

# Biomassa da serapilheira acumulada sobre o solo em um fragmento florestal no Piauí

## Autores:

### Rafael Lima de Carvalho

Mestrando em Agronomia, Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAGRO), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS

### Felipe Gomes Da Cunha

Bacharel em Engenharia Agrônômica, Universidade estadual do Piauí, Teresina-PI

### Renan Marré Biazatti

Doutorando em Agronomia (PPGAGRO, UFGD), Dourados-MS

### Bruno Lenhart Pinheiro

Mestrando em Agronomia (PPGAGRO, UFGD), Dourados-MS

### Carolina González Aquino

Mestranda em Zootecnia, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS

### Silvia Correa Santos

Professora do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAGRO, UFGD), Dourados-MS

DOI: 10.58203/Licuri.20962

## Como citar este capítulo:

CARVALHO, Rafael Lima et al. Biomassa da serapilheira acumulada sobre o solo em um fragmento florestal no Piauí. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 9-21.

ISBN: 978-65-85562-09-6

## Resumo

Informações a respeito da sazonalidade e quantidade da serapilheira acumulada fornecem subsídios para um melhor entendimento da dinâmica da ciclagem de nutrientes nos ecossistemas terrestres. Nesse sentido, objetivou-se analisar a dinâmica de acumulação da biomassa de serapilheira acumulada sobre o solo em fragmento de mata secundária, na cidade de Teresina, PI. A serapilheira acumulada na superfície do solo foi estimada através de coletas em cinco pontos amostrais. Foram determinados os valores do conteúdo de água do solo, da temperatura da superfície do solo, e do diâmetro ao nível do solo das espécies lenhosas. Espécimes da macrofauna do solo foram coletados para análise da diversidade dos grupos constituintes. A serapilheira acumulada foi estimada em 6,78 Mg ha<sup>-1</sup>, no início do período seco, e 10,02 Mg ha<sup>-1</sup>, no início do período chuvoso. Não foram observadas correlações significativas entre a biomassa de serapilheira acumulada e as demais variáveis. O levantamento da macrofauna edáfica indicou abundância de indivíduos que realizam a função de transformação do material formador da serapilheira. A elevada biomassa de resíduos sobre o solo, no início do período chuvoso indicam a importância desse compartimento na proteção

**Palavras-chave:** Adubação. Fertilidade. Culturas anuais. Micronutrientes.

## INTRODUÇÃO

Segundo Moraes et al. (1998), a serapilheira acumulada representa a diferença entre a deposição e a decomposição do material vegetativo, estando esse material depositado sobre o solo, sendo um importante estoque de nutrientes. Em todas as tipologias florestais, sabe-se que a produção de serapilheira representa o primeiro estágio de transferência de nutrientes e energia da vegetação para o solo, pois a maior parte dos nutrientes absorvidos pelas plantas retorna ao piso florestal por meio da queda de serapilheira ou lavagem foliar (CARPANEZZI, 1997).

Caldeira et al. (2008), relatam que a quantidade de serapilheira sobre o solo varia em função da composição de espécies, da intensidade da cobertura florestal, do estágio sucessional, da idade, da época da coleta, do tipo de floresta e do local. A serapilheira acumulada desempenha um papel essencial no crescimento das plantas, pois influencia nas propriedades físicas, biológicas e químicas dos solos, bem como aumenta a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo (SYERS; CRASWEL, 1995; GARAY; ANDRADE DE; KINDEL, 2001).

O acúmulo de serapilheira, na superfície do solo, é regulado pela quantidade de material que cai da parte aérea das plantas e por sua taxa de decomposição. Quanto maior a quantidade que cai desse material e quanto menor a sua velocidade de decomposição, maior será a camada de serapilheira (CORREIA; ANDRADE, 2008). Delitti (1995) afirma que nem sempre a entrada de material formador de serapilheira e a sua decomposição ocorrem simultaneamente. O sincronismo na dinâmica de serapilheira é função das condições microambientais onde os processos ocorrem.

