



Decomposição e teor de nutrientes da serapilheira foliar em um fragmento de Floresta Atlântica no sul do estado do Espírito Santo¹

Aderbal Gomes da Silva²; Marco Antonio Monteiro Gonçalves³; Edvaldo Fialho dos Reis⁴

Resumo: Este estudo teve como objetivo avaliar a decomposição da serapilheira foliar e o teor dos nutrientes na massa remanescente, durante o período de um ano (2007). O estudo foi conduzido na Floresta Nacional de Pacotuba, localizada no município de Cachoeiro de Itapemirim, ES. A taxa de decomposição foi determinada por meio da instalação de 44 bolsas de decomposição (*Litterbags*) em 11 parcelas permanentes (40 m x 50 m), cujas coletas foram realizadas trimestralmente durante o ano de 2007. A taxa de decomposição (k) foi de 0,68, indicando ser necessário um tempo médio de 575 dias para a renovação total da serapilheira. Os teores de N, P e Mg foram homogêneos, sem variações significativas ao longo do ano, enquanto o Ca e K apresentaram variações significativas, indicando uma heterogeneidade nos teores desses elementos durante o processo de decomposição da serapilheira foliar.

Palavras - chave: nutrição florestal; ciclagem de nutrientes, solos florestais.

Decomposition and nutrient content of leaf litter in a fragment of Atlantic Forest in the south of Espírito Santo

Abstract: This study aimed to evaluate the decomposition of leaf litter and nutrient contents in the remaining mass, during the period of one year (2007). The study was conducted in the National Forest of Pacotuba, located in the municipality of Cachoeiro Itapemirim, ES. The decomposition rate was determined by installing 44 decomposition bags (*Litterbags*) in 11 permanent plots (40 m x 50 m), whose samples were collected quarterly during the year 2007. The decomposition rate (k) was 0.68, indicating an average of 575 days for a total renovation of the litter. The contents of N, P and Mg were homogeneous, without significant variations during the year, while the Ca and K showed significant variations, indicating heterogeneity in the levels of these elements during the decomposition of leaf litter.

Keywords: forestry nutrition; nutrient cycling, forest soils.

¹ Recebido em 19.04.2012 e aceito para publicação como **artigo científico** em 10.09.2013.

² Engenheiro Florestal, D.Sc., Prof. Associado do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), CEP: 29550-000, Jerônimo Monteiro-ES. E-mail: <aderbalsilva@yahoo.com.br>.

³ Biólogo, M. Sc., Prefeitura Municipal de Cachoeiro de Itapemirim, CEP: 29300-170. E-mail: <marcomonteiro30@bol.com.br >.

⁴ Engenheiro Agrícola, D.Sc., Prof. Associado do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), CEP 29500-000, Jerônimo Monteiro-ES. E-mail: <edreis@cca.ufes.br>.

Introdução

A serapilheira é constituída por materiais vegetais depositados na superfície do solo, tais como folhas, cascas, ramos, material reprodutivo, flores, inflorescências, frutos, sementes e fragmentos vegetais não identificáveis (CIANCIARUSO et al., 2006).

São muitos os fatores que influenciam a deposição e a transformação da serapilheira, tanto fatores bióticos como abióticos, tais como o tipo de vegetação, a localização geográfica, os fatores climáticos e os organismos do solo (FIGUEREDO FILHO et al., 2003). Segundo Cianciaruso et al. (2006), o conhecimento dos processos relacionados à transformação da serapilheira tem sido considerado um valioso instrumento para estudos de diagnóstico ambiental e da intensidade dos impactos naturais ou antrópicos, permitindo a comparação entre diferentes sistemas por meio de parâmetros quantitativos de seu funcionamento.

As taxas de decomposição da serapilheira e de liberação de nutrientes no solo têm sido estudadas em uma ampla variedade de florestas, com grande número de trabalhos já realizados no mundo, indicando a importância do processo de decomposição na ciclagem de nutrientes dentro dos ecossistemas (PRESCOTT, 2005). O conhecimento a respeito do processo de decomposição em áreas alteradas e florestas secundárias em ambiente tropical ainda é limitado (BARLOW et al., 2007), evidenciando a necessidade da realização de mais estudos, a fim de contribuir para um maior conhecimento do processo de ciclagem de nutrientes dentro dos ecossistemas.

