

## Artigos

### Produção e decomposição de serapilheira em áreas de reflorestamento e floresta nativa no sul do Amazonas

Litter production and decomposition in reforestation and native forest areas in southern Amazon

Ozias Cunha Bello<sup>I</sup> , José Maurício Cunha<sup>II</sup> , Milton César Costa Campos<sup>III</sup> ,  
Marcos Gervasio Pereira<sup>IV</sup> , Luís Antônio Coutrim Santos<sup>V</sup> ,  
Thalita Silva Martins<sup>II</sup> , Elilson Gomes de Brito Filho<sup>III</sup> 

<sup>I</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Humaitá, AM, Brasil

<sup>II</sup>Universidade Federal do Amazonas, Humaitá, AM, Brasil

<sup>III</sup>Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, Brasil

<sup>IV</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil

<sup>V</sup>Universidade do Estado do Amazonas, Itacoatiara, AM, Brasil

## RESUMO

A diversidade de espécies florestais é uma característica intrínseca do bioma Amazônico, sendo a serapilheira a principal responsável pela maior parcela dos nutrientes devolvidos ao solo. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi quantificar a produção anual de serapilheira e determinar a velocidade de decomposição ao longo de um ano, comparando os resultados nos diferentes ambientes de estudo. O estudo foi desenvolvido no município de Humaitá-AM. Para a avaliação da produção de serapilheira, foram instalados de modo aleatório dez coletores cônicos em área de Floresta Nativa, área de Reflorestamento com Teca (*Tectona grandis* L.), área de Reflorestamento com Jenipapo (*Genipa americana* L.) e ambiente de Reflorestamento considerado Misto, composto pelas espécies Mogno (*Swietenia macrophylla* King.), Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), Jenipapo (*Genipa americana* L.), Teca (*Tectona grandis* L.) e Sumauma (*Ceiba pentandra*). Cada amostra de serapilheira foi colocada, separadamente, em sacos de papel devidamente identificados e levadas para laboratório e secas em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C. A estimativa da taxa de decomposição da serapilheira foi feita pela análise de perda de massa utilizando-se *litter bags*. A produção de serapilheira média anual foi de 8,03 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para o ambiente de floresta nativa, e não houve diferença significativa para as demais áreas de estudo. Entre as frações da serapilheira, a que mais contribuiu foi a foliar, atingindo maior média percentual no ano de 72,1% para o ambiente de reflorestamento com teca (*Tectona grandis* L.). A decomposição da serapilheira ocorreu de forma mais acelerada (0,0025 g g<sup>-1</sup> dia) no ambiente de reflorestamento com jenipapo (*Genipa americana* L.), sendo necessários 277,26 dias para que fosse decomposta metade do material foliar.

**Palavras-chave:** Ciclagem de nutrientes; Deposição; Litter bags; Fragmentos florestais

## ABSTRACT

---

The diversity of forest species is an intrinsic characteristic of the Amazon biome, with litter being the main responsible for the largest portion of nutrients returned to the soil. Thus, the objective of this study was to quantify the annual production of burlap and to determine the rate of decomposition over one year, comparing the results in the different study environments. The study was developed in the municipality of Humaitá-AM. For the evaluation of the litter production, ten cone collectors were randomly installed in each study area. Each litter sample was placed separately in properly identified paper bags and taken to the laboratory and dried in a forced air circulation oven at 65 ° C. The litter decomposition rate was estimated by mass loss analysis using litter bags. Litter production with the highest annual average was 8,03 Mg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> for the native forest environment, with no significant difference for the other study areas. Among the fractions of the litter that contributed the most to the leaf, reaching a higher average percentage in the year of 72,1% for the environment of reforestation with teak (*Tectona grandis* L.). The decomposition of litter occurred more rapidly (0.0025 g g<sup>-1</sup> day) in the reforestation environment with genipap (*Genipa americana* L.), requiring 277,26 days to decompose half of the leaf material.

**Keywords:** Nutrient cycling; Deposition; Litter bags; Forest fragments

## 1 INTRODUÇÃO

O planejamento de um sistema de gestão territorial para a Amazônia é um imenso desafio. De um lado a necessidade da conservação dos seus recursos naturais e do outro a promoção do desenvolvimento social e econômico. De acordo com Neto *et al.* (2015), as florestas oferecem produtos e serviços diversificados, contribuindo para o desenvolvimento ambiental, econômico e social em todo o mundo.

Daí a importância de se criar políticas como forma de equacionar a exploração agrícola e a biodiversidade dos recursos naturais. Grandes modificações, decorrentes de ações antrópicas nas últimas décadas, vêm transformando a floresta Amazônica, principalmente pelas atividades agrícolas, abertura de estradas e sobretudo pela expansão da pecuária extensiva (ROSA *et al.*, 2013).

A serapilheira é responsável pela transferência de energia e minerais para os diferentes compartimentos da formação florestal (CARVALHO *et al.*, 2019). A produção e decomposição de serapilheira são importantes ferramentas para a compreensão e conservação das florestas, bem como suas inter-relações com o meio (HOLANDA *et*

*al.*, 2017), possibilitando um melhor planejamento de ações voltadas para exploração desses ecossistemas. A serapilheira também tem sido usada como bioindicadores ambientais, na eficiência do restabelecimento dos processos ecológicos em reflorestamentos em áreas degradadas (AQUINO *et al.*, 2016).

A serapilheira compreende o material vegetal depositado ao solo pelas formações florestais, por exemplo, folhas, galhos e estruturas reprodutivas, como flores, frutos e sementes (URBANO *et al.*, 2018).

As diferentes condições de ambientes ou grau de perturbações em que as florestas estão inseridas geram diferentes influências sobre a produção de serapilheira, como é o caso do ambiente de florestas nativas e plantios florestais. Nestes ecossistemas a dinâmica de deposição pode variar em função da composição de espécies, período da coleta e idade da planta (CALDEIRA *et al.*, 2013).

Diante desse contexto, este estudo teve como objetivo de quantificar a produção anual de serapilheira e determinar a velocidade de decomposição ao longo de um ano, comparando os resultados nos ambientes de reflorestamento e floresta nativa. Trabalhou-se com a hipótese de que os plantios florestais não seguissem um comportamento semelhante à de uma floresta natural na região, sendo influenciados principalmente pela sazonalidade.