Em diversos ecossistemas observa-se maior aporte e acúmulo de serapilheira sobre o solo na estação seca, e maior decomposição, diminuindo a quantidade sobre o solo, na estação chuvosa. Este acúmulo de material orgânico sobre o solo, por um expressivo período, é de fundamental importância, devido à sua função de proteção contra os processos erosivos que ocorrem no início da estação chuvosa, (MCDONALD et al., 2003), bem como, de abrigo para a fauna edáfica (LAVELLE et al., 2003).

Os invertebrados e os microrganismos são os principais agentes da desestruturação química e física que ocorre após a senescência ou morte de partes ou até de indivíduos inteiros (CORREIA; ANDRADE, 2008). A serapilheira, para Merlim (2005), não representa

apenas o alimento para os organismos, mas também o micro hábitat, propiciando assim, a sua sobrevivência e reprodução. A qualidade da serapilheira influencia a quantidade, composição e atividade dos microrganismos e a fauna edáfica, que atuam na degradação do material e influenciam a taxa de decomposição e dinâmica de nutrientes (LIMA et al., 2010). A atividade desses organismos, bem como suas especificidades, é fundamental para sustentabilidade dos ecossistemas, naturais ou manejados (CATANOZI, 2010).

A macrofauna edáfica desenvolve importante papel na decomposição de serapilheira para posterior transferência de nutrientes para o solo e apresenta intensa atividade na camada superficial do horizonte mineral dos solos. Essa atividade está diretamente envolvida com a temperatura, umidade e substrato, onde as fases de decomposição alternam-se com os microrganismos (MORSELLI, 2009). Sendo assim, a macrofauna edáfica pode indicar fatores de qualidade em solos sob diferentes ecossistemas submetidos a diferentes sistemas de cobertura vegetal e uso (BARETTA et al., 2010).

A compreensão dos fatores determinantes, assim como, as estimativas das biomassas, na dinâmica de acumulação, deposição e aporte de serapilheira, em ecossistemas naturais e em diferentes níveis de impactos antrópicos, podem ser úteis para avaliação da qualidade ambiental e como referência no manejo agroecológico.

Contudo, o objetivo do estudo foi analisar a dinâmica de acumulação da biomassa de serapilheira acumulada sobre o solo em fragmento de mata secundária, na cidade de Teresina, PI.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa foi realizada nos períodos de julho de 2021, janeiro e fevereiro de 2022, no Parque de Exposições Dirceu Arcoverde, localizado na cidade de Teresina, Piauí, com coordenadas geográficas “5°03’53 S e 42°42’08”W. A localidade possui temperatura média anual de 27,9 °C e pluviosidade média anual de 1.451 mm (ANDRADE JÚNIOR et al., 2004). Na Tabela 1, encontram-se os atributos químicos do solo na área da pesquisa.

**Tabela 1.** Atributos químicos do solo na área do fragmento de mata nativa secundária na cidade de Teresina, PI.

pH (H <sub>2</sub> O)	P	K	Na	Ca	Mg	H+Al	V	MO
	mg dm <sup>-3</sup>	----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					%	g kg <sup>-1</sup>
5,0	6,0	0,04	0,01	1,20	0,90	3,50	38,0	21,1

V: saturação por bases; MO: matéria orgânica. **Fonte:** laboratório de solos do CCA/UFPI (2021).

Os dados foram obtidos em um fragmento de mata nativa secundária, que ocupa uma área de 3.750 m<sup>2</sup>. Há predominância da espécie sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), presença de outras fabáceas arbóreas, arbustos e vegetação herbácea. A área é utilizada pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Piauí - UESPI para atividades de ensino, pesquisa e extensão (Figura 1).

Na área foram demarcados cinco pontos ao longo de um transecto, com sentido norte-sul, distantes 8 metros entre eles, totalizando cinco pontos amostrais.

