

DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA FOLIAR DE FLORESTA NATIVA E PLANTIOS DE *Pterogyne nitens* E *Eucalyptus urophylla* NO SUDOESTE DA BAHIA

LEAF LITTER DECOMPOSITION IN NATIVE FOREST, PLANTATION OF *Pterogyne nitens* AND *Eucalyptus urophylla* IN SOUTHWESTERN BAHIA

Heloísa Cintra Alves Pinto¹ Patrícia Anjos Bittencourt Barreto²
Emanuela Forestieri da Gama-Rodrigues³ Francisco Garcia R. Barbosa de Oliveira⁴
Alessandro de Paula⁵ Aguiberto Ranulfo Amaral⁶

RESUMO

O processo de decomposição regula o acúmulo de serapilheira e a ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais, sendo fundamental para sua manutenção. O objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica de decomposição foliar em uma Floresta Estacional Semidecidual Montana e em plantios homogêneos de *Pterogyne nitens* Tul. e de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, localizados no município de Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. Para avaliação da decomposição, folhas recém-caídas foram coletadas, secas em estufa a 65°C, pesadas e colocadas em *litter bags*, que foram distribuídos aleatoriamente na superfície do piso florestal de cada uma das áreas estudadas. Realizaram-se coletas de cinco *litter bags* de forma aleatória após 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias da instalação. Com base nas massas obtidas, foram estimados o percentual de massa remanescente, as taxas de decomposição (k) e o tempo de meia-vida do folheto ($t_{1/2}$). Para caracterização química, foram separadas três subamostras do material foliar seco, que foram moídas e analisadas, determinando-se os teores de nitrogênio total, carbono, polifenóis, lignina e celulose. Os dados de decomposição foram relacionados com variáveis ambientais (precipitação, temperatura e umidade do ar) e microambientais (temperatura e umidade do solo) referentes ao mês de coleta. O acúmulo total de serapilheira variou entre as áreas estudadas, o maior valor foi observado no plantio de *Eucalyptus urophylla* (12,7 Mg ha⁻¹), seguido pela floresta nativa (6,9 Mg ha⁻¹) e plantio de *Pterogyne nitens* (1,1 Mg ha⁻¹). Ao final dos seis meses de avaliação, o *Eucalyptus urophylla* apresentou a maior massa remanescente (73,6%), seguido da floresta nativa (67,8%) e *Pterogyne nitens* (46,3%). A constante de decomposição (k) foi maior para a *Pterogyne nitens* (0,0054 g g⁻¹dia), com menores valores para floresta nativa (0,0016 g g⁻¹dia) e *Eucalyptus urophylla* (0,0015 g g⁻¹dia). A taxa de decomposição da serapilheira foliar do povoamento de *Pterogyne nitens* situa-se em uma posição superior em relação às taxas da floresta nativa e do povoamento de *Eucalyptus urophylla*, o que proporciona à espécie maior capacidade de reciclar matéria orgânica e nutrientes. O processo de decomposição nos ecossistemas estudados foi influenciado não apenas pela qualidade do folheto, mas também pela qualidade do seu microambiente.

Palavras-chave: resíduos vegetais; ecossistemas florestais; matéria orgânica.

1 Engenheira Florestal, Mestre em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Av. Alberto Lamego, CEP 28013-602, Campos dos Goytacazes (RJ), Brasil. cintra.florestal@gmail.com

2 Engenheira Florestal, Dr^a., Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Estrada do Bem Querer, km 04, Caixa Postal 95, CEP 45031-300, Vitória da Conquista (BA), Brasil. patriciabarroto@uesb.edu.br

3 Engenheira Agrônoma, Dr^a., Professora Associada do Laboratório de Solos, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Av. Alberto Lamego, CEP 28013-602, Campos dos Goytacazes (RJ), Brasil. emanuela@uenf.br

4 Engenheiro Agrônomo, Gestor Técnico do Projeto Mata Branca – GEF, CAR/SEDIR, Rua 6 de outubro, CEP 46620-000, Contendas do Sincorá (BA), Brasil. franciscogrbo@hotmail.com

5 Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Estrada do Bem Querer, km 04, Caixa Postal 95, CEP 45031-300, Vitória da Conquista (BA). apaula@uesb.edu.br

6 Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Estrada do Bem Querer, km 04, Caixa Postal 95, CEP 45031-300, Vitória da Conquista (BA), Brasil. guiba.acs@bol.com.br

ABSTRACT

The decomposition process regulates the accumulation of litter and nutrient cycling in forest ecosystems, being central to its maintenance. The objective of this study was to evaluate the dynamics of leaf litter decomposition in three forest ecosystems (semideciduous forest Montana and homogeneous stands of *Pterogyne nitens* Tul. and *Eucalyptus urophylla* ST Blake), located in Vitória da Conquista, Bahia, Brazil. To evaluate the decomposition, newly fallen leaves on the ground of trees and shrubs in each of the studied topplings were collected. The sheets were dried at 65 °C, and thereafter, 10 g portions were weighed and placed in litter bags, which were randomly distributed on the surface of the forest floor in each of the areas studied. Five litter bags at random were collected after 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days of installation. After collection, the material contained in each litter bag was subjected to drying in an oven at 65 °C and weighed. Based on the obtained masses were estimated the percentage of the remaining mass, the rate of decomposition (k) and half-life time of the litter ($t_{1/2}$). For chemical characterization three subsamples were separated from the dried leaf litter, which were ground and analyzed by determination of the total nitrogen, carbon, polyphenols, lignin and cellulose. The decomposition was related to environmental variables (precipitation, temperature and humidity) and the microenvironment (temperature and soil moisture). The total accumulated litter varied significantly between the settlements studied, the highest value was observed in the area of *Eucalyptus urophylla* (12,7 Mg ha⁻¹), followed by native forest (6,9 Mg ha⁻¹) and *Pterogyne nitens* (1,1 Mg ha⁻¹). At the end of the six months of the experiment, *Eucalyptus urophylla* showed the greatest remaining mass (73,6%), followed by native forest (67,8%) and *Pterogyne nitens* (46,3%). The decomposition constant (k) was higher in litter of *Pterogyne nitens* (0,0054 g g⁻¹ day), with lower values for native forest (0,0016 g g⁻¹ day) and *Eucalyptus urophylla* (0,0015 g g⁻¹ day). The rate of decomposition of leaf litter of the peopling of *Pterogyne nitens* is in a superior position in relation to rates of native forest and stand of *Eucalyptus urophylla*, which provides the largest species ability to recycle organic matter and nutrients. The decomposition process in the studied ecosystems is influenced not only by the quality of the litter but also by the quality of their microenvironment.