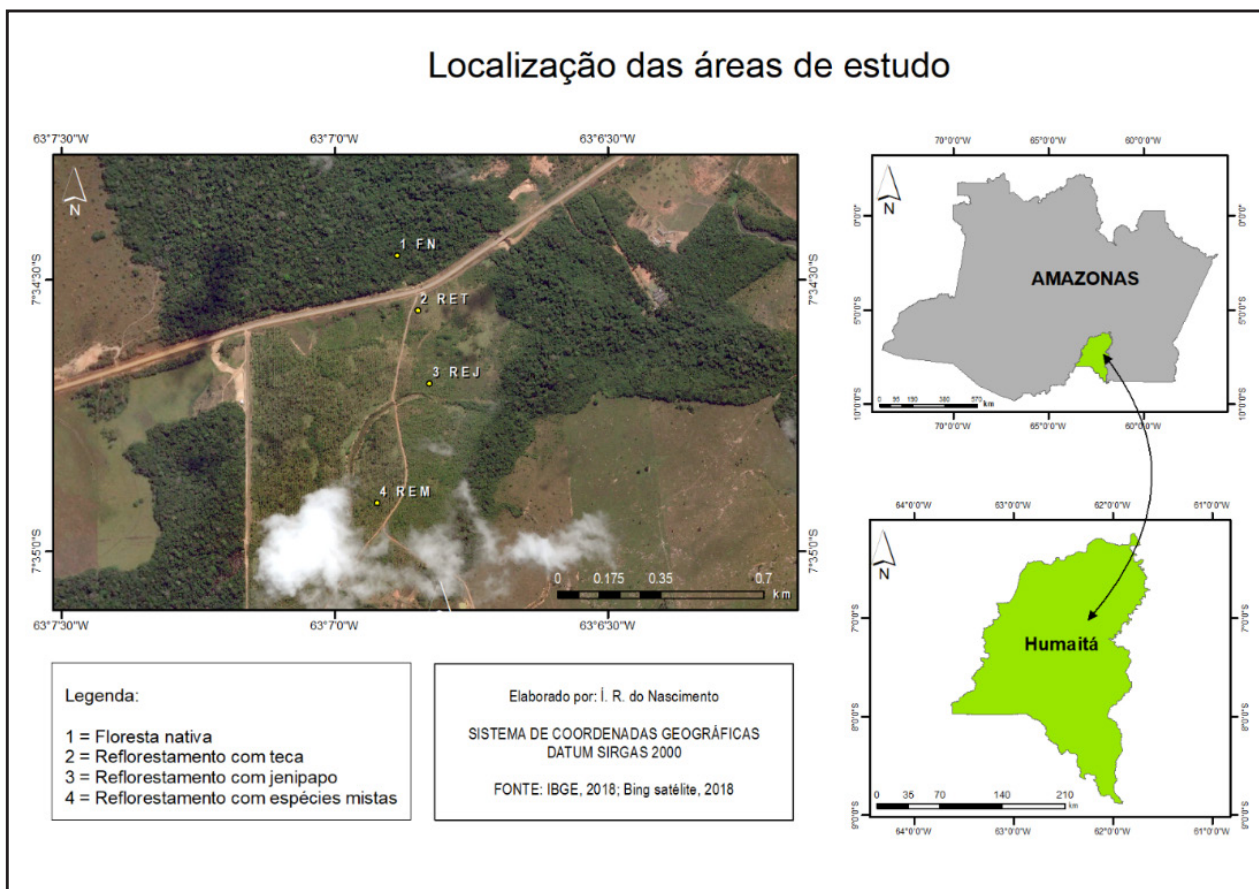
## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Localização e caracterização da área de estudo**

O estudo foi desenvolvido no município de Humaitá, classificado como mesorregião Sul Amazonense. Os ambientes de estudo foram divididos em quatro áreas distintas, sendo: uma área de Floresta Nativa (FN), localizada nas coordenadas geográficas 07°34'27" S e 63°06'53" W, altitude de 57m, uma área de Reflorestamento com Teca (*Tectona grandis* L.), atribuído a sigla (RET), nas coordenadas geográficas 07°34'33" S e 63°06'51" W, altitude de 58 m, uma área de Reflorestamento com Jenipapo (*Genipa americana* L.), atribuído a sigla (REJ), nas coordenadas geográficas

07°34'41" S e 63°06'49" W , altitude de 56 m, por fim o ambiente de Reflorestamento considerado Misto (REM), composto pelas espécies Mogno (*Swietenia macrophylla* King.), Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), Jenipapo (*Genipa americana* L.), Teca (*Tectona grandis* L.) e Sumauma (*Ceiba pentandra*) nas coordenadas geográficas 07°34'54" S e 63°06'55" W, altitude de 58m (Figura 1).

Figura 1 – Localização das áreas de estudos em Humaitá, AM



Fonte: IBGE (2018)

O clima da área de estudo é do tipo Am, tropical chuvoso (chuvas do tipo monção), segundo a classificação de Köppen, com temperatura média do ar variando entre de 25 e 27°C, umidade relativa entre 85% e 90% e precipitação anual média de 2.500 mm (ALVARES *et al.*, 2014). A região apresenta uma estação seca mais ou menos definida entre os meses de maio-setembro e uma estação chuvosa que vai de novembro-março com mais de 70% do total das chuvas acumuladas durante o ano (DEBORTOLI *et al.*, 2012).

O ambiente de floresta nativa no qual se realizou o presente estudo é composto por muita diversidade de espécies da flora e fauna dos ambientes amazônicos, mantido pelo Exército Brasileiro (EB), não havendo presença de atividades antrópicas. Já as espécies utilizadas nos ambientes de reflorestamento (Teca, Jenipapo e Misto) apresentavam idade aproximada de 20 anos, substituindo uma área de pastagem. Nessa área foi incorporado em média 1,5 toneladas de calcário por hectare, antes do plantio das espécies florestais.

## **2.2 Produção de serapilheira ao longo de um ciclo anual**

Para interceptação do material formador da serapilheira e posterior avaliação, foram instalados de modo aleatório dez coletores cônicos, representando 10 parcelas em cada área de estudo, totalizando uma área amostral de aproximadamente um (1,0) hectare, obedecendo um delineamento inteiramente casualizado. Cada coletor com área de 0,21 m<sup>2</sup> (perímetro igual a 1,62 m) construído com tubo de ¾", em material plástico de polietileno, com fundo de tela de nylon de 1,0 mm.

Os coletores foram instalados em 03 de março de 2018, sustentados por estacas a 0,3 m acima do solo para evitar contato com este e perdas de serapilheira pela ação de microrganismos. Em campo, cada amostra de serapilheira foi colocada, separadamente, em sacos de papel do tipo kraft, em algumas situações com presença de chuva, foram substituídos por sacos plásticos devidamente identificados e levadas para laboratório de solos do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA), sendo realizada a triagem das frações folhas, galhos ( $\leq 2$  cm de diâmetro), material reprodutivo (flores, sementes e frutos) e miscelânea (fragmentos não identificáveis), posteriormente colocado em estufa de circulação de ar forçada a 65°C, por 48 horas.