A serapilheira acumulada na superfície do solo foi estimada através de coletas nos pontos amostrais. Coletou-se três amostras por ponto, totalizando 15 amostras na área. Para a coleta utilizamos um molde vazado quadrado com área útil de 0,16 m<sup>2</sup> (Figura 2A), lançado aleatoriamente nas proximidades de cada ponto amostral. Foi considerado como serapilheira acumulada, todo material vegetal decíduo depositado sobre o solo, em diferentes graus de decomposição, dentro do espaço delimitado pelo molde. A serapilheira circunscrita no molde foi coletada em sacos plásticos devidamente identificados (Figura 2B).

O material foi pesado em balança digital, com precisão de 0,1 g. Posteriormente, foi retirada uma amostra de aproximadamente 100 g, de cada ponto amostral, para determinação do teor de umidade.

As amostras tiveram suas massas seca determinadas, após secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 65 °C, com auxílio de uma balança digital, com precisão de 0,1 g. A biomassa seca da serapilheira de cada um dos pontos amostrais foi estimada com base na relação entre massa seca e massa úmida da amostra. A serapilheira acumulada, na área, foi estimada a partir dos valores médios de cada ponto amostral. A quantidade de serapilheira acumulada encontrada no molde foi estimada em Mg ha<sup>-1</sup>.



**Figura 1.** Área de mata nativa, utilizada para a coleta dos dados da pesquisa, na cidade de Teresina, PI. Fonte: Google Earth (2022).

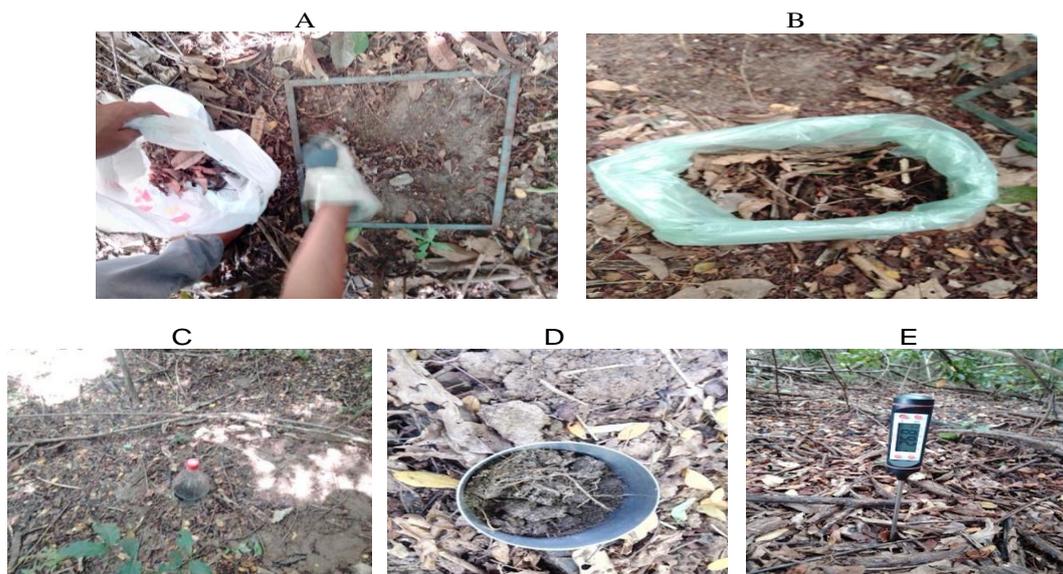
A partir de cada ponto amostral, foram contabilizados os indivíduos lenhosos, presentes em um raio de 3 m (área circular de aproximadamente 28,3 m<sup>2</sup>). Como critério de inclusão das plantas lenhosas, utilizamos o diâmetro mínimo na base do caule de 2 cm e altura mínima de 1 m. Em cada planta, dentro dos limites do raio de 3 m, foi medida a circunferência do caule ao nível do solo, com auxílio de fita métrica. Em indivíduos perfilhados foram considerados dois casos: i) todos os perfilhos crescem de uma base comum; ii) não se observa uma base comum. No primeiro caso, foi medida a circunferência da base, considerando os critérios de inclusão de diâmetro e altura. No segundo caso, foi medido cada perfilho que obedeça aos critérios de inclusão e cada um receberá um tratamento como se fosse um indivíduo (RODAL et al., 2013). As circunferências foram convertidas em diâmetro ao nível do solo, conforme equação:  $DNS\ (cm) = CNS/\pi$ , onde: DNS: diâmetro ao nível do solo; CNS: circunferência ao nível do solo;  $\pi\ (\pi) = 3,14$ .