Keywords: vegetable residues; leaf; forest ecosystems; organic matter.

INTRODUÇÃO

A área total de florestas naturais e plantadas do Brasil destaca-se como a segunda maior do mundo, ocupando 60,7% do território nacional (BRASIL, 2010). O estado da Bahia apresenta a quinta maior área de florestas plantadas do país, com 617 mil hectares, dos quais 96% corresponde a espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia* (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS, 2013).

Na região Sudoeste da Bahia, em especial no Planalto da Conquista, as florestas naturais são representadas por fragmentos remanescentes, verificando-se uma intensificação das atividades de reflorestamento com espécies exóticas nos últimos anos, que contribui para o suprimento da elevada demanda energética vegetal (BOMFIM et al., 2009). A utilização de espécies florestais nativas em plantios homogêneos também pode representar uma importante alternativa para o fornecimento de

produtos florestais. Entretanto, essas espécies são pouco empregadas por não conseguirem despertar grande interesse, na maioria das vezes pela escassez de informações relativas a sua ecologia e silvicultura, o que torna eminente a necessidade de realizar estudos voltados para essas espécies.

A *Pterogyne nitens* Tul., pertencente à família Fabaceae, é uma representante das espécies da Caatinga da Bahia (QUEIROZ, 2002; PELLIZZARO et al., 2011), apresentando potencialidade para ser empregada em programas de reflorestamento no estado. Sua madeira pode ser utilizada para diferentes finalidades como lenha, móveis finos e construção civil (CARVALHO, 1994). A espécie também possui a capacidade natural de associação com bactérias diazotróficas, conferindo-lhe o potencial de realizar a fixação biológica do nitrogênio atmosférico.

Nas regiões tropicais, em florestas nativas ou plantadas, nas quais há um aporte contínuo de resíduos vegetais, a serapilheira constitui um elemento essencial para manutenção desses

ecossistemas (SCHUMACHER et al., 2004; LIN et al., 2012; VIEIRA et al., 2013). A velocidade de decomposição da serapilheira regula o acúmulo de matéria orgânica na superfície do solo (HAAG, 1987; PEGADO et al., 2008) e o processo de ciclagem de nutrientes (COSTA et al., 2005; ANDIVIA et al., 2010; TEIXEIRA et al., 2012; GODINHO et al., 2013). Por sua vez, a heterogeneidade e a taxa de decomposição do material depositado na superfície do solo são controladas por fatores bióticos e abióticos que determinam a quantidade e qualidade do material que se acumula sobre o solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002).

Dentre os fatores bióticos, a atividade da fauna do solo é considerada a mais representativa (CESAR, 1993). Dentre os abióticos destacam-se as condições ambientais (temperatura, precipitação pluviométrica e características edáficas do sítio) (SINGH; GUPTA, 1977; MEGURO et al., 1980) e a qualidade do substrato (PAGANO; DURIGAN, 2000; KOKOURA et al., 2003).

A qualidade da serapilheira é determinada por seus teores em compostos orgânicos e inorgânicos (frações solúveis, nutrientes, lignina, celulose, compostos fenólicos, carbono, substâncias estimulantes ou alelopáticas), que exercem grande influência sobre as interações da fauna do solo e, conseqüentemente, sobre a taxa de decomposição (SWIFT et al., 1979; BEARE et al., 1992). Tal qualidade varia de acordo com o tipo de vegetação, espécie, idade, bem como com a organização do sistema florestal, se homogêneo ou heterogêneo, se nativo ou plantado, que confere à serapilheira uma diversidade de resíduos e também determina a atuação da comunidade de decompositores a ela associados (NEVES et al., 2001; GAMA-RODRIGUES et al., 2003).

A folha constitui o principal componente da serapilheira aportada ao solo pelas espécies florestais (CABIANCHI, 2010), representando 50 a 80% da serapilheira total (GAMA-RODRIGUES; BARROS 2002; BALIEIRO et al., 2004a; CIANCIARUSO et al., 2006; PIMENTA et al., 2011; PEREIRA et al. 2012; SCHUMACHER et al., 2013) e é responsável pela maior parte do retorno de nutrientes via decomposição (CARPANEZZI, 1997; VIEIRA et al., 2014). Diante disso, o estudo comparativo da decomposição da serapilheira foliar em floresta nativa e em plantios florestais pode fornecer subsídios para a conservação e estabelecimento de práticas de manejo nesses ecossistemas. Assim,

este trabalho teve como objetivo avaliar a dinâmica de decomposição da fração foliar da serapilheira de uma Floresta Estacional Semidecidual e de plantios homogêneos de *Pterogyne nitens* Tul. e de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake no Sudoeste da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O trabalho foi realizado no município de Vitória da Conquista, Bahia, Brasil, em três áreas, uma de floresta nativa e duas de plantios florestais homogêneos de *Pterogyne nitens* Tul. e de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, com seis e sete anos de idade, respectivamente. As áreas de floresta nativa e eucalipto estão situadas nas proximidades da BR 116 (14°56'39,46" S e 40°53'49,47" W), distando-se cerca de 12 km em linha reta da área de *Pterogyne nitens*, situada no Campo Agropecuário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (14°53'01,06" S e 40°47'55,18" W).

A floresta nativa, regionalmente conhecida como mata de cipó, é classificada como Floresta Estacional Semidecidual Montana. O fragmento estudado apresenta área íntegra considerável, estágio médio de regeneração (BRASIL, 1994) e árvores relativamente baixas (altura entre 10 e 15 m), sendo composto de mesofanerófitos parcialmente caducifólios, envolvidos por lianas, com predominância de ecótipos da família Leguminosae, destacando-se o gênero *Parapiptadenia* (VELOSO et al., 1991).

Os plantios florestais (*Pterogyne nitens* e *Eucalyptus urophylla*) foram estabelecidos em espaçamento de 3 m x 3 m, com utilização de gradagem e adubação localizada na cova (100 gramas de Superfosfato Simples). O plantio de *Pterogyne nitens*, espécie regionalmente conhecida como madeira nova, apresentava árvores com um a três fustes, diâmetro a altura do peito (DAP) variando de 2,9 a 13,5 cm, altura entre 6,1 e 10,5m e incremento médio anual (IMA) de 10,1 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. O povoamento de *Eucalyptus urophylla* apresentava-se mais homogêneo, com DAP entre 14,9 e 20,9 cm, altura entre 13,8 e 18,5 m e IMA de 29,9 m³ ha⁻¹ ano⁻¹.