O estudo da decomposição da serapilheira possibilita a determinação da velocidade de retorno dos nutrientes ao solo, para que possam ser reaproveitados pela vegetação (BALIEIRO et al., 2004; SCHEER, 2006 e CORRÊA et al., 2006).

A vegetação fica sobre influência dos nutrientes liberados na decomposição, e essa influência torna-se mais forte de acordo com as condições nutricionais do solo, ou seja, o solo

pobre sofrerá maior influência. Um exemplo disso é a serapilheira funcionando como fonte (mineralização) de K, Mg, Ca, N e como um forte dreno (imobilização) de P (COSTA et al., 2005), alterando a fertilidade do solo pela qualidade nutricional das espécies presentes na área, pelo menos nos níveis mais superficiais (GARAY et al., 2003). Em função dos processos de decomposição e lixiviação da serapilheira, os nutrientes podem ser carreados para o solo e novamente absorvidos pelo sistema radicular das árvores e das espécies do sub-bosque (POGGIANI; SCHUMACHER, 2000).

O conhecimento das taxas de produção e decomposição da serapilheira, nas fisionomias que compõem o bioma Mata Atlântica, é de fundamental importância, tendo em vista o grau de antropização em que o mesmo se encontra (PEREIRA et al., 2008). De acordo com Garay e Kindel (2001) por meio desse tipo de estudo pode-se obter um conjunto de informações que podem contribuir para um melhor conhecimento do bioma, podendo funcionar também como ferramenta no planejamento do manejo a ser adotado.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o processo de decomposição da serapilheira foliar e o teor dos nutrientes durante o período de um ano na Floresta Nacional de Pacotuba, no município de Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Material e métodos

Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado em um fragmento de aproximadamente 450 ha de Floresta Estacional Semidecidual em unidade de conservação, denominada Floresta Nacional de Pacotuba (Figura 1), criada pelo Decreto-Lei Federal de 13 de Dezembro de 2002. A área está localizada no município de Cachoeiro de Itapemirim, Estado do Espírito Santo (Latitude 20°45'S, Longitude 41°17'W, Altitude de 150 m em relação ao nível médio do mar).