O material foi pesado em balança de precisão para a avaliação da contribuição de cada fração e da serapilheira total. A produção de serapilheira foi estimada segundo modelo adaptado de Lopes *et al.* (2002), de acordo com a Equação (1).

$$PAS = (\Sigma PSMX10.000)/Ac \quad (1)$$

Onde: PAS = Produção anual de serapilheira ( $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ); PSM = Produção mensal de serapilheira ( $\text{Mg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$ ); 10.000 = hectare expresso em  $\text{m}^2$ ; Ac = Área do coletor ( $\text{m}^2$ ).

### 2.3 Determinação da Decomposição da Serapilheira

A estimativa da taxa de decomposição da serapilheira foi feita pela análise de perda de massa utilizando-se *litter bags* (sacolas de decomposição). Foram distribuídos aleatoriamente 64 *litter bags* nas 10 parcelas de cada área de estudo, totalizando 256, de forma a simular a queda natural do material formador da serapilheira. Os *litter bags* foram instalados próximos dos coletores cônicos, facilitando a localização dos mesmos, constituídos de sacos de polivinil com 4 mm de malha e dimensões de 25 x 25 cm e 1,5 cm de altura. Em cada *litter bag* foram adicionadas 10 gramas de material foliar seco, que predominou na composição da serapilheira depositada no solo (remanescentes) e nos coletores cônicos após a primeira coleta e secagem por 48 horas.

As coletas foram realizadas em intervalos regulares de 07, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300 e 330 dias após sua instalação, iniciada em 07 de abril de 2018. Em cada coleta foram recolhidas quatro sacolas, perfazendo quatro repetições por área. Após coleta, o material contido em cada *litter bag* foi levado ao laboratório de solos do (IEAA), sendo retiradas com pincel partículas de terra e de possíveis organismos presos às folhas. Posteriormente, o material foi seco em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C, por 48 horas, e após essa etapa pesado em balança de precisão para obtenção da massa remanescente. O percentual de massa remanescente (% R) foi obtido pela relação entre a massa remanescente e massa inicial, de acordo com a Equação (2), proposta por Guo e Sims (1999).



$$\% R = (Pr/P_0) X 100 \quad (2)$$

Onde: R = percentual de massa remanescente;  $P_0$  = peso seco inicial do folheto;  $P_r$  = peso remanescente (ou peso final) do folheto, observada ao final de cada período de estudo.

Após o cálculo da massa remanescente, foi determinada a constante de decomposição K segundo modelo exponencial proposto por Olson (1963), de acordo com a Equação (3).

$$X_t = X_0 \cdot e^{-Kt} \quad (1)$$

Onde:  $X_t$  = peso do material remanescente após t dias;  $X_0$  = peso do material seco originalmente colocado nos sacos no tempo zero; K = constante de decomposição estimada pela equação.

Por meio desse modelo exponencial, foi determinado o valor da constante K para cada uma das áreas de estudo, que indica maior ou menor tempo de decomposição.

O modelo exponencial, bem como as curvas que caracterizam a perda de peso (decomposição) da serapilheira foliar, foi confeccionado com o auxílio do programa SIGMAPLOT 14.0. O tempo de meia-vida ( $t_{1/2}$ ) desse material foi calculado através do logaritmo neperiano dividido pelo valor da taxa k, segundo Costa e Atapattu (2001), pela Equação (4).

$$t_{1/2} = \ln \ln (2) / k \quad (1)$$

onde:  $t_{1/2}$  = Tempo de meia vida;  $\ln(2)$  = Logaritmo neperiano de base dois; K = Constante de decomposição.

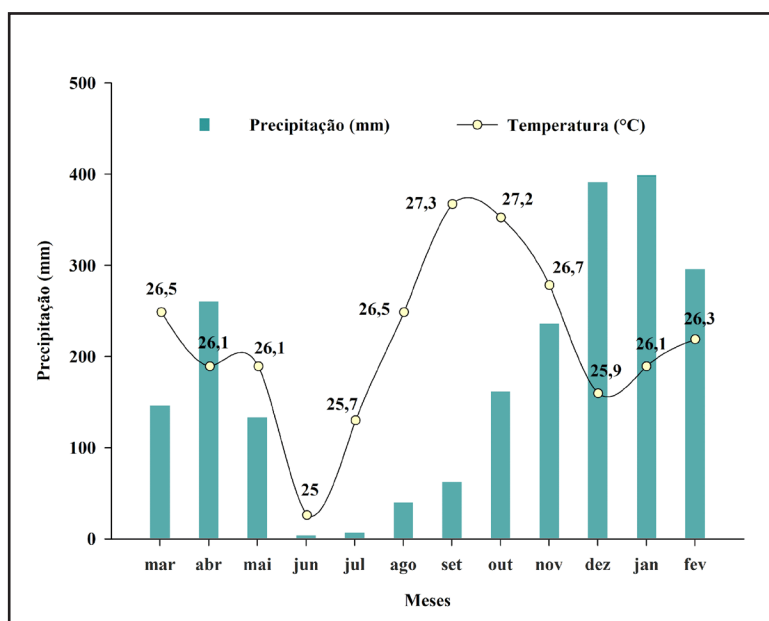
Os resultados foram submetidos inicialmente a teste de normalidade das distribuições dos erros pelo teste de Shapiro-Wilk e teste de homogeneidade de Levene, atendendo os requisitos para a análise de variância (ANOVA), como teste posteriori foi utilizado o teste Tukey a 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Condições climáticas

Na Figura 2, são apresentados os dados médios mensais de precipitação e temperatura do ar acumulada, no período estudado. Pôde-se constatar no período chuvoso (novembro a abril), sendo abril considerado mês de transição para período seco um volume de chuvas regulares e bem distribuídas, com média próximo de 400 mm para o mês de janeiro. Isso sustenta uma das características marcante, não só da região, mas na Amazônia como um todo, a regularidade de chuvas e altas temperaturas na maior parte do ano.

Figura 2 - Temperaturas médias e precipitação acumulada no período de março de 2018 a fevereiro de 2019 no local de estudo



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2019)

Observou-se no período seco (maio a setembro) que o maior déficit hídrico ocorreu em junho (Figura 2), com média de 3,6 mm, coincidindo com a menor média mensal de temperatura, fato que pode ter correlação com as frentes frias vindo de outras regiões, produzindo um fenômeno muito comum na região (friagem). Outro resultado observado foi a precipitação no mês de abril com média de 260 mm, considerado atípico para mês de transição.