O solo das três áreas estudadas possui textura argilo arenosa e pertence a uma mesma classe: Latossolo Amarelo Distrófico. A caracterização química e granulométrica (Tabela

1) foi obtida conforme os métodos descritos por EMBRAPA (1979): pH (água); P e K extraíveis por Mehlich-1; Ca, Mg e Al trocáveis por KCl 1 mol L⁻¹; matéria orgânica (MO) por oxidação com Na₂Cr₂O₇ 4 N; e granulometria pelo método da pipeta. Para cada cobertura florestal, foram utilizadas quatro amostras de solo, compostas por 20 amostras simples, coletadas por caminhamento aleatório nas áreas estudadas.

A variação de temperatura e umidade do solo no período em que foi realizado o estudo (junho a novembro de 2012) está apresentada na Figura 1. A medição da temperatura do solo foi realizada mensalmente na camada 0-10 cm, entre as 15 e as 16 horas do dia, com uso de termômetro digital e com três repetições. Para determinação da umidade, a cada mês foram coletadas três amostras de solo da camada 0-10 cm de forma aleatória, utilizando-se recipientes de peso conhecido. O cálculo da umidade foi realizado a partir da massa de cada amostra de solo, que foi pesada antes e depois da secagem, empregando-se a expressão (1):

$$U_{\text{solo}}(\%) = \left(\frac{P_u - P_s}{P_s} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

Em que: $U_{\text{solo}}(\%)$ é umidade percentual do solo; P_u é o peso úmido (g) e P_s é o peso seco (g).

O relevo da região é considerado plano a levemente ondulado, com altitude média de 840 m. O clima é do tipo Cwb, segundo classificação

de Köppen, clima tropical de altitude (SOUSA et al., 2013). As variáveis climáticas (precipitação, temperatura média e umidade relativa) observadas no período em que foi realizado o estudo encontram-se descritas na Tabela 2.

Acúmulo de serapilheira

A determinação da serapilheira acumulada foi realizada em agosto de 2012. Para isso, realizou-se coleta do material depositado sobre o solo com auxílio de um quadrado de madeira sem fundo de 0,25 m² (0,50 m x 0,50 m), que foi lançado aleatoriamente, com quatro repetições em cada área. As amostras de serapilheira foram triadas, separando-se a fração foliar das demais frações, secas em estufa até peso constante (65°C) e pesadas em balança analítica (precisão de 0,01 g) para determinação da serapilheira total e foliar.

Decomposição da serapilheira foliar

O estudo foi conduzido entre os meses de maio e novembro de 2012. Foram utilizadas folhas recém-caídas, tanto de árvores como de arbustos, coletadas sobre o solo das coberturas florestais estudadas. As folhas foram secas em estufa à temperatura de 65°C, até peso seco constante.

Para caracterização química, foram separadas três subamostras do material foliar seco,

TABELA 1: Atributos químicos e físicos dos solos nas áreas experimentais (profundidade 0-5 cm).

TABLE 1: Chemical and physical composition of soils (0-5 cm depth).

| Parâmetros | Coberturas | | |
|---|-------------------------|-----------------|-----------------------------|
| | <i>Pterogyne nitens</i> | Floresta Nativa | <i>Eucalyptus urophylla</i> |
| pH | 5,6 | 4,3 | 4,8 |
| MO ⁽¹⁾ (g dm ⁻³) | 16,3 | 46,0 | 26,3 |
| H+Al (cmolc dm ³) | 2,6 | 10,1 | 5,8 |
| P (cmolc dm ³) | 1,3 | 2,0 | 2,0 |
| K (cmolc dm ³) | 0,2 | 0,1 | 0,1 |
| Ca (cmolc dm ³) | 1,1 | 1,2 | 0,6 |
| Mg (cmolc dm ³) | 1,0 | 0,8 | 0,6 |
| V (%) | 46,9 | 16,3 | 18,1 |
| m (%) | 13,0 | 43,8 | 41,1 |
| Argila (g kg ⁻¹) | 380 | 450 | 490 |
| Areia (g kg ⁻¹) | 608 | 540 | 500 |
| Silte (g kg ⁻¹) | 12 | 10 | 10 |

Em que: MO = matéria orgânica.

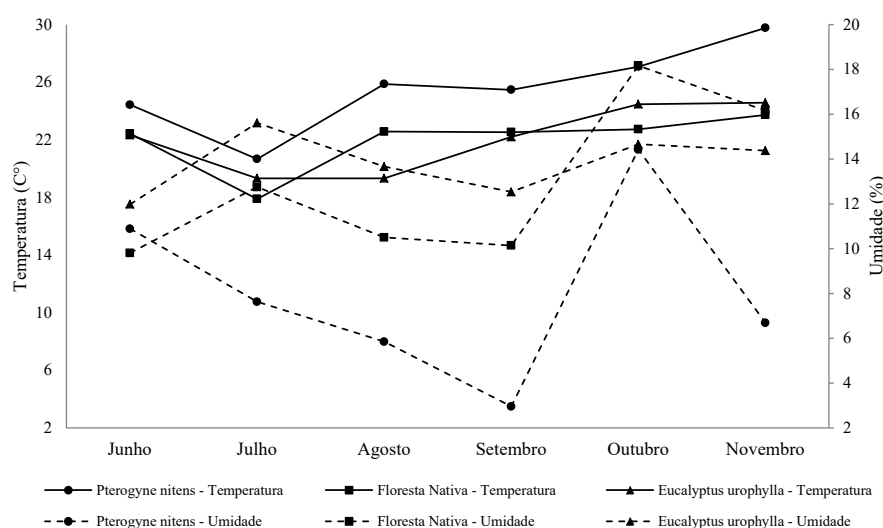


FIGURA 1: Temperatura e umidade do solo durante o período de avaliação da decomposição da serapilheira foliar (junho a novembro de 2012).

FIGURE 1: Temperature and soil humidity during the evaluation period of the decomposition of leaf litter (June to November 2012).

que foram moídas e analisadas, determinando-se os teores de nitrogênio total, pelo método Kjeldahl, descrito por Bataglia et al. (1983); de carbono, por oxidação com $K_2Cr_2O_7$, $0,4 \text{ mol L}^{-1}$ em meio ácido; de polifenóis, pelo reagente de Folin-Denis em meio básico (ANDERSON; INGRAM, 1996); e de lignina e celulose, pelo método da fibra em detergente ácido – FDA (VAN SOEST; WINE, 1968).

