZIA, J.; CAVICHIOLI, R. R.; WOLF, R. R. S.; FERNANDES, J. A. M.; TAKIYA, D. M. Hemiptera. Linnaeus, 1758. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. (Ed.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. 1. ed. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. p. 347-405.

HENRIQUES, I. G. N.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; SANTOS, W. de S; HENRIQUES, I. G. N.; LIMA, T. S. Acúmulo, deposição e decomposição de serrapilheira sob a dinâmica vegetacional da Caatinga em Unidade de Conservação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 11, n. 1, p.84-89, jan./mar. 2016.

HICKMAN JR., C. P.; ROBERTS, L. S.; KEEN, S. L.; EISENHOUR, D. J.; LARSON, A.; I'ANSON, H. **Princípios integrados de Zoologia**. 16. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. 954 p.

INMET-INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil 1981-2010.**

Disponível em: www.inmet.gov.br. Acesso em: 25 mar. 2018, 18:57:00.

KLENK, L. A. **Macrofauna invertebrada edáfica em pastagem com pastoreio rotativo sob diferentes preparos orgânicos em condições subtropicais no Sul do Brasil.** 2010. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)-Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

LIMA, B. M. **Áreas de proteção permanente – APPs em Maceió: do ideário conservacionista aos usos socioambientais das zonas de interesses ambiental e paisagístico.** 2009. 140 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)-Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

LIMA, N. L.; SILVA-NETO, C. de M. e; CALIL, F. N.; SOUZA, K. R. de; MORAES, D. C. de. Acúmulo de serapilheira em quatro tipos de vegetação no estado de Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia, v. 11, n. 22, p. 39-46, dez. 2015.

MACHADO, M. R.; RODRIGUES, F. C. M. P.; PEREIRA, M. G. Produção de serapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 143-151, jan./fev. 2008.

MARQUES, A. C. A. **Contribuição da serapilheira na dinâmica de carbono e nitrogênio em áreas do Pantanal Mato-Grossense.** 2018. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais)-Faculdade de Ciências Agrárias e Exatas de Primavera do Leste, Universidade de Cuiabá, Mato Grosso, 2018.

MONTEIRO, R. F.; MACEDO, M. V.; NASCIMENTO, M. de S.; CURY, R. S. F. Composição, abundância e notas sobre a ecologia de espécies de larvas de lepidópteros associadas a cinco espécies de plantas hospedeiras no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 51, n. 4, p. 476-483, dez. 2007.

MORAES, R. M.; DELITTI, W. B. C.; RINALDI, M. C. S.; REBELO, C. F. Ciclagem mineral em Mata Atlântica de encosta e mata sobre restinga, Ilha do Cardoso, SP: nutrientes na serapilheira acumulada. In: IV SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 4, 1998, Águas de Lindóia. **Anais... Águas de Lindóia: ACIESP**, 1998. p. 71-77.

OLSON, J. S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology**, Washington, v. 44, n. 2, p. 322-331, apr. 1963.

OTT, R. Abundância e sazonalidade de *Bothriurus signatus* (Arachnida, Scorpiones) em diferentes formações vegetais em São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**. Porto Alegre. v. 104, n. 1, p.92-98, mar. 2014.

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

PIRES, L. A.; BRITZ, R. M. D.; MARTEL, G.; PAGANO, S. N. Produção, acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 173-184. jan./mar. 2006.

PODGAISKI, L. R.; OTT, R.; RODRIGUES, E. N. L.; BUCKUP, E. H.; MARQUES, M. A. de L. Araneofauna (Arachnida; Araneae) do Parque Estadual do Turvo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biota Neotrópica**, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 197-212, maio. 2007.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing.** Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2019. Disponível em: <https://www.R-project.org>. Acesso em: 10 out. 2020, 15:01:47.

RIBEIRO, T. de O.; BAKKE, I. A.; SOUTO, P. C.; BAKKE, O. A.; LUCENA, D. da S. Diversidade do banco de sementes em diferentes áreas de Caatinga manejadas no semiárido da Paraíba, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 203-213, jan./mar. 2017.