### 3.2 Produção de serapilheira

A quantidade total de serapilheira produzida durante o período de março de 2018 a fevereiro de 2019, nos diferentes ambientes de estudo não apresentou diferença significativa, apresentando ( $p > 0,05$ ), porém houve diferenças para alguns meses do ano, conforme (Tabela 1). A maior média no mês para o ambiente de floresta nativa (FN) foi de 1,444 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> referente ao mês de julho. Entre os ambientes de reflorestamento, a maior média foi de 3,205 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>, para o reflorestamento com jenipapo (REJ), correspondente ao mês de março.

Tabela 1 – Valores médios mensais e coeficiente de variação do aporte total de serapilheira nas diferentes áreas de estudo, Humaitá, AM

Meses	Áreas de estudo			
	Mg ha <sup>-1</sup>			
	RET	REJ	REM	FN
Março	0,164 bB	3,205 aA	0,357 bB	1,080 aAB
Abril	0,445 aB	0,345 aB	0,471 aB	0,406 aAB
Maio	1,455 aA	0,176 cB	0,557 bB	0,686 bAB
Junho	1,713 aA	0,472 cB	1,123 bAB	0,665 bcAB
Julho	0,361 bcB	0,190 cB	0,860 bAB	1,444 aA
Agosto	0,564 bB	0,324 bB	0,121 bB	1,346 aA
Setembro	0,599 bB	0,164 bB	0,587 aB	0,638 aAB
Outubro	0,462 aB	0,031 aB	0,401 aB	0,100 aB
Novembro	0,331 aB	0,261 aB	0,369 aB	0,502 aAB
Dezembro	0,215 aB	0,717 aAB	1,844 aA	0,307 aAB
Janeiro	0,276 bB	1,062 aAB	0,775 abAB	0,318 bAB
Fevereiro	0,395 aB	0,365 aB	0,634 aB	0,539 aAB
Totais	5,523 a	6,998 a	7,744 a	8,037 a
CV %	23	107	38	37

Fonte: Autores (2019)

Em que: \*Médias de dez repetições; Valores com a mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância; RET= reflorestamento com teca; REJ= reflorestamento com jenipapo; REM= reflorestamento com espécies mistas; FN= floresta nativa.

A média anual de serapilheira observada foi de 8,03 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para a área de floresta nativa (FN), seguida de reflorestamento com espécies mistas (REM) com 7,74 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, reflorestamento com Jenipapo (REJ) 6,99 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e reflorestamento com Teca (RET) 5,52 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Valores aproximados de produção de serapilheira anual de 8,59 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> foram encontrados por Almeida *et al.* (2015), ao estudarem a Floresta Amazônica Semidecídua, composta por espécies características de Floresta de Transição Amazônia-Cerrado, contribuindo assim na validação dos resultados encontrados neste trabalho.

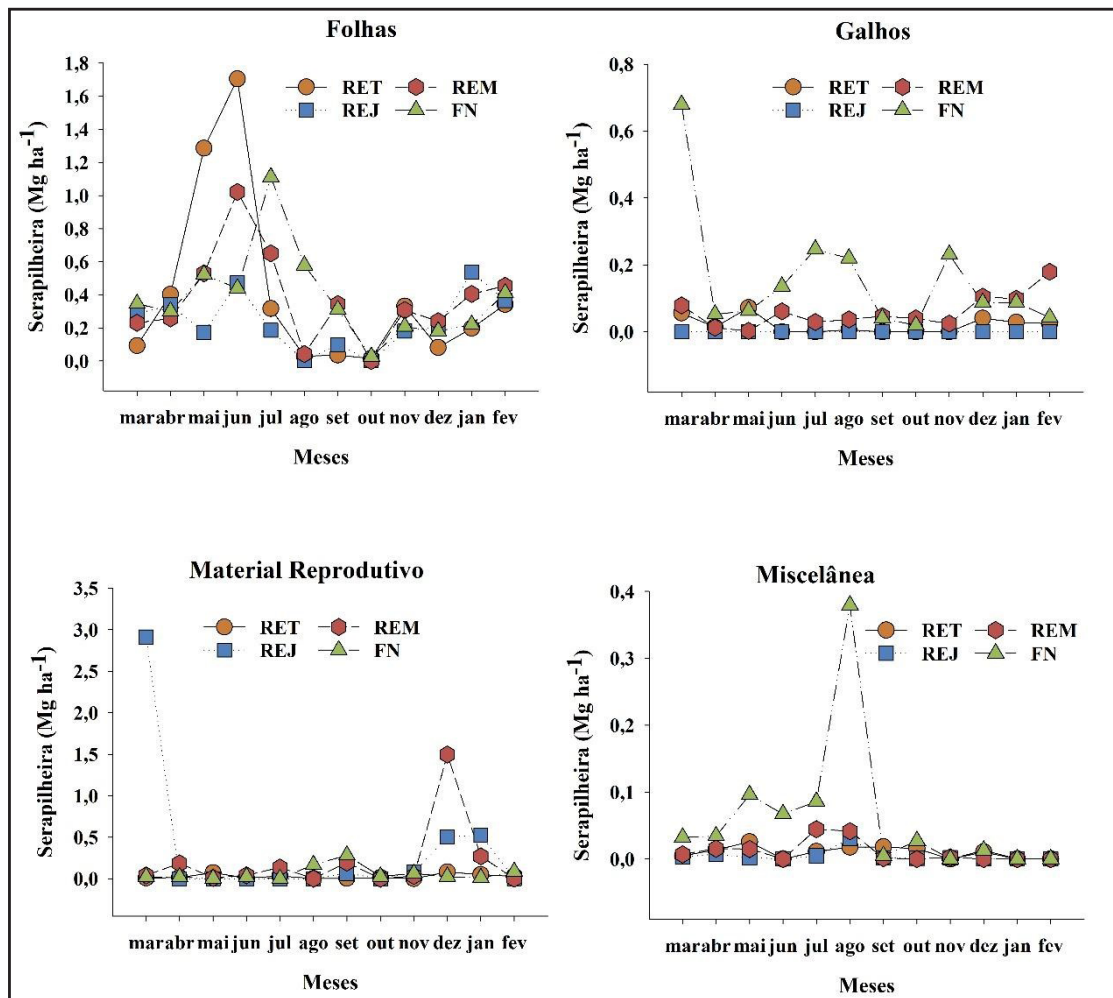
Uma possível explicação para as maiores médias de produção de serapilheira em ambientes de FN pode estar associada a grande diversidade de espécies, bem como aos comportamentos fisiológicos, morfológicos e sazonais distintos e maior adensamento entre plantas por m<sup>2</sup>. Ourique *et al.* (2016), analisando a produção de serapilheira e incremento diamétrico em uma floresta de terra firme na Amazônia central, explicam que a serapilheira estabelece uma relação linear entre a sua deposição e o fechamento do dossel, refletindo na estrutura da floresta e na diversidade de espécies.