Para avaliação da decomposição, porções de 10 g das folhas secas foram pesadas e colocadas em *litter bags* de 1 mm de malha (náilon), com dimensões de 20 cm x 20 cm (ANDERSON; INGRAM, 1996) e costuras laterais em linhas de náilon (para que não houvesse risco de decomposição da linha). A malha foi escolhida com propósito de permitir o acesso da mesofauna, tais como cupins, pequenos besouros e artrópodes, assim como microrganismos (bactérias, fungos, nematoides e protozoários).

Em cada área estudada, em maio de 2012, foram distribuídos aleatoriamente 30 *litter bags*, que foram posicionados sobre o solo e amarrados com fio de barbante em troncos ou galhos para evitar seu deslocamento pelo vento, chuva ou por ação de animais. Os *litter bags* foram coletados aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias. A cada período foram retiradas cinco bolsas por povoamento. O tempo total de avaliação foi definido com base em estudos da literatura relacionada, que adotaram intervalos entre 120 e 180 dias (FERNANDES et al., 2006,

BARBOSA; RODRIGUES, 2007; TERROR et al., 2011; TEIXEIRA et al., 2012; ROSSI et al., 2013; SILVA et al., 2014).

Após coleta, o material contido em cada *litter bag* foi limpo (para retirada de partículas de solo e de possíveis organismos presos às folhas) e, em seguida, submetido à secagem em estufa (65°C), até peso constante. Na sequência, o material seco foi pesado para obtenção da massa remanescente.

O percentual de massa remanescente (%R) foi obtido pela relação entre a massa inicial e massa remanescente, de acordo com a expressão (2):

$$\%R = \left(\frac{P_i}{P_f} \right) \cdot 100 \quad (2)$$

Em que: P_i é o peso seco inicial do folheto e P_f é o peso remanescente (ou peso final) observado ao final de cada mês de estudo.

As constantes de decomposição (k), ou taxas de decomposição, da fração foliar da serapilheira dos ecossistemas florestais estudados foram obtidas a partir dos valores de massas remanescentes verificados ao longo dos seis meses de estudo, os quais foram ajustados ao modelo exponencial (3), proposto por Thomas e Asakawa (1993), por progressão não linear, empregando-se o programa científico de ajuste de curvas SigmaPlot® v.12.0.

$$P_t = P_0 \cdot e^{-k \cdot t} \quad (3)$$

TABELA 2: Dados climáticos (precipitação, temperatura média e umidade do ar) referentes à região de Vitória da Conquista, Bahia, no período de junho a novembro de 2012. (Fonte: Estação Meteorológica da UESB – ESMET).

TABLE 2: Climatic data (rainfall, average temperature and air humidity) for the region of Vitória da Conquista, Bahia state, in the period June-November 2012. (Source: Meteorological Station UESB - ESMET).

| Mês | P ⁽¹⁾ | T _{med} | Umidade |
|----------|------------------|------------------|---------|
| Junho | 22,20 | 19,72 | 77,61 |
| Julho | 18,00 | 17,79 | 78,80 |
| Agosto | 55,10 | 17,31 | 79,50 |
| Setembro | 6,70 | 19,20 | 78,52 |
| Outubro | 48,40 | 20,19 | 77,79 |
| Novembro | 358,40 | 21,32 | 90,17 |
| Média | 84,8 | 19,26 | 80,40 |
| Soma | 508,80 | - | - |

Em que: P = precipitação pluviométrica (mm); T_{med} = temperatura média do ar (°C) e Umidade = Umidade Relativa do Ar (%)

Em que: P_t é o peso seco remanescente da amostra após t dias; P₀ é o peso seco inicial, colocado nos no tempo zero (t = 0); t é o tempo em dias e k é a constante de decomposição.

A partir do valor da constante de decomposição, foi calculado o tempo de meia-vida do folheto, que corresponde ao tempo requerido para que ocorra a transformação de metade da quantidade inicial do folheto (P_t=P₀/2). Para tanto, foi adotada a equação (4) $t_{1/2} = \ln(2)/k$, obtida a partir da linearização do modelo (3), proposta por Landsberg e Gower (1997).

$$t_{1/2} = 0,69315/k \quad (4)$$

Em que: t_{1/2} é o tempo de meia-vida do folheto e k é a constante de decomposição obtida a partir do ajuste do modelo exponencial.

Análise estatística

Os dados de decomposição da serapilheira (% remanescente a cada mês) foram submetidos à análise de variância, segundo um delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, por meio do programa estatístico SAEG® v.9.1. Adotou-se o teste de Duncan a 5% de significância para comparação de médias.

Por meio da análise de correlação de Pearson, a 5%, os dados de decomposição

foram relacionados com as variáveis ambientais consideradas (variáveis climáticas: precipitação, temperatura e umidade relativa do ar), bem como com as variáveis microambientais (temperatura e umidade do solo) referentes ao mês de coleta. Também foi estabelecida correlação da decomposição com os dados das variáveis ambientais do mês que antecedeu cada coleta, com propósito de avaliar possíveis efeitos posteriores promovidos por estas variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A serapilheira acumulada total variou significativamente entre as coberturas estudadas, o maior valor foi observado na área de *Eucalyptus urophylla* (12,7 Mg ha⁻¹), seguida pela floresta nativa (6,9 Mg ha⁻¹) e *Pterogyne nitens* (1,1 Mg ha⁻¹) (Tabela 3). De forma semelhante, os estoques de serapilheira foliar foram de 6,2 Mg ha⁻¹, para o *Eucalyptus urophylla*, 3,0 Mg ha⁻¹, para a floresta nativa, e 0,6 Mg ha⁻¹, para a *Pterogyne nitens*, o que representa, respectivamente, cerca de 49, 43 e 51% da serapilheira total. Esses valores de contribuição da fração foliar são inferiores à média relatada por Meentmeyer et al. (1982) e por Reis e Barros (1990) para ecossistemas florestais (70%). No entanto, Balieiro et al. (2004b) observaram percentuais mais próximos aos encontrados no presente estudo para povoamento homogêneo de eucalipto

(57,7%) e para consórcio eucalipto x guachapele (*Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms) (56,4%), em Seropédica, RJ.