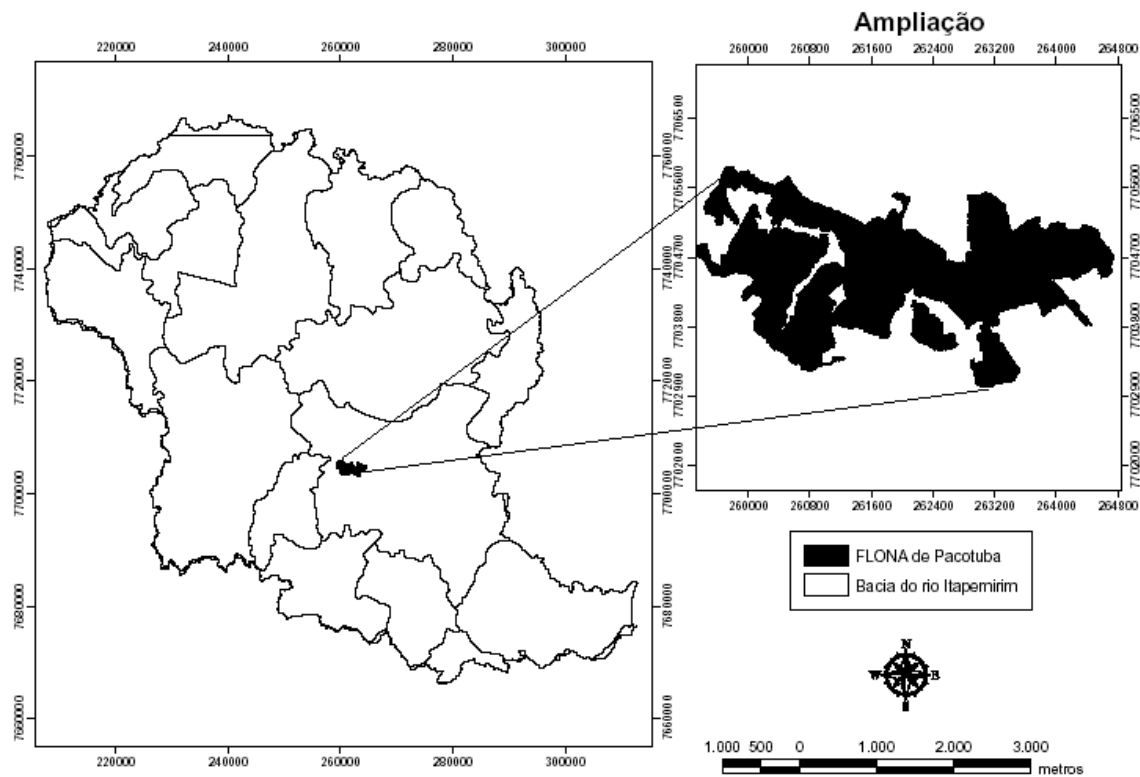


Figura 1 – Ilustração da localização da Floresta Nacional de Pacotuba, Cachoeiro de Itapemirim, ES.
Figure 1 – Illustration of Pacotuba National Forest location, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, se enquadra no tipo Cwa, apresentando precipitação mal distribuída ao longo do ano, com verão chuvoso e inverno seco. A estação seca ocorre entre os meses de abril e outubro, sendo os meses de junho, julho e agosto os de menor precipitação pluviométrica. Os períodos de maior índice pluviométrico iniciam-se na segunda quinzena de outubro e se prolongam até a primeira quinzena de março, sendo os meses de novembro e dezembro os mais chuvosos. O índice médio pluviométrico anual é de 1.293 mm. A temperatura média das mínimas do mês mais frio é de 11,8 °C, e a média das máximas do mês mais quente de 34 °C (INCAPER, 2011). O ano de 2007 apresentou uma precipitação atípica, sendo considerada abaixo da média das normais climatológicas (Figura 2).

O relevo regional caracteriza-se com feições do tipo “Mar de morros”, com relevo ondulado

a forte ondulado. O material de origem é do tipo granito-gnáissico de origem pré-cambriana (IBGE, 1987). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico A moderado (EMBRAPA, 2006).

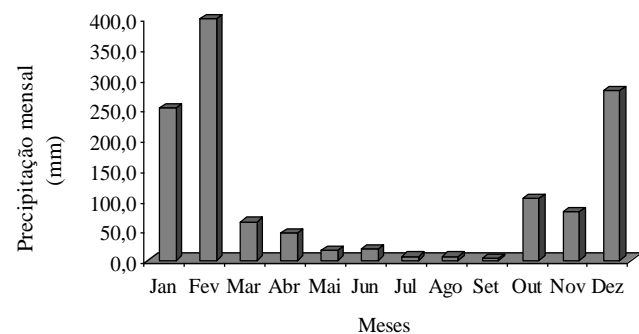


Figura 2 – Precipitação pluviométrica mensal (mm) durante o ano de 2007, na região da Floresta Nacional de Pacotuba, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Figure 2 – Monthly rainfall (mm) during the year of 2007 in the National Forest of Pacotuba, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Taxa de decomposição da serapilheira foliar

Para avaliar a taxa de decomposição da serapilheira foliar, foram utilizadas amostras de folhas recém-caídas, coletadas nas 11 parcelas permanentes, instaladas de forma sistemática no fragmento florestal. O material foi conduzido ao Laboratório de Dendrologia do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira/CCA-UFES, para secagem e posterior acondicionamento nas bolsas de decomposição. A secagem foi realizada em estufa com circulação e renovação de ar a 65 °C, por um período de 72 horas.

Foram preparadas 44 bolsas de decomposição (*litterbags*), confeccionadas em polipropileno com dimensões de 20 cm x 20 cm e 1 mm de malha. Cada bolsa, contendo aproximadamente 40 g de serapilheira, foi levada a campo e depositada cada qual na parcela de onde foi coletada a serapilheira foliar, para preenchimento da mesma. Foram distribuídas 4 bolsas por parcela de 40 m x 50 m, alocando-se cada bolsa no centro de uma subparcela de 20 m x 25 m.