- SANTANA, J. A. da S.; SOUTO, J. S. Produção de serapilheira na Caatinga da região semi-árida do Rio Grande do Norte, Brasil. *IDESIA*, Chile, v. 29, n. 2. p. 87-94, may./ago, 2011.
- SANTANA, J. A. da S.; VILAR, F. C. R.; SOUTO, P. C.; ANDRADE, L. A. de. Acúmulo de serapilheira em plantios puros e em fragmento de Mata Atlântica na Floresta Nacional de Nísia Floresta-RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 59-66, jul./set. 2009.
- SANTANA, J. A. S. **Estrutura fitossociológica, produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de Caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte**. 2005. 206 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.
- SANTOS NETO, A. P.; BARRETO, P. A. B.; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; NOVAES, A. B. de; PAULA, A. de. Produção de serapilheira em floresta estacional semidecidual e em plantios de *Pterogyne nitens* Tull. e *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake no sudoeste da Bahia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 633-643, jul./set. 2015.
- SANTOS, D. M. dos; SILVA, K. A. da; ALBUQUERQUE, U. P. de; SANTOS, J. M. F. F. dos; LOPES, C. G. R.; ARAÚJO, E. de L. Can spatial variation and inter-annual variation in precipitation explain theseed density and species richness of the germinable soil seed bank in a tropical dry forest in north-eastern Brazil? **Flora**, Amsterdam, v. 208, n. 7, p. 445-452, july. 2013.
- SANTOS, P. S. dos; SOUZA, J. T. de; SANTOS, J. M. F. F. dos; SANTOS, D. M. dos; ARAÚJO, E. de L. Diferenças sazonais no aporte de serapilheira em uma área de caatinga em Pernambuco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 94-101, out./dez. 2011.
- SCHUMACHER, M. V.; TRÜBY, P.; MARAFIGA, J. M.; VIERA, M.; SZYMCZAK, D. A. Espécies predominantes na deposição de serapilheira em fragmento de floresta estacional decidual no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 3, p. 479-486, jul./set. 2011.
- SILVA, I. F.; PEREIRA, D. S.; SILVA, S. R. F. Estudos morfológicos do bambu (*Bambusa cf. vulgaris* L.), uma espécie invasora em área de Mata Atlântica no Parque Municipal de Maceió-Alagoas. **Revista Semente**, Maceió, v. 6, n. 6, p. 99-109, abr. 2011.
- SILVA, M. S. C. da. **Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais em Paraty, RJ**. 2006. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.
- SILVA, R. A.; SIQUEIRA, G. M.; COSTA, M. K. L.; GUEDES FILHO, O.; SILVA, Ê. F. de F. e. Spatial variability of soil fauna under different land use and managements. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 42, n. 1, p. 1-18, may. 2018.
- SILVA, R. F. da; AQUINO, A. M. de; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. de F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 697-704, abr. 2006.
- SOUZA, M. A. **Dinâmica da serapilheira e fauna edáfica em áreas de murici (*Byrsonima gardneriana* A. Juss) no Semiárido de Alagoas, Brasil**. 2014. 155 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2014.
- SPERANDIO, H. V.; CECÍLIO, R. A.; SILVA, V. H.; LEAL, G. F.; BRINATE, I. B.; CALDEIRA, M. V. W. Emprego da serapilheira acumulada na avaliação de sistemas de restauração florestal em Alegre-ES. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 19, n. 4, p. 460-467, out./dez. 2012.
- TEDESCO, J. M.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises do solo, plantas e outros materiais**. 1. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 188 p. (Boletim técnico).
- TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudos dos insetos**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 809 p.

URBANOWSKI, C. K.; HORODECKI, P.; KAMCZYC, J.; SKORUPSKI, M.; JAGODZIŃSKI, A. M. Does litter decomposition affect mite communities (Acari, Mesostigmata)? A five-year litterbag experiment with 14 tree species in mixed forest stands growing on a post-industrial área. **Geoderma**, Amsterdã, v. 391, n. 1, p. 1-13, feb. 2021.

VALENTINI, C. M. A.; SOARES, G. S.; SANTANA, R. A.; GUIMARÃES, A. F. S.; SILVA, A. H. B. Produção, acúmulo e decomposição de serapilheira em uma área revegetada do Parque Estadual Massairo Okamura em Mato Grosso. **Holos**, Natal, v. 5, n. 5, p. 211-221, set./out. 2014.

VIDAL, M. M.; PIVELLO, V. R.; MEIRELLES, S. T.; METZGER, J. P. Produção de serapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): importância da borda e tamanho dos fragmentos. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 521-532, jul./set. 2007.

VOURLITIS, G. L.; HENTZ, C. S.; PINTO JR., O. B.; CARNEIRO, E.; NOGUEIRA, J. de S. Soil N, P, and C dynamics of upland and seasonally flooded forests of the Brazilian Pantanal. **Global Ecology and Conservation**, Amsterdam, v. 12, n. 4, p. 227-240. oct. 2017.

ZILLER, S. R. **Invasões biológicas**. Disponível em: www.ambientebrasil.com.br. Acesso: em 06 jun. 2021, 19:28:25.



BY



NC



SA

Este artigo é distribuído nos termos e condições do *Creative Commons Attributions/Atribuição- NãoComercial-CompartilhaIgual* (CC BY-NC-SA).