Para o levantamento dos grupos da macrofauna epígea, ou seja, os espécimes que atuam na superfície do solo foram instalados, em cada ponto amostral, uma armadilha do tipo Provid, segundo Antonioli et al. (2006), modificada para essa pesquisa. As armadilhas foram constituídas de garrafas pet, com capacidade para dois litros, contendo quatro aberturas laterais com dimensões de 3,0 cm x 3,0 cm, dispostas equidistantes e a uma altura de 20 cm da base. As garrafas foram enterradas de modo que as bordas inferiores das quatro aberturas fiquem ao nível da superfície do solo, Antonioli et al. (2006), (Figura 2C).

Foi adicionado às armadilhas 200 ml de uma solução composta de detergente neutro a 10%, e dez gotas de formol diluído, utilizado para conservação da fauna edáfica capturada nos recipientes. As armadilhas permaneceram no campo durante 96 horas (PEREIRA JÚNIOR et al., 2010). Os indivíduos capturados foram separados dos fragmentos e identificados ao nível taxonômico de Ordem. Foram classificados como macrofauna epígea todos os invertebrados que apresentarem diâmetro corporal entre 2 e 20 mm (BARETTA et al., 2011). Para conservação por um maior período, os organismos foram transferidos para recipientes plásticos de 50 ml com solução de álcool etílico 70% e mantidos em temperatura ambiente.

O conteúdo de água do solo foi determinado nos pontos amostrais pelo método gravimétrico, na camada de 0-10 cm do solo (Figura 2D), de acordo com EMBRAPA (2017).

A temperatura da superfície do solo foi aferida, nas proximidades de cada ponto amostral, com auxílio de termômetro digital, tipo espeto, com precisão decimal. A aferição foi realizada no dia da coleta da serapilheira, no horário de 11h00min (Figura 2E).



**Figura 2.** etapas do estudo: (A) coleta da serapilheira; (B) serapilheira coletada ensacada; (C) armadilha tipo Provid para captura da macrofauna epígea; (D) solo coletado para determinação da umidade; (E) aferição da temperatura com termômetro digital. **Fonte:** Carvalho (2022)

Através de análise estatística descritiva, foram determinados os parâmetros descritivos, média, valor máximo e mínimo e coeficiente de variação, para a biomassa de serapilheira acumulada sobre o solo, conteúdo de água e temperatura do solo, o diâmetro ao nível do solo (DNS) e o nº de indivíduos lenhosos/28,3 m<sup>2</sup>. A diversidade da macrofauna edáfica foi avaliada através do índice de Shannon-Wiener, dado por  $H = - \sum p_i \times \log p_i$ , onde  $p_i = n_i/N$  ( $n_i$  = densidade de cada grupo e  $N$  = somatório da densidade de todos os grupos). Foi analisada a correlação da biomassa de serapilheira acumulada, com as demais variáveis do ambiente através de matriz de correlação. A análise dos dados foi realizada com o auxílio do programa Bioestat 5.0 (AYRES et al., 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de biomassa da serapilheira acumulada sobre o solo apresentaram variabilidade espacial e temporal (Tabela 2). A variabilidade espacial pode estar associada à diversidade e distribuição da composição florística e dos fatores abióticos e bióticos nos microsítios do solo na área de estudo. A variabilidade temporal deve estar condicionada à dinâmica dos processos de produção e de decomposição, dependentes da sazonalidade (GODINHO et al., 2013). A área da pesquisa apresenta espécies vegetais pertencentes a diferentes famílias, que possuem aspectos morfológicos e fenológicos distintos e uma distribuição espacial igualmente distinta. Segundo Archanjo et al. (2012) isso pode contribuir para gerar tal variabilidade espacial no acúmulo da serapilheira.