A taxa de decomposição foi avaliada, por meio da coleta sistemática das bolsas (*litterbags*) a cada 90 dias. O percentual de massa remanescente foi obtido pela diferença entre a massa seca original (contida no *litterbag*) e a massa seca determinada ao final de cada período de decomposição. Para a determinação da massa remanescente após a coleta foi realizada a limpeza do material, onde as folhas em decomposição foram limpas com o auxílio de um pincel, eliminando-se impurezas como resíduos de solo, insetos mortos, fezes de aves, dentre outros.

Após a secagem o material contido nas bolsas de decomposição (*litterbags*) foi pesado em balança analítica com precisão de duas casas decimais e calculado o percentual remanescente para os quatro períodos avaliados (90, 180, 270 e 360 dias).

A taxa média de decomposição anual (k) foi obtida por meio da equação proposta por Olson (1963), que apresenta a seguinte equação:

$$Mt = Mi \cdot e^{-kt}$$

Em que: Mt é o percentual de massa seca remanescente; Mi é o percentual de massa seca inicial; T é o tempo em anos e K é a taxa de decomposição.

Análises químicas

A serapilheira foliar, após a pesagem, foi moída em moinho tipo Willey para a realização das análises químicas dos macronutrientes.

A determinação dos macronutrientes na serapilheira foi realizada no Laboratório de Recursos Hídricos do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira/CCA-UFES, sendo utilizada a digestão nitroperclórica ($\text{HNO}_3 + \text{HCl}$), em que a matéria orgânica do tecido vegetal é oxidada com ácidos minerais concentrados e quentes (EMBRAPA, 1999).

Para as análises realizadas, foram utilizados os seguintes métodos para determinação dos nutrientes em material vegetal: P: Espectrofotometria com azul de molibdênio; K: Fotometria de chama; Ca e Mg: Espectrofotometria de absorção atômica; e N: Destilação e Titulação de Kjeldahl.

Análises estatísticas

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 11 repetições. Os tratamentos foram representados pelo tempo de coleta após a disponibilização dos *litterbags* a campo: T1 = 90 dias; T2 = 180 dias; T3 = 270 dias e T4 = 360 dias. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, foi aplicado o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando-se o Sistema para Análises Estatísticas, SAEG 9.1 (SAEG, 2007).

Resultados e discussão

Decomposição da serapilheira foliar

A taxa média de decomposição (k) da serapilheira foliar foi de 0,68. Isto significa que é necessário um tempo médio de 575 dias para a renovação total da serapilheira acumulada



sobre o solo. Esse tempo é superior ao encontrado por Menezes et al. (2010), que avaliou uma área de floresta secundária em estágio médio, para a qual identificou um tempo de renovação da serapilheira de aproximadamente 365 dias.

A taxa de decomposição encontrada nesse estudo (0,68) é similar a obtida por Pinto (2005), que registrou o valor de 0,78 para uma área de Floresta Estacional Semidecidual em estágio intermediário de sucessão. Porém, o valor de 0,68 está abaixo da faixa estimada para florestas neotropicais, que de acordo com Anderson et al. (1983), varia de 1,1 a 1,7. Diferenças na taxa de decomposição da serapilheira entre florestas tropicais podem ser atribuídas ao tipo de cobertura vegetal, à qualidade do material, à atividade da fauna do solo e às condições ambientais, especialmente temperatura e umidade (CÉSAR, 1993).

O período avaliado apresentou condições climáticas atípicas, com precipitação anual média abaixo do normal (Figura 2) e prolongamento do período de déficit hídrico, o que pode ter contribuído para a ocorrência da baixa taxa de decomposição obtida. De acordo com Souto (2006) o prolongamento do período de déficit hídrico pode influenciar os microorganismos do solo de maneira negativa, reduzindo a taxa de decomposição. Além disso, a decomposição está ligada a diversos fatores ambientais, químicos e físicos do próprio material (CIANCIARUSO et al., 2006).

O número de dias necessário para a total decomposição do material encontrado neste estudo (575 dias), foi inferior ao encontrado por Fernandes et al. (2006), estudando área de floresta secundária, sob domínio de Floresta Atlântica, em Seropédica, RJ, indicando que para total decomposição da serapilheira seriam necessários aproximadamente 714 dias.

O processo de decomposição da serapilheira foliar ocorreu de forma mais intensa nos primeiros meses (90 dias), com perda de 25,0% da massa inicial, o que é considerado normal nesse tipo de estudo (Figura 3), visto que o processo de decomposição segue um modelo exponencial, indicando que a mesma não é

constante ao longo do ano, sendo mais intensa nos meses iniciais.