Por sua vez, os ambientes manejados com reflorestamento apresentaram menores valores de aporte de serapilheira no ano, fato que pode ser explicado pelo espaçamento adotado em média 4 x 3 m<sup>2</sup>, maior que na área de floresta nativa. Segundo Villa *et al.* (2016), o aporte de serapilheira anual varia em resposta a diferentes espaçamentos, menores espaçamentos apresentam maior fechamento de copa, conseqüentemente maior desrama natural implicando em maiores valores de produção de serapilheira.

No que diz respeito ao padrão de deposição das frações da serapilheira, conforme a Figura 3, verificou-se que os maiores valores de aporte da fração foliar ocorreram no mês de julho para a área de FN, com média em torno de 1,11 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>. Nos ambientes manejados, a maior média foi observada no mês de junho para RET, com médias em torno de 1,70 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>. De acordo com observação em campo, a floresta nativa consegue balancear a produção de serapilheira no período de

sazonalidade, muito em função da diversidade de espécies, já os plantios homogêneos não conseguem, foi o que ocorreu com a Teca no mês de junho, perdendo quase que totalmente suas folhas, comprometendo a produção para os meses subsequentes.

Figura 3 – Aporte da fração de serapilheira no período entre março de 2018 a fevereiro de 2019, nas diferentes áreas de estudo



Fonte: Autores (2019)

Esse fato tem relação com o período de maior déficit hídrico (Figura 2), acarretando na perda total das folhas, pois trata-se de plantio homogêneo de espécie totalmente caducifolia. As plantas quando perdem totalmente as folhas ou parcialmente evitam a perda de água por transpiração, resultando em considerável aumento na produção

de serapilheira (SILVA *et al.*, 2016). Outra hipótese para o aumento da produção de serapilheira foliar no período seco é a obtenção da máxima eficiência fotossintética durante essa época, pois ocorre a máxima radiação solar, com a renovação das folhas neste período (KIM *et al.*, 2012).

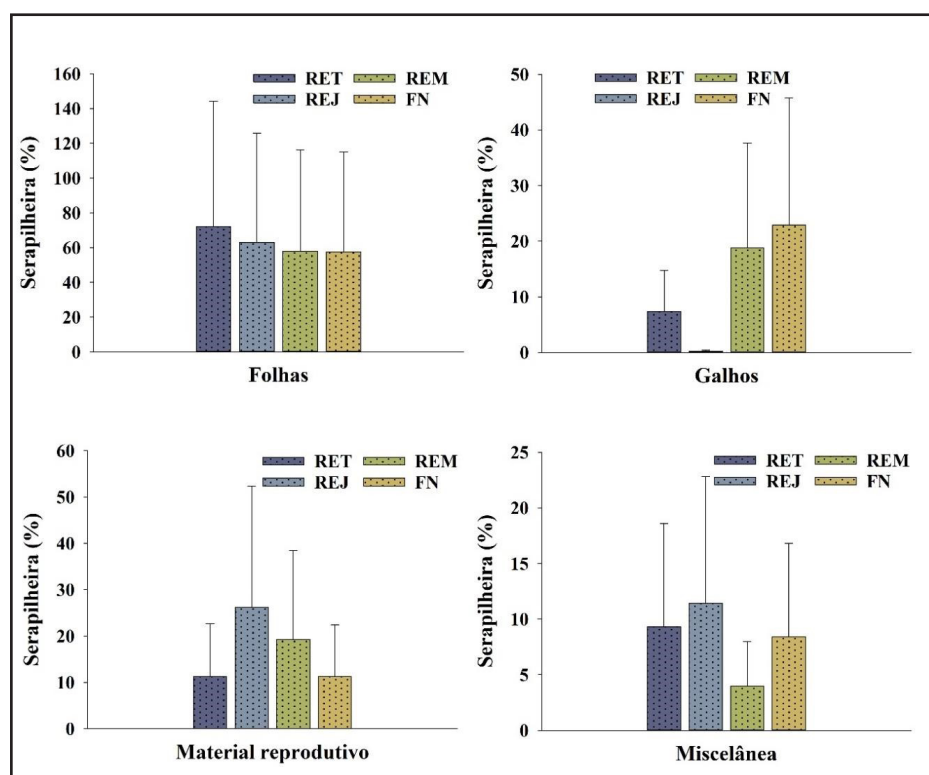
A fração galho se destacou no período chuvoso, obtendo a maior média de 0,68 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> no mês de março para FN, esse fato pode ser explicado por se tratar de uma área de mata fechada, com grande diversidade de espécies florestais e as chuvas e ventos fortes derrubam árvores e galhos. O ressecamento e morte dos galhos finos também podem favorecer a queda dos mesmos com o início das chuvas (ALMEIDA *et al.*, 2015). Entre os ambientes de reflorestamento, a maior média foi de 0,18 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> no mês de fevereiro para RM.

O período de menor déficit hídrico, caracterizado como período chuvoso, obteve uma maior produção de material reprodutivo, com valores na ordem 2,92 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> em março para REJ e 1,49 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> em dezembro para REM. Esses resultados evidenciam que nessas áreas há uma grande predominância de espécies frutíferas, coincidindo a época de maturação dos frutos com período de maior abundância de chuvas. Esse comportamento pode estar ligado à adaptação de muitas espécies à sazonalidade climática local. De acordo com Pires *et al.* (2016), a precipitação pluviométrica pode exercer forte influência nos processos fenológicos de espécies arbóreas em florestas tropicais. Já a maior produção de material reprodutivo em ambiente de FN ocorreu no mês de setembro com média de 0,28 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

Analizou-se ainda o comportamento da fração miscelânea que apresentou maior produção no mês de agosto, referente ao período seco com 0,38 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> para o ambiente de FN, isso caracteriza a grande diversidade de espécies tanto da fauna como da flora, ficando mais evidenciado na época de transição do período seco para o chuvoso. Entre os reflorestamentos destacou-se o REM com 0,04 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> em julho.

Correspondendo com 72% do total produzido no ano, equivale a 3,98 Mg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> para a área de RET, conforme a Figura 4, a fração folha apresentou o maior percentual de serapilheira produzida no ano, entre os quatros ambientes estudados, confirmando o que foi observado em outros estudos.