Decorridos 30 dias após a instalação dos *litter bags*, verificou-se menor perda de massa das folhas de *Pterogyne nitens*, em relação à floresta nativa e *Eucalyptus urophylla*. A partir do segundo mês de experimento esse comportamento se inverteu, observando-se menores massas remanescentes para a *Pterogyne nitens*, embora com distinção significativa apenas aos 90, 120 e 150 dias (Tabela 4), o que denota uma menor resistência das folhas da espécie à decomposição. Esse resultado pode ser atribuído à melhor qualidade do material foliar da *Pterogyne nitens*, expressa pelo seu maior conteúdo de N e menores relações C:N, CEL:N e POL+CEL:N (Tabela 5), que estaria favorecendo a atividade dos organismos decompositores. Fernandes et al. (2006) estudando áreas de floresta secundária espontânea, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e plantio de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), verificaram comportamento semelhante para o sabiá, também pertencente à família Fabaceae, em relação à

floresta nativa, comprovando o favorecimento da decomposição pelo maior conteúdo de nitrogênio na serapilheira.

Além disso, a atuação da comunidade de organismos decompositores no povoamento de *Pterogyne nitens* também pode ter sido favorecida pela maior fertilidade do solo desta área, que apresenta maiores valores de pH, teor de P e saturação por bases (cerca de 60% superior em relação ao solo das demais áreas estudadas) (Tabela 1). Staaf (1987) destaca que a fertilidade do solo influencia as taxas de decomposição, pois afeta a atividade dos organismos envolvidos no processo. Segundo Coleman e Hendrix (2000), alterações nas características do solo promovem modificações na fauna edáfica tanto ao nível de diversidade quanto ao nível de densidades populacionais.

Para a *Pterogyne nitens*, o processo de decomposição do material foliar ocorreu com maior intensidade aos 90 e 150 dias, com perdas de 27 e 30% (Tabela 4). Já, para a floresta nativa, as maiores perdas ocorreram aos 30 dias (15%) e aos 180 dias (12%), enquanto para o *Eucalyptus urophylla* aconteceram nos dois primeiros meses de estudo,

TABELA 4: Percentual de massa remanescente das coberturas florestais.

TABLE 4: Remaining mass percentage of the forest covers.

| Dias | Coberturas | | |
|------|-------------------------|-----------------|-----------------------------|
| | <i>Pterogyne nitens</i> | Floresta Nativa | <i>Eucalyptus urophylla</i> |
| 0 | 100,00 a | 100,00 a | 100,00 a |
| 30 | 88,32 a | 85,22 b | 86,04 b |
| 60 | 78,93 a | 81,32 a | 79,38 a |
| 90 | 52,36 b | 74,91 a | 76,03 a |
| 120 | 62,20 a | 78,58 a | 80,76 a |
| 150 | 32,73 b | 79,71 a | 75,00 a |
| 180 | 46,25 b | 67,77 a | 73,56 a |

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

TABELA 3: Serapilheira acumulada (Mg ha⁻¹) total e foliar das coberturas florestais.

TABLE 3: Litter accumulated (Mg ha⁻¹) and total and foliar of the three forest covers.

| Serapilheira | Coberturas | | |
|--------------|-------------------------|-----------------|-----------------------------|
| | <i>Pterogyne nitens</i> | Floresta Nativa | <i>Eucalyptus urophylla</i> |
| Total | 1,07 c | 6,88 b | 12,71 a |
| Foliar | 0,55 c | 2,95 b | 6,17 a |

Em que: médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem, entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de significância.

TABELA 5: Caracterização da composição inicial da serapilheira foliar das coberturas florestais.
 TABLE 5: Initial composition of the leaf litter of the forest covers.

| Atributos | Coberturas | | |
|--------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------------|
| | <i>Pterogyne nitens</i> | Floresta Nativa | <i>Eucalyptus urophylla</i> |
| C (g kg ⁻¹) | 492,80 a ⁽¹⁾ | 480,67 a | 519,73 a |
| N (g kg ⁻¹) | 29,12 a | 17,87 b | 15,69 b |
| POL(g kg ⁻¹) | 31,30 b | 17,71 c | 45,07 a |
| CEL(g kg ⁻¹) | 140,07 b | 178,93 a | 140,00 b |
| LIG(g kg ⁻¹) | 301,73 a | 171,60 c | 221,87 b |
| C:N | 16,92 c | 26,90 b | 33,12 a |
| POL:N | 1,07 b | 0,99 b | 2,87 a |
| CEL:N | 4,81 b | 10,01 a | 8,92 a |
| LIG:N | 10,36 b | 9,60 b | 14,14 a |
| POL+CEL:N | 5,88 b | 11,00 a | 11,80 a |
| POL+LIG:N | 11,44 b | 10,59 b | 17,07 a |

Em que: C = carbono orgânico; N = nitrogênio total; POL = polifenóis; CEL = celulose; LIG = lignina; C:N = relação carbono/nitrogênio; POL:N = relação Polifenóis/N; CEL:N = relação celulose/N; LIG:N = relação Lignina/N; POL+CEL/N = relação celulose+polifenóis/N; POL+LIG:N = relação lignina+polifenóis/N; Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância.

com perdas de 14% (30 dias) e 7% (60 dias). Nos outros períodos de coleta, para as três coberturas, as taxas de decomposição foram mais lentas e mais ou menos constantes, verificando-se um menor decréscimo da massa remanescente no mês de setembro, aos 120 dias, quando se verificou o menor índice pluviométrico (Tabela 2), o que sugere uma diminuição da velocidade de decomposição neste mês. De acordo com Staaf (1987), o regime hídrico, a temperatura do ar e o ambiente microclimático da serapilheira acumulada afetam as taxas de decomposição. Hinkel (2002), estudando ciclagem de nutrientes em floresta ombrófila densa, verificou perdas mais acentuadas de massa foliar em períodos mais quentes e com maior pluviosidade.

Foram identificadas apenas duas associações significativas positivas, da decomposição da *Pterogyne nitens* com a umidade do solo e da decomposição do *Eucalyptus urophylla* com umidade relativa do ar nos meses que antecederam a coleta dos litter bags (Tabela 6).