Em estimativa realizada na Zona da Mata pernambucana, em área de bosque de sabiá, com 0,3 ha, Ferreira et al. (2007) estimaram uma biomassa média anual acumulada sobre o solo de 8,91 Mg ha<sup>-1</sup>. Em estimativas realizadas em área de 0,5 ha, nos períodos chuvoso e seco, plantada com *Mimosa velloziana*, Caldeira et al. (2020) observaram 12,32 Mg ha<sup>-1</sup> e 11,62 Mg ha<sup>-1</sup> de serapilheira acumulada respectivamente. Carvalho et al. (2020), em área de Caatinga, no Sudeste piauiense encontraram 4,84 Mg ha<sup>-1</sup> em mata relativamente preservada, e 3,24 Mg ha<sup>-1</sup> em mata utilizada para pastejo caprino, durante o período seco. Conforme O'Connell e Sankaran (1997), em determinados locais da América do Sul, a biomassa da serapilheira acumulada de florestas tropicais naturais varia entre 3,1 e 16,5 Mg ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 2.** Medias descritivas Serapilheira acumulada sobre o solo, conteúdo gravimétrico de água (CGA), na camada 0 - 10 cm, e temperatura da superfície do solo (°C), em área de mata nativa (MN), no município de Teresina, PI.

Parâmetros	Serapilheira (Mg ha <sup>-1</sup> )	CGA (kg kg <sup>-1</sup> )	Temperatura (°C)
Período seco			
Média	6,78	-	-
Mínimo e Máximo	5,55 - 8,24	-	-
CV (%)	16,68	-	-
Período úmido			
Média	10,02	0,09	27,4
Mínimo e Máximo	6,75 - 14,00	0,07 - 0,12	26,6 - 27,9
CV (%)	30,18	22,22	1,86

Coeficiente de variância CV, medias descritivas pelo teste de descritivo pelo Bioestat 5.0. Fonte: Carvalho (2022).

Vale ressaltar que a coleta do material formador da serapilheira, no período seco, foi realizada no mês de julho. O balanço hídrico do solo, nos meses que antecederam essa coleta devem ter favorecido à decomposição da serapilheira, considerando os eventos de precipitação pluvial na região, com maiores entradas de energia no sistema florestal, resultando em uma menor biomassa acumulada (6,78 Mg ha<sup>-1</sup>). Na segunda coleta, realizada no início do período chuvoso, a maior biomassa de serapilheira (10,02 Mg ha<sup>-1</sup>) observada deve ter sido resultante do período seco que a antecedeu, onde ocorre geralmente maior aporte de resíduos, associados com baixa taxa de decomposição do material.

Estudos adicionais que contemplem a determinação das variáveis ambientais, considerando a sazonalidade, como também, estimativas de aporte de serapilheira no fragmento florestal ao longo do ano, devem ser realizados para descrever a dinâmica de forma mais precisa e confiável. Vale lembrar que o estudo da acumulação é utilizado para a determinação de taxas de decomposição da serapilheira, que, por sua vez, são variáveis importantes na quantificação da transferência de nutrientes desse compartimento para o solo. O equilíbrio desse ecossistema depende da mineralização e ciclagem dos nutrientes, sobretudo, se considerarmos a baixa fertilidade do solo (Tabela 1).

Na análise do diâmetro ao nível do solo (DNS), nas parcelas circulares, observa-se que os indivíduos lenhosos do fragmento florestal apresentaram média aritmética de

6,63 cm (Tabela 3) e alta amplitude, com indivíduos variando de 2,2 a 28,3 cm.