Figura 4 – Percentual da fração de serapilheira no período entre março 2018 a fevereiro de 2019, nas diferentes áreas de estudo



Fonte: Autores (2019)

Valores próximos na ordem de 75% foram encontrados por Villa *et al.* (2016) em área de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho. Na área de FN, os resultados encontrados para a fração de folhas foram em torno de 57,5%, próximo do valor obtido por Almeida *et al.* (2015), em torno de 62 %, estudando a produção de serapilheira em ecossistemas florestais do norte do Mato Grosso. Estudos voltados para a serapilheira na Amazônia central comprovam que as produções de folhas variam entre 60% a 75% do total, ficando as outras frações com 40% a 25% do peso seco da serapilheira (OURIQUE, 2016).

### 3.3 Decomposição da serapilheira

O processo de decomposição da fração folha da serapilheira foi avaliado durante 330 dias, obtendo um percentual total de remanescente no final do estudo de 31,30% para o ambiente de FN, 43,15% para o ambiente de RET, 16,28% para REJ e 19,13% para REM, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Percentual remanescente da fração foliar da serapilheira nas coberturas florestais de estudo, Humaitá, AM

Dias	Áreas %			
	RET	REJ	REM	FN
0	100,00 aA	100,00 aA	100,00 aA	100,00 aA
7	98,25 aA	82,55 aABC	94,05 aA	91,03 aA
15	95,38 aA	87,25 bA	87,13 bA	91,63 abA
30	95,53 aA	81,40 bABC	90,75 abA	90,38 abAB
45	89,78 aAB	69,75 bABCD	91,43 aA	87,85 aAB
60	93,40 aAB	84,60 aAB	84,90 aA	82,80 aAB
75	92,50 aAB	70,53 bABCD	91,45 aA	84,93 abAB
90	94,18 aAB	64,70 cABCD	78,60 bcAB	79,60 bAB
120	91,40 aAB	70,70 bABCD	82,03 abAB	74,25 abABC
150	83,88 aABC	58,20 bCD	88,68 aA	78,78 aABC
180	94,28 aAB	60,30 cBCD	78,65 bAB	70,95 bcBC
210	91,55 aAB	58,20 bCD	69,85 bAB	73,00 abaBC
240	70,50 aBCD	64,78 aABCD	76,13 aAB	59,18 aCD
270	64,91 aCDE	51,03 abD	71,10 aAB	44,60 bDE
300	54,33 aDE	45,28 aD	55,70 aB	43,90 aDE
330	43,15 aE	16,28 aE	19,13 aC	31,30 aE

Fonte: Autores (2019)

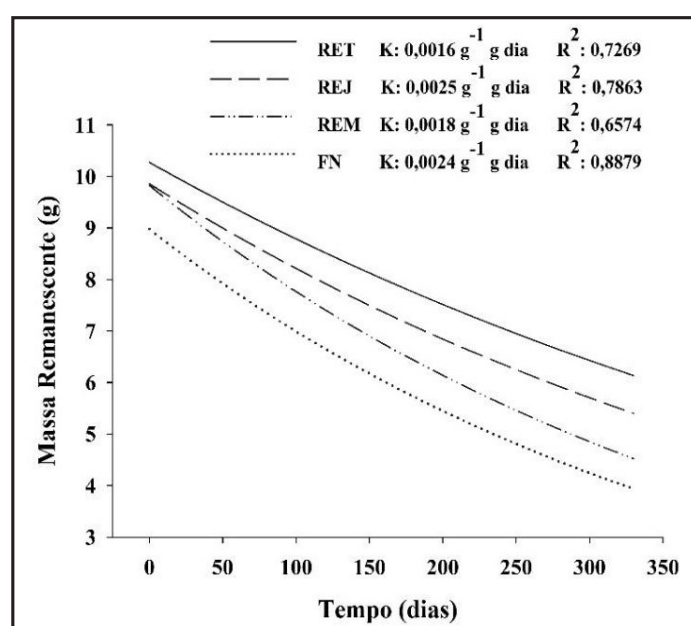
Em que: Dias= número de dias após a instalação dos *litter bags*; médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Os primeiros 90 dias a decomposição do material foliar ocorreu de forma lenta no comparativo entre os ambientes, com exceção do REJ que já apresentava

35,30% de perda de massa em relação ao peso inicial, essa rápida decomposição da serapilheira ocorre primeiramente no material lábil, posteriormente em processo mais lento decorrente de material mais resistente (MOMOLLI *et al.*, 2018). Os maiores picos de decomposição, conseqüentemente maiores percentuais de perda de massa, ocorreram aos 240 dias, com perdas de 21,05% para RET. Para REJ e REM, o maior pico ocorreu aos 330 dias, com perda de 29% e 36% respectivamente. Já para FN, as maiores perdas ocorreram aos 270 dias, com percentual de perdas de 14,58%. Todos coincidindo com o período chuvoso para a região (Figura 2). Segundo Terror *et al.* (2011), a decomposição da serapilheira é favorecida pelo aumento da umidade do solo na maioria dos ecossistemas sazonais da região tropical.

Na Figura 5, são apresentadas as curvas de regressão, ajustando-se adequadamente e evidenciando um padrão de perda de massa diferenciado nas diferentes formações florestais. As figuras foram confeccionadas com base em modelo matemático exponencial, apresentando índice de regressão entre 0,66 a 0,89.

Figura 5 – Curvas de decomposição da serapilheira nas diferentes áreas de estudo



Fonte: Autores (2019)



O maior valor da constante de decomposição ( $k$ : 0,0025) obtido na área de REJ pode ser atribuída às características do material de serapilheira, as folhas do jenipapo aparentavam ser mais tenras, menos lignificada, podendo facilitar a ação dos organismos decompositores, somado a isso o relevo da área com declive acentuado, favorecendo maior acúmulo de umidade no solo. De acordo com Martins (2010), o processo de decomposição da serapilheira decresce conforme aumenta a altitude, sendo as maiores taxas de decomposição encontradas nas áreas entre 0 e 100 metros.

Contrapondo ao valor de  $k$  encontrado em REJ, o menor valor de  $k$  (0,0016) foi obtido na área de RET, onde o material foliar aparentava ser mais lignificado. Altas concentrações de lignina e tanino representam uma das causas do decréscimo da taxa de decomposição da serapilheira (LIMA *et al.*, 2015).

No ambiente de floresta nativa o valor encontrado foi de  $k$ : 0,0024, se aproximando ao do ambiente REJ, podendo ter uma forte relação com a baixa fertilidade no geral dos solos de Florestas tropicais, com ambiente mais úmido em função da pouca luminosidade devido o adensamento e com a qualidade do material que influencia na grande diversidade de organismos decompositores, importantes na reciclagem dos nutrientes para a floresta.