Esse tipo de comportamento também ocorreu em trabalhos realizados por outros autores como Guo e Sims (2001), estudando a decomposição e liberação de nutrientes em eucalipto na Nova Zelândia, Barlow et al. (2007), abordando a decomposição da serapilheira em floresta primária e secundária na Amazônia Brasileira, Cianciaruso et al. (2006), em uma fisionomia classificada como cerradão e com presença de espécies comuns em Floresta Estacional Semidecidual, em Luiz Antonio, SP e Pereira et al., (2008) em fragmento de Floresta Atlântica em Mangaratiba, RJ.

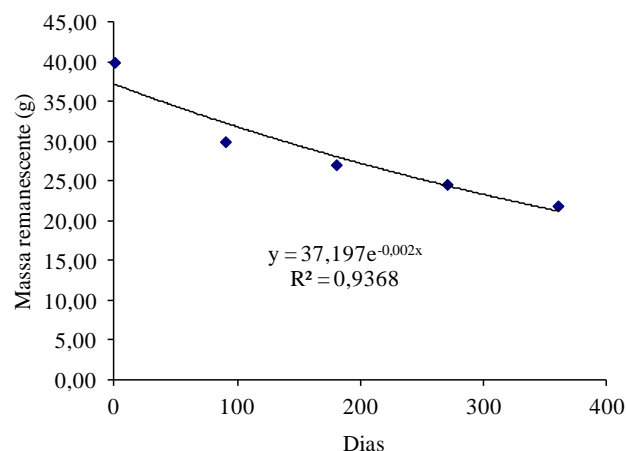


Figura 3 – Massa remanescente do processo de decomposição da serapilheira foliar na Floresta Nacional de Pacotuba, ES.

Figure 3 – Remaining mass of the process of decomposition of leaf litter in the Floresta Nacional de Pacotuba, ES.

Nos meses subsequentes, ocorreu uma decomposição mais lenta, sendo que, ao final de um ano, o percentual da massa original decomposta foi de 45,3%, o que pode ser considerado baixo.

Resultados com percentuais semelhantes ao desse estudo e que expressam uma lenta taxa de decomposição do material aportado também foram relatados por Guo e Sims (2001) para plantios de eucalipto, Toledo et al. (2002) em áreas de floresta secundária no município de

Pinheiral, RJ; Pires et al. (2006) estudando a decomposição da serapilheira em área de restinga na Ilha do Mel, PR; Cianciaruso et al. (2006) em ambiente de cerradão na Estação Ecológica de Jataí, SP; Pereira et al., (2008) em fragmento de Floresta Atlântica em Mangaratiba, RJ; e Pinto et al. (2009) em fragmento de floresta secundária em estagio inicial, sob domínio de Floresta Atlântica em Viçosa, MG.

O estagio sucessional da vegetação e o seu microambiente também influenciam na velocidade de decomposição da serapilheira foliar conforme registrado por Toledo (2003) e Pinto et al. (2009), ambos estudando áreas de floresta secundária em sob domínio de Floresta Atlântica. Na avaliação de áreas em estagio de sucessão classificadas pelos autores como avançado, estes identificaram uma maior velocidade de decomposição, obtendo respectivamente 58,0% e 54,1% de massa remanescente aos 90 dias após a instalação das bolsas de decomposição, o que evidencia a influência do estagio sucessional na velocidade da taxa decomposição da serapilheira.

Nutrientes na serapilheira

Os teores médios dos nutrientes obtidos por meio do processo de decomposição podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 – Teores médios de nutrientes presentes na serapilheira foliar remanescente do processo de decomposição no período de um ano.

Table 1 – Average contents of nutrients in the remaining leaf litter decomposition process in one year.

Período (dias)	N P K Ca Mg				
	(g kg ⁻¹)				
90	15,82 a*	0,55 a	1,24 a	35,25 c	2,47 a
180	17,36 a	0,57 a	0,49 b	46,97 a	2,74 a
270	16,65 a	0,58 a	0,64 b	41,45 b	2,74 a
360	15,95 a	0,59 a	0,80 b	35,93 c	2,75 a

*Valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância.

Não ocorreu diferença significativa em relação