Apesar de não ter se verificado correlação significativa entre precipitação e perdas de massa foliar de nenhuma das coberturas estudadas, no caso do plantio de *Pterogyne nitens* é possível que esta variável climática tenha regulado o ritmo de decomposição observado, uma vez que as maiores perdas de massa foram verificadas aos 90 e 120

dias, que correspondem aos meses de agosto e outubro, quando ocorreu um expressivo aumento do índice pluviométrico em relação aos meses que os antecederam (julho e setembro). Segundo Gama-Rodrigues et al. (2003), a umidade do folheto é um fator importante no processo de decomposição, uma vez que permite a atividade da microbiota do solo. Dessa forma, a correlação positiva significativa observada entre umidade do solo e decomposição no povoamento de *Pterogyne nitens* apoia esta informação, demonstrando que, combinada à melhor qualidade do material foliar da espécie, a umidade estaria atuando como regulador do processo de decomposição.

Em geral, para as três coberturas, a maior perda de massa ocorreu até os 90 dias de estudo, quando em média 32% da massa original foi decomposta, chegando a uma média de 40% ao final dos 180 dias de experimento. Padrão semelhante foi observado por Silva et al. (2014), em áreas de Floresta Estacional Semidecidual e de plantios de espécies florestais nativas, nos quais cerca de 24% da massa original foi decomposta até os 120 dias e 40% aos 180 dias. Cianciaruso et al. (2006), em área de Cerradão no estado de São Paulo, verificaram 34% de perda de massa aos 120 dias e uma posterior estabilização da decomposição, que correspondeu a cerca de 43% da massa original ao final de um ano

de experimento.

Ao final dos seis meses de experimento, o *Eucalyptus urophylla* apresentou a maior massa remanescente, seguido da floresta nativa e *Pterogyne nitens*. Esse resultado é corroborado pelas quantidades de serapilheira acumulada observadas nas áreas estudadas, que demonstram uma íntima relação entre o acúmulo de serapilheira e a sua velocidade de decomposição, conforme observado por Andrade et al. (2003) e Schumacher et al. (2013). Sendo assim, embora o acúmulo seja também regulado pelo aporte de serapilheira, não apenas pelo processo de decomposição, o menor acúmulo observado na *Pterogyne nitens* indica uma maior taxa de perda de massa, enquanto o maior estoque de serapilheira observado no plantio de *Eucalyptus urophylla* evidencia uma menor ritmo de decomposição da serapilheira foliar, possivelmente relacionada aos seus maiores teores de polifenóis e maiores relações C:N, LIG:N, POL:N, POL+LIG:N e POL+CEL:N, que estariam conferindo maior recalcitrância ao material.

Em plantações de eucalipto costumam ser relatadas baixas taxas de decomposição em decorrência da baixa qualidade nutricional da serapilheira (ADAMS; ATIWILL, 1986; COSTA

et al., 2005; BARRETO et al., 2012), consequência da eficiente retranslocação de nutrientes (ciclagem bioquímica) (GAMA-RODRIGUES; BARROS, 2002). Para Pires et al. (2006), baixas taxas de decomposição podem representar uma adaptação do ecossistema para minimizar as perdas por lixiviação e permitir um melhor aproveitamento dos nutrientes.

O modelo exponencial negativo explicou adequadamente o comportamento da decomposição da serapilheira foliar das três coberturas florestais estudadas, com valores de regressão significativos (Tabela 7). As curvas de decomposição, obtidas através do ajuste do modelo (Figura 3), evidenciam um padrão de perda de massa diferenciado da *Pterogyne nitens*, em relação à floresta nativa e ao *Eucalyptus urophylla*, sendo possível identificar uma maior inclinação da sua curva, o que indica que o processo de decomposição das folhas é mais acelerado em relação aos demais povoamentos estudados.

Fernandes et al. (2006) verificaram inclinação mais acentuada da curva ajustada aos dados de decomposição do sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) em relação à uma floresta em sucessão natural, que apresentou menor inclinação e comportamento semelhante ao que foi observado

TABELA 6: Coeficiente de correlação de Pearson para as variáveis comparadas (perda de massa mensal de cada uma das coberturas *versus* umidade e temperatura do solo e precipitação, temperatura média e umidade relativa no mês e um mês antes da coleta dos *litter bags*).

TABLE 6: Pearson correlation coefficient for the variables compared (mass loss of each monthly coverage versus humidity and soil temperature and rainfall, average temperature and relative humidity in the month and a month before the collection of litter bags).

| Variáveis | Perda de massa/ Cobertura | | |
|----------------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------------|
| | <i>Pterogyne nitens</i> | Floresta Nativa | <i>Eucalyptus urophylla</i> |
| U _{solo} ⁽¹⁾ | 0,60* | -0,24 | -0,21 |
| T _{solo} | -0,02 | 0,36 | -0,10 |
| Ppt mês | -0,36 | 0,41 | -0,37 |
| Ppt 1 mês | 0,29 | 0,17 | -0,34 |
| T _{med} mês | -0,34 | 0,33 | -0,05 |
| T _{med} 1 mês | -0,15 | 0,44 | 0,42 |
| U _{ar} mês | -0,38 | 0,36 | -0,36 |
| U _{ar} 1 mês | 0,02 | 0,44 | 0,52* |

Em que: U_{solo} = umidade do solo; T_{solo} = temperatura do solo na camada 0-10 cm; Ppt mês = precipitação no mês de coleta; Ppt 1 mês = precipitação no mês que antecedeu a coleta; T_{med} mês = temperatura média no mês de coleta; T_{med} 1 mês = temperatura média no mês que antecedeu a coleta; U_{ar} mês = umidade do ar no mês de coleta; U_{ar} 1 mês = umidade do ar no mês que antecedeu a coleta; *Correlações significativas a 5% de probabilidade de erro.

TABELA 7: Constantes de decomposição, obtidas por ajuste de modelo exponencial, e tempo de meia-vida da fração foliar da serapilheira das coberturas florestais.

TABLE 7: Constant decomposition, obtained by fitting the exponential model, and half-life of the leaf litter of the forest covers.

| Parâmetros | Coberturas | | |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------------|
| | <i>Pterogyne nitens</i> | Floresta Nativa | <i>Eucalyptus urophylla</i> |
| $P_0^{(1)}$ (g) | 10,00 | 9,96 | 10,01 |
| r^2 | 0,94* | 0,84* | 0,86* |
| EPE | 0,64 | 0,57 | 0,52 |
| k (g g ⁻¹ dia) | 0,0054 | 0,0016 | 0,0015 |
| $t_{1/2}$ (dias) | 128,36 | 433,22 | 462,10 |

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

para floresta nativa e *Eucalyptus urophylla* no presente trabalho. Resultados semelhantes foram observados por Costa et al. (2014), para *Mimosa caesalpinifolia* e Cunha Neto et al. (2013), para a *Mimosa artemisiana*. Maiores velocidades de decomposição são esperadas para espécies que possuem potencial para fixação de nitrogênio, como é o caso de espécies das famílias Leguminosae e Fabaceae (CONSTANTINIDES; FOWNES, 1994).