**Tabela 3.** Diâmetro ao nível do solo (DNS) e número de indivíduos lenhosos contribuintes para o material formador de serapilheira em uma área circular de 28,3 m<sup>2</sup> (N), em área de mata nativa (MN), na cidade de Teresina, PI.

Estatística Descritiva	DNS (cm)	N
Média	6,63	15,8
Mínimo e Máximo	2,2 - 28,3	15 - 18
CV (%)	56,84	8,25

Coeficiente de variância CV, medias descritivas pelo teste de descritivo pelo Bioestat 5.0 . **Fonte:** Carvalho (2022).

No levantamento da macrofauna edáfica foram capturados 401 indivíduos, onde foram observadas as classes Insecta, Arachnida e Diplopoda (Tabela 4). As ordens com maior abundância foram Hymenoptera (29,43%), Opiliones (20,20%), Holothyrida (17,46%), Aranea (14,96%) e Coleoptera (9,23%).

Esses grupos de artrópodes, presentes na área da pesquisa, são conhecidos por realizarem importantes funções ambientais, que influenciam na dinâmica de acumulação de serapilheira, dentre elas o consumo da matéria orgânica em decomposição (coleópteros, himenópteros e diplópodes); fragmentação dos detritos vegetais, tornando-os mais acessíveis aos microrganismos decompositores, ou promoção do crescimento de microrganismos nas fezes peletizadas (coleópteros e diplópodes) (SOUZA et al., 2015).

Não foram observadas correlações significativas entre a serapilheira acumulada e as demais variáveis (Tabela 5). Gomes et al. (2009), ao correlacionarem a produção de serapilheira com variáveis dendrométricas, encontraram forte influência do diâmetro à altura do peito (DAP) dos indivíduos arbóreos com a serapilheira em floresta madura e mata secundária inicial, pertencentes ao domínio do bioma Cerrado.

**Tabela 4.** Resultado do levantamento dos grupos da macrofauna do solo e Índice de Diversidade (Shannon-Wiener) em níveis de Classe e Ordem sobre área de mata nativa (MN) através do número de indivíduo e porcentagem por ordem, no município de Teresina, PI.

Classe	Ordem	MN	%
Insecta	Hymenoptera	118	29,43
Arachnida	Olipiones	81	20,20
Arachnida	Holothyrida	70	17,46
Arachnida	Aranea	60	14,96
Insecta	Coleoptera	37	9,23
Insecta	Diptera	11	2,74
Insecta	Orthoptera	10	2,49
Insecta	Dermaptera	5	1,25
Insecta	Zygentonea	2	0,50
Insecta	Hemiptera	1	0,25
Diplopoda	Julida	1	0,25
Diplopoda	Oniscomorpha	1	0,25
Arachnida	Scorpiones	1	0,25
Insecta	Mantodea	1	0,25
Insecta	Plecoptera	1	0,25
Arachnida	Pseudoscorpiones	1	0,25
<b>Total</b>		<b>401</b>	<b>100%</b>
<b>Índice de Diversidade</b>		<b>0,8114</b>	

**Tabela 5** - Matriz de correlação para as variáveis serapilheira acumulada sobre o solo (SR), diâmetro ao nível do solo (DNS), nº de indivíduos lenhosos/28,3 m<sup>2</sup> (N), conteúdo gravimétrico de água (CGA), temperatura da superfície do solo (TS) e riqueza da macrofauna (RM), em área de mata nativa, no município de Teresina, PI.