Valores de coeficiente  $k$  observados em outras formações florestais brasileiras corroboram com os resultados encontrados neste estudo. Silva *et al.* (2014), avaliando a decomposição de serapilheira foliar em três sistemas florestais no Sudoeste da Bahia, encontraram valores de  $k$  para a serapilheira do povoamento de jaqueira (0,0033  $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{dia}$ ), seguido da floresta nativa (0,0023  $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{dia}$ ) e do plantio de espécies nativas (0,0019  $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{dia}$ ) e tempo de meia vida na ordem de 301,37 dias, 364,81 dias, e 210,04 dias.

Segundo Olson (1963), os valores de  $k$  maiores que 1 geralmente são encontrados em florestas tropicais, valores maiores do que esta unidade pressupõem um retorno dos nutrientes ao solo em um ano ou menos, enquanto valores menores do que 1 indicam um retorno superior a um ano, podendo durar até mesmo décadas. Se

tratando da Amazônia, os valores de  $k$  podem variar muito, em função das condições edáficas ou climáticas, podendo encontrar valores desde muito baixo, até muito elevado (CABIANCHI, 2010).

Diante do exposto, com base nos coeficientes de decomposição, o presente estudo chegou a velocidade de decomposição, ou seja, o tempo estimado para decompor 50% do total do material formador da serapilheira ( $t_{1/2}$  dias), com valores de 277,26 dias para REJ; 288,81 dias para FN; 385,08 dias para REM e 433,20 dias para RET, respectivamente, conforme apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores de constante de decomposição ( $k$ ) e tempo de meia vida ( $t_{1/2}$ ) da serapilheira nos diferentes ambientes de estudo

Parâmetros	Áreas de estudo			
	RET	REJ	REM	FN
$P_0$ (g)	10,00	10,00	10,00	10,00
$r^2$	0,726*	0,786*	0,657*	0,887*
EPE	0,39	0,42	0,51	0,30
$k$ (g g <sup>-1</sup> dia)	0,0016	0,0025	0,0018	0,0024
$t_{1/2}$ (dias)	433,20	277,26	385,08	288,81

Fonte: Autores (2019)

Em que:  $P_0$  = massa inicial;  $k$  = constante da decomposição;  $r^2$  = coeficiente de determinação do ajuste para a estimativa do  $k$ ; EPE = Erro padrão da estimativa de  $k$ ;  $t_{1/2}$  = tempo de meia-vida do folheto; \* $p < 0,0001$ .

Resultados semelhantes de  $k$ , observados neste estudo, foram encontrados por Grugiki *et al.* (2017), estudando a decomposição e atividade microbiana da serapilheira em coberturas florestais no Sul do Espírito Santo, com resultados de  $k$  para seringueira (*Hevea brasiliensis*) de 0,0013, *Acacia mangium* de 0,0016, floresta secundária de 0,0017 e saboneteira (*Sapindus saponaria*) de 0,0024 e tempo de meia vida estimado em 394,36 dias, 292,75 dias, 497,64, dias e 529,06 dias respectivamente.

## **4 CONCLUSÃO**

A produção média anual de serapilheira no ambiente de floresta nativa foi estatisticamente igual ao observado no ambiente de reflorestamento, contrariando a hipótese prevista neste estudo.

O maior estoque mensal de serapilheira total na FN e RET ocorreram no período seco, enquanto que os maiores estoques mensais para o REJ e REM ocorreram no período chuvoso.

A decomposição da serapilheira ocorreu de forma mais acelerada ( $0,0025 \text{ g g}^{-1}\text{dia}$ ) para a área de reflorestamento com jenipapo (REJ), sendo necessários 277,26 dias para que fosse decomposta metade do material foliar, próximo dos valores de decomposição do ambiente de floresta nativa (FN), com ( $0,0024 \text{ g g}^{-1}\text{dia}$ ), sendo necessários 288,81 dias para decompor metade do material foliar.

Já a decomposição mais lenta ( $0,0016 \text{ g g}^{-1}\text{dia}$ ) ocorreu na área de reflorestamento com teca (RET), sendo necessários 433 dias para decompor metade do material foliar, seguida por  $0,0018 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}$  para REM, sendo necessários 385 dias para decompor metade do material foliar.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao CNPq (Chamada Universal MCTIC/CNPq N° 28/2018) pelo financiamento da pesquisa e à FAPEAM pelo apoio à bolsa de estudo. Agradecem também ao Exército Brasileiro que tem sido um parceiro importante no avanço da pesquisa na região e por ter autorizado o estudo na área de floresta nativa, assim como ao grupo Vanazzi que permitiu instalar o experimento na área de reflorestamento com espécies florestais.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. J.; LUIZÃO, F.; RODRIGUES, D. de J. Produção de serapilheira em florestas intactas e exploradas seletivamente no sul da Amazônia em função da área basal da vegetação e da densidade de plantas. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 45, n. 2, p. 157-166, 2015.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GOLÇALVES, J. L. de M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [s.l.], v. 22, n. 6, p. 711-718, 2014.
- AQUINO, P. S. R.; NAPPO, M. E.; RODRIGUES, M. S.; PEREIRA, I. M.; MATRICARDI, E. A. T.; PELÁ, G. de M. Análise espacial da produtividade de serapilheira em uma mata de galeria. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 489-500, 2016.
- CABIANCHI, G. M. **Ciclagem de nutrientes via serapilheira em fragmento ciliar do rio Urupá, Rondônia**. 2010. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- CALDEIRA, M. V. W. *et al.* Biomassa e nutrientes da serapilheira em diferentes coberturas florestais. **Comunicata Scientiae**, [s.l.], v.4, n.2, p:111-119, 2013.
- CARVALHO, H. C. S.; FERREIRA, J. L. S.; CALIL, F. N.; MELO, C.; NETO, S. Estoque de nutrientes na serapilheira acumulada em quatro tipos de vegetação no Cerrado em Goiás. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria-RS, v.7, e 06, 2019.
- COSTA, W. A. J. M.; ATAPATTU, A. M. L. K. Decomposition and nutrient loss from prunings of different contour hedgerow species in tea plantations in the sloping highlands of Sri Lanka. **Agroforestry Systems**, Heidelberg, v. 51, n. 3, p. 201-211, mar. 2001.
- DEBORTOLI, N.; DUBREUIL, V.; DELAHAYE, F.; FILHO, S. R. Análise temporal do período chuvoso na Amazônia meridional brasileira (1971-2010). **Revista Geonorte**, Manaus, (Edição especial 2), v. 1, n. 5, p. 382 – 394, 2012.
- GRUGIKI, M. A.; ANDRADE, F. V.; PASSOS, R. R.; FERREIRA, A. C. Decomposição e atividade microbiana da serapilheira em coberturas florestais no Sul do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 24, n. 20, p. 150-189, 2017.
- GUO, L. B.; SIMS, R. E. H. Litter decomposition and nutrient release via litter decomposition in New Zealand eucalypt short rotation forests. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, [s.l.], v. 75, n. 1, p. 133-140, 1999.
- HOLANDA, A. C.; FELICIANO, A. L. P.; FREIRE, F. J.; SOUSA, F. Q.; FREIRE, S. R. O.; ALVES, A. R. Aporte de serapilheira e nutrientes em uma área de caatinga. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 621-633, abr.-jun. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 15 de outubro de 2019.