A constante de decomposição (k) foi maior para a serapilheira da *Pterogyne nitens* (0,0054 g g⁻¹dia), seguido pela floresta nativa (0,0016 g g⁻¹dia) e *Eucalyptus urophylla* (0,0015 g g⁻¹dia). Com essa mesma sequência, o tempo médio para que ocorra decomposição de 50% da serapilheira ($t_{1/2}$) foi estimado em 128,36 dias para a *Pterogyne nitens* (0,35 ano), 433,22 dias para a floresta nativa (1,20 ano) e 462,1 dias para o *Eucalyptus urophylla* (1,3 ano), evidenciando uma menor resistência do folheto da *Pterogyne nitens* à decomposição e uma maior recalcitrância da floresta nativa e *Eucalyptus urophylla*.

A maior taxa de decomposição verificada nas folhas da *Pterogyne nitens* corrobora resultados discutidos anteriormente, indicando um menor tempo médio de residência do material foliar. Valores próximos aos observados para esta espécie foram encontrados para folíolos de *Pseudosamanea guachapele* Harms por Balieiro et al. (2004b): constante k de 0,0047 g g⁻¹ dia e tempo de meia-vida de 147 dias. Já Balieiro et al. (2004a) obtiveram constante de decomposição de 0,0017 g g⁻¹ dia e $t_{1/2}$ de 421 dias para filódios de *Acacia mangium* Willd., valores que se aproximam dos encontrados para a floresta nativa e *Eucalyptus urophylla*.

CONCLUSÕES

A taxa de decomposição da serapilheira foliar do povoamento de *Pterogyne nitens* situa-se em uma posição superior em relação às taxas da floresta nativa e do povoamento de *Eucalyptus urophylla*, o que proporciona à espécie maior capacidade de reciclar matéria orgânica e nutrientes.

O processo de decomposição nos ecossistemas estudados foi influenciado não apenas pela qualidade do folheto, mas também pela qualidade do seu microambiente.

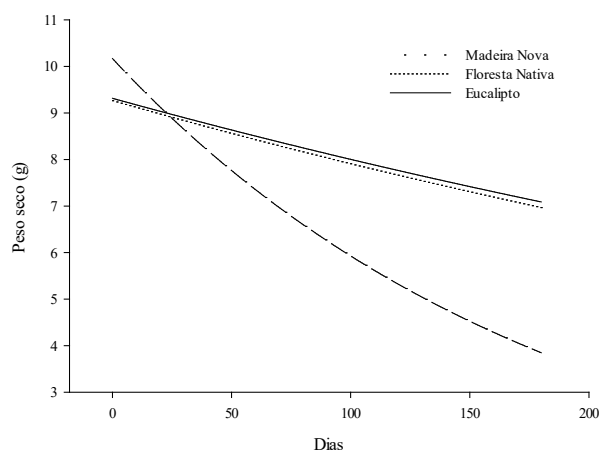


FIGURA 3: Curvas de decomposição da fração foliar da serapilheira ajustadas ao modelo exponencial simples para obtenção da constante k .

FIGURE 3: Curves of decomposition of leaf litter fraction set to simple exponential model to obtain the constant k .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário Estatístico da ABRAF 2013 ano base 2012**. Brasília: ABRAF, 2013. 148 p.
- ADAMS, M. A.; ATTIWILL, P. M. Nutrient cycling an nitrogen mineralization in eucalypt forests south-eastern Australia. I. Nutrient Cycling and nitrogen turnover. **Plant and Soil**, New York, v. 92, p. 319-339, 1986.
- ANDERSON, J. D.; INGRAM, J. S. I. **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. 2. ed. Wallingford: CAB International, 1996. 171 p.
- ANDIVIA, E. et al. Nutrients return from leaves and litterfall in a Mediterranean Cork Oak (*Quercus Suber* L.) forest in Southwestern Spain. **European Journal of Forest Research**, Berlin, v. 129, n. 1, p. 5-12, 2010.
- ANDRADE, A. G. et al. Contribuição da serrapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe Agropecuário**, n. 24, p. 55-63, 2003.
- BALIEIRO, F. C. et al. Acúmulo de nutrientes na parte aérea, na serrapilheira acumulada sobre o solo e decomposição de filódios de Acácia mangium Wild. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 59-65, 2004a.
- BALIEIRO, F. C. et al. Dinâmica da serapilheira e transferência de nitrogênio ao solo, em plantios de *Pseudosamanea guachapele* e *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 6, p. 597-601, 2004b.
- BARBOSA, A. F.; RODRIGUES, G. G. Variação da Taxa de Decomposição Foliar de *Ocotea puberula* (Rich.) Nees ao longo da Bacia Hidrográfica Lajeado Grande, RS. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 906-908, 2007.
- BARRETO, P. A. B. et al. Nitrogen balance in soil under eucalyptus plantations. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1239-1248, 2012.
- BATAGLIA, O. C. et al. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. (Boletim Técnico, 78) 49 p.
- BEARE, M. H. et al. Microbial and faunal interactions and effects on litter nitrogen and decomposition agroecosystems. **Ecological Monographs**, Washington, v. 62, n. 4, p. 569-591, 1992.
- BOMFIM, A. A. et al. Avaliação morfológica de mudas de Madeira-Nova (*Pterogyne nitens* Tull.) produzidas em tubetes e sacos plásticos e de seu desempenho no campo. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 1, p. 33-40, 2009.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Serviço Florestal Brasileiro. **Florestas do Brasil em resumo - 2010: dados de 2005-2010**. Brasília: MMA, 2010. 152 p.
- BRASIL. Resolução do CONAMA nº 5, de 4 de maio de 1994. Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica da Bahia. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1994. Seção 1, p. 7912-7913.
- CABIANCHI, G. M. **Ciclagem de nutrientes via serapilheira em um fragmento ciliar do rio Urupá, Rondônia**. 2010. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- CARPANEZZI, A. A. **Banco de sementes e deposição de folheto e seus nutrientes em povoamentos de bracinga (*Mimosa scabrella* Benth) na região metropolitana de Curitiba-PR**. 1997. 177 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso de madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 640 p.
- CESAR, O. Produção de serapilheira na mata mesófila semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, Município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 53, p. 671-681, 1993.
- CIANCIARUSO, M. C. et al. Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em um Cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 49-59, 2006.
- COLEMAN, D. C.; HENDRIX, P. F. **Invertebrates as webmasters in Ecosystems**. London: CABI Publishing, 2000. 336 p.
- CONSTANTINIDES, M.; FOWNES, J. H. Nitrogen mineralization from leaves and litter of tropical plants: relationship to nitrogen, lignin and soluble polyphenol concentrations. **Soil Biology Biochemistry**, Amsterdam, v. 26, p. 49-55, 1994.
- COSTA, G. S. et al. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em povoamento de *Eucalyptus grandis* no norte fluminense. **Revista**

- Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 563-570, 2005.
- COSTA, M. G. et al. Leguminosas arbóreas para recuperação de áreas degradadas com pastagem em Conceição de Macabu, Rio de Janeiro, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 1, p. 101-112, 2014.
- CUNHANETO, F. V. et al. Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações florestais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 379-387, 2013.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Classificação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS, 1979. 255 p.
- FERNANDES, M. M. et al. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na Flona Mário Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 2, p. 163-175, 2006.
- GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, p. 193-207, 2002.
- GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; SANTOS, M. L. Decomposição e liberação de nutrientes do folheto de espécies florestais nativas em plantios puros e mistos no sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, p. 1021-1031, 2003.
- GODINHO, T. O. et al. Biomassa, macronutrientes e carbono orgânico na serapilheira depositada em trecho de floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 97, p. 131-144, 2013.
- HAAG, H. P. A nutrição mineral e o ecossistema. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 49-52.
- HINKEL, R. **Ciclagem de nutrientes e os fatores climáticos envolvidos**. 2002. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- KOUKOURA, Z.; MAMOLOS, A. P.; KALBURTJI, K. L. Decomposition of dominant plant species litter in semi-arid grassland. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 23, p. 13-23, 2003.
- LANDSBERG, J. J.; GOWER, S. T. **Applications of physiological ecology to forest management**. New York: Academic Press, 1997.
- LIN, H. et al. Monthly variation in litterfall and the amount of nutrients in an *Aleurites montana* plantation. **Forestry Studies in China**, Beijing, v. 14, n. 1, p. 30-35, 2012.
- MEENTMEYER, V. et al. World patterns and amounts of terrestrial plant litter production. **BioScience**, Uberlândia, v. 32, p. 125-128, 1982.
- MEGURO, M. et al. Ciclagem de nutrientes na Mata Mesófila Secundária, São Paulo, III - Decomposição do material foliar e liberação dos nutrientes minerais. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 8, p. 7-20, 1980.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. 625 p.
- NEVES, E. J. M. et al. Deposição de serapilheira e de nutrientes de duas espécies da Amazônia. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 43, p. 47-60, 2001.
- PEGADO, C. M. A. et al. Decomposição superficial e subsuperficial de folhas de fava (*Phaseolus lunatus* L.) na região do Brejo da Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 218-223, 2008.
- PAGANO, S. N.; DURIGAN, G. Aspectos da ciclagem de nutrientes em Matas Ciliares do oeste do Estado de São Paulo, Brasil. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da USP/Fapesp, 2000. p. 109-123.
- PELLIZZARO, K. et al. Superação da dormência e influência do condicionamento osmótico em sementes de *Pterogyne nitens* Tul. (FABACEAE). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 1-9, 2011.
- PEREIRA, M. G. et al. Aporte e decomposição de serapilheira em floresta periodicamente inundável na restinga da Marambaia, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 56-67, 2012.
- PIMENTA, J. A. et al. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de um reflorestamento e de uma floresta estacional semidecidual no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 53-57, 2011.
- PIRES, L. A. et al. Produção, acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 173-184, 2006.
- QUEIROZ, L. P. Distribuição das espécies de Leguminosae na caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B. et al. (Ed.). **Vegetação e flora das caatingas**. Recife: APNE / CNIP, 2002. p. 141-153
- REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Ciclagem

- de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R. F. (Eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p. 265-302.
- ROSSI, C. Q. et al. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de braquiária, sorgo e soja em áreas de plantio direto no cerrado goiano. Semina: **Ciências Agrárias**, Recife, v. 34, n. 4, p. 1523-1534, 2013.
- SCHUMACHER, M. V. et al. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande – RS. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 1, p. 29-37, 2004.
- SCHUMACHER, M. V. et al. Produção e decomposição de serapilheira em um povoamento de *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus globulus maidenii*. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 3, p. 509-508, 2013.
- SILVA, H. F. et al. Decomposição de serapilheira foliar em três sistemas florestais no Sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira Biociências**, Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 164-172, 2014.
- SINGH, J. S.; GUPTA, S. R. Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. **The Botanical Review**, New York, v. 43, p. 449-528, 1977.
- SOUSA, G. T. O. et al. Relações hipsométricas para *Eucalyptus urophylla* conduzidos sob regime de alto fuste e talhadia no Sudoeste da Bahia. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 9, n. 4, p. 1-7, 2013.
- STAAF, H. Foliage litter turnover and earthworm populations in three beech forests of contrasting soil and vegetation types. **Oecologia**, Berlin, v. 72, p. 58-64, 1987.
- SWIFT, M. J. et al. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Berkeley: University of California Press, 1979. 372 p.
- TEIXEIRA, M. B. et al. Decomposição e ciclagem de nutrientes dos resíduos de quatro plantas de cobertura do solo. **Idesia**, Chile, v. 30, n. 1, p. 55-64, 2012.
- TERROR, V. L.; SOUSA, H. C.; KOZOVITS, A. R. Produção, decomposição e qualidade nutricional da serapilheira foliar em uma floresta paludosa de altitude. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 113-121, 2011.
- THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology Biochemistry**, Amsterdam, v. 23, p. 1351-1361, 1993.
- VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H. The determination of lignin and cellulose in acid-detergent fibre with permanganate. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, Bethesda, v. 51, p. 780-785, 1968.
- VELOSO, R. B. et al. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.
- VIEIRA, M. et al. Plantio misto de *Eucalyptus* spp. com leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 1, p. 16-25, 2013.
- VIEIRA, M. et al. Deposição de serapilheira e nutrientes em plantio de *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus globulus*. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 3, p. 327-338, 2014.