Variáveis	SR	DNS	N	CGA	TS	RM
SR	1	-	-	-	-	-
DNS	-0,5218 <sup>ns</sup>	1	-	-	-	-
N	0,1314 <sup>ns</sup>	-0,2456 <sup>ns</sup>	1	-	-	-
CGA	0,5681 <sup>ns</sup>	0,2781 <sup>ns</sup>	-0,1917 <sup>ns</sup>	1	-	-
TS	-0,7144 <sup>ns</sup>	-0,1791 <sup>ns</sup>	-0,0991 <sup>ns</sup>	0,7207 <sup>ns</sup>	1	-
RM	0,4149 <sup>ns</sup>	-0,7684 <sup>ns</sup>	-0,4118 <sup>ns</sup>	0,1917 <sup>ns</sup>	0,1754 <sup>ns</sup>	1

ns = não significativo ( $p > 0,05$ )

## CONCLUSÕES

A biomassa de serapilheira acumulada sobre o solo no início do período chuvoso é superior à biomassa acumulada no início do período seco.

A macrofauna edáfica presente é constituída de 16 táxons, com grupos de organismos importantes para o processo de decomposição dos resíduos orgânicos em ambos períodos sobre a área.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE JÚNIOR, A.S.; BASTOS, E.A.; SILVA, C.O.; GOMES, A.A.N.; FIGUEREDO JÚNIOR, L.G.M. **Atlas climatológico do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 151 p.
- ARCHANJO, K. M. P. A.; SILVA, G. F.; CHICHORRO, J. F.; SOARES, C. P. B. Estrutura do componente arbóreo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Cafundó, Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brasil. **Floresta**, v. 42, n. 1, p. 145-160, 2012.
- ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BOCK, V.; PORT, O.; SILVA, D. M.; SILVA, R. F. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 4, p. 407-417, 2006.
- AYRES, M.; AYRES JUNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **BioEstat 5.0.: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biomédicas**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2007. 324 p.
- BARETTA, D.; BROWN, G. G.; CARDOSO, E. J. B. N. Potencial da macrofauna e variáveis edáficas como indicadores da qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifólia*. **Acta Zoológica Mexicana**. n. 2, 135-150 p. 2010.
- BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; SEGAT, J. C.; GEREMIA, E. V.; OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; ALVES, M. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. **Tópicos Ciência do Solo**, v. 7, p. 119-170, 2011.
- CALDEIRA, M.V.W.; SPERANDIO, H.V.; GODINHO, T.O.; CLIPPEL, V.H.; DELARMELINA, W.M.; GONÇALVES, E.O.; TRAZZI, P.A. Serapilheira e nutrientes acumulados sobre o solo em plantios de leguminosas e em área restaurada com espécies nativas da Floresta Atlântica. **Adv For Sci**, v. 7, n. 2, p. 961-971, 2020.

CARPANEZZI, A. A. **Banco de sementes e deposição de folheto e seus nutrientes em povoamentos de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) na região metropolitana de Curitiba- PR.** 1997. 177 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.

CARVALHO, D.L.C.F.; FERRAZ, D.S.; LEAL, F.R.R.; COSTA, M.J. Levantamento de grupos da macrofauna epigea e serapilheira acumulada em diferentes usos do solo. In: AZAR, G.S.; PESSOA, W.R.L.S.; GRANGEIRO, D.C. (Org.) **Pesquisas no Semiárido Piauiense.** v.6, CRV, 2020, p. 205-217.

CATANOZI, G. **Análise espacial da macrofauna edáfica sob diferentes condições ambientais dos trópicos úmidos.** 2010. 141 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências - Universidade Estadual de Campinas. Campinas - SP, 2010.

CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** 2.ed., 2008, p. 137-158.

DELITTI, W.B.C. Estudos de ciclagem de nutrientes: instrumentos para a análise funcional de ecossistemas terrestres. **Oecologia Brasiliensis**, v. 1, p. 469-486, 1995.

EMBRAPA - Empresa Brasileira Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo.** 3.ed. Brasília: Embrapa, 2017. 574p.

FERREIRA, R.L.C.; LIRA JÚNIOR, M.A.; ROCHA, M.S.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; BARRETO, L.P. Deposição e acúmulo de matéria seca e nutrientes em serapilheira em um bosque de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.). **R. Árvore**, v. 31, p. 7-12, 2007.