KIM, Y.; KNOX, R. G.; LONGO, M.; MEDVIGY, D.; HUTYRAK, L. R.; PYLE, E. H. Seasonal carbon dynamics and water fluxes in an Amazon rainforest. **Global Change Biology**, [s.l.], v. 18, p. 1-11, 2012.

LIMA, R. P. Aporte e decomposição da serapilheira na Caatinga no sul do Piauí. **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 1, p. 42-49, jan.-mar, 2015.

LOPES, M. I. M.; DOMINGOS, M.; VUONO, Y. S. **Ciclagem de nutrientes minerais. In: Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica.** SYLVESTRE, L. S.; ROSA, M. M. T. Seropédica: EDUR, 2002. p.72-103.

MARTINS, S. C. **Caracterização dos solos e serapilheira ao longo do gradiente altitudinal da Mata Atlântica, estado de São Paulo.** 2010. 155 f. (Tese de Doutorado) apresentada ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo. Piracicaba- SP, 2010.

MOMOLLI, D. R.; SCHUMACHER, M.V.; DICK, G.; VIERA, M.; SOUZA, H. B. Decomposição da serapilheira foliar e liberação de nutrientes em *Eucalyptus dunnii* no Bioma Pampa. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 46, n. 118, p. 199-208, jun. 2018.

NETO, A. P. S.; BARRETO, P. A. B.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; NOVAES, A. B.; PAULA, A. Produção de serapilheira em floresta estacional semidecidual e em plantios de *pterogyne nitens tul.* e *eucalyptus urophylla s. T. Blake* no Sudoeste da Bahia, **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 633-643, 2015.

OLSON, J. S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology**, [s.l.], v. 44, n. 2, p. 322-330, 1963.

OURIQUE, L. K.; SILVA, R. O.; SOUZA, C. A. S.; NOGUCHI, H.; SANTOS, J.; HIGUCHI, N. Relação da produção de serapilheira com incremento em diâmetro de uma floresta madura na Amazônia Central. **Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 44, n. 112, p. 875-886, dez. 2016.**

PIRES, H. C. G.; ROSA, L. S.; CABRAL, B. S.; SILVA V. M.; NOGUEIRA, G. A.; FERREIRA, P. R. N. Padrão Fenológico de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. em Áreas de Pastagens na Amazônia Oriental. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 23, n.2, p. 170-179, 2016.

ROSA, I. M. D.; PURVES, D.; JÚNIOR, C. S.; EWERS, R. M. Predictive modelling of deforestation in the brazilian Amazon. **Plos One**, [s.l.], v. 8, n. 10, 2013.

SILVA, H. F.; BARRETO, P. A. B.; SOUSA, G. T. O.; AZEVEDO, G. B.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; OLIVEIRA, F. G. R. B. Decomposição de serapilheira foliar em três sistemas florestais no Sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 164, 2014.

SILVA, W. T. M.; LEONARDO, F. A. P.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; LUCENA, J. D. S.; NETO, P. H. M. Deposição de Serapilheira em Áreas de Caatinga no Núcleo de Desertificação do Seridó. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 12, n. 4, p. 383-390, 2016.

TERROR, V. L.; SOUSA, H. C.; KOSOVITS, A. R. Produção, decomposição e qualidade nutricional da serapilheira foliar em uma floresta paludosa de altitude. **Acta Botânica Brasílica**, Brasília, v.25, n.1, p.113-121, 2011.

URBANO, C. N.; SIMONETE, M. A.; ERNANI, P. R.; CHAVES, D. M.; MORO, L. Aporte de serapilheira e nutrientes ao solo em povoamentos jovens de *Eucalyptus* no planalto catarinense. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 33-44, 2018.

VILLA, E. B.; M. G. PEREIRA.; ALONSO, J. M.; BEUTLER, S. J.; LELES, P. S. S. Aporte de serapilheira e nutrientes em área de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 23, n. 1, p. 90-99, 2016.

## **Contribuição de Autoria**

### **1 Ozias Cunha Bello**

Engenheiro Agrônomo, Me., Professor

<https://orcid.org/0000-0003-1418-0869> • belloufam@hotmail.com

Contribuição: Condução do experimento, Análise Formal, Metodologia, Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição

### **2 José Maurício Cunha**

Físico Ambiental, Dr., Professor

<https://orcid.org/0000-0003-4057-1708> • maujmc@gmail.com

Contribuição: Administração do projeto, Análise Formal, Supervisão, Validação, Recursos, Escrita – revisão e edição

### **3 Milton César Costa Campos**

Agrônomo, Dr., Professor

<https://orcid.org/0000-0002-8183-7069> • mcesarsolos@gmail.com

Contribuição: Curadoria de dados, Análise Formal, Metodologia

#### **4 Marcos Gervasio Pereira**

Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor

<https://orcid.org/0000-0002-1402-3612> • mgervasiopereira01@gmail.com

Contribuição: Curadoria de dados, Análise Formal, Metodologia

#### **5 Luís Antônio Coutrim Santos**

Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor

<https://orcid.org/0000-0002-0824-0901> • lacsantos@uea.edu.br

Contribuição: Curadoria de dados, Metodologia, Visualização de dados (gráfico)

#### **6 Thalita Silva Martins**

Agrônoma

<https://orcid.org/0000-0001-6662-6637> • thalitasilva\_pvh@hotmail.com

Contribuição: Investigação, Metodologia

#### **7 Elilson Gomes de Brito Filho**

Agrônomo

<https://orcid.org/0000-0001-6718-2126> • bfsambiente@gmail.com

Contribuição: Investigação, Metodologia

### **Como citar este artigo**

Bello, O. C.; Cunha, J. M.; Campos, M. C. C.; Pereira, M. G.; Santos, L. A. C.; Martins, T. S.; Brito Filho, E. G. Produção e decomposição de serapilheira em áreas de reflorestamento e floresta nativa no sul do Amazonas. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 32, n. 4, p. 1854-1875, 2022. DOI 10.5902/1980509843526. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509843526>.