GARAY, I.; ANDRADE, F. N.; KINDEL, A. Evolução da serapilheira e da fertilidade do solo em região de Mata Atlântica de tabuleiros: de plantios a mata nativa. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA: ambiente e sociedade, 5., 2001. **Resumos...** Porto Alegre: UFRGS/Centro de Ecologia, 2001. p. 242.

GODINHO, T. de O.; CALDEIRA, M. V. W.; CALIMAN, J. P.; PREZOTTI, L. C.; WATZLAWICK, L. F.; AZEVEDO, H. C. A.; ROCHA, J. H. T. Biomassa, macronutrientes e carbono orgânico na serapilheira depositada em trecho de floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Scientia Forestalis**, v. 41, p. 131-144, 2013.

GOMES, A.P.; SCARAMUZZA, W.L.M.P.; CAMARGOS, S.L.; SCARAMUZZA, J.F.; SILVA, R.C.B. Uso de variáveis dendrométricas na estimativa de serrapilheira em área de floresta secundária inicial e floresta madura. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.7, n.1, p.13- 21, 2009.

LAVELLE, P.; SENAPATI, B.; BARROS, E. Soil macrofauna. In: SCHROTH, G.; SINCLAIR, F.L. (Ed.) **Trees, crops and soil fertility: concepts and research methods**. Cambridge: CAB, 2003. p. 303-323.

LIMA, S. S.; LEITE, L. F. C.; AQUINO, A. M.; OLIVEIRA, F. C.; CASTRO, A. A. J. F. Serapilheira e teores de nutrientes em argissolo sob diferentes manejos no norte do Piauí. *Revista Árvore*, v. 34, n. 1, p. 75- 84, 2010.

MACDONALD, M.A.; LAWRENCE, A.; SHRESTHA, P.K. Soil erosion. In: SCHROTH, G.; SINCLAIR, F.L. (Ed.) **Trees, crops and soil fertility: concepts and research methods**. Cambridge: CAB, 2003. p. 325-343.

MERLIM, A. O. **Macrofauna Edáfica em Ecossistemas Preservados e Degradados de Araucária no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP**. 2005. 89p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ecologia de Agroecossistemas - Universidade de São Paulo. Piracicaba 2005.

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: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 4., 1998, Águas de Lindóia. *Anais... Águas de Lindóia*: ACIESP, 1998. p. 71-77.

MORSELLI, T. B. G. A. **Biologia do solo**. Ed. Universitária, UFPel, Pelotas, 2009.

O'CONNELL, A. M.; SANKARAN, K. V. Organic matter accretion, decomposition and mineralisation. In: NAMBIAR, E. K. S., BROWN, A. G. (Ed.). **Management of soil, nutrients and water in tropical plantations forests**. Canberra: ACIAR Australia/CSIRO, 1997. p. 443-480. (Monograph; n. 43).

PEREIRA JÚNIOR, L. R.; FERRAZ, D. S.; ALVES, G. S.; SOUSA, J. S.; SOUTO, J. S. Influência do cultivo agrícola convencional nas características químicas e macrofauna edáfica. *Engenharia Ambiental*, v. 7, n. 3, p. 166-177, 2010.

RODAL, M.J.N.; SAMPAIO, E.V.S.B.; FIGUEIREDO, M.A. (Orgs). **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico: ecossistema caatinga**. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil - SBB, 2013. 24 p.

SOUZA, M. H.; VIEIRA, B.C.R.; OLIVEIRA, A.P.G.; AMARAL, A.A. Macrofauna do solo. *Enciclopédia biosfera*, v. 11, n. 22, 2015.

SYERS, J. K.; CRASWELL, E. T. Role of soil organic matter in sustainable agricultural systems. In: LEFROY, R. D. B.; BLAIR, G. J.; CRASWELL, E. T. (Ed.). **Soil organic matter management for sustainable agriculture**. Canberra: ACIAR, 1995. p. 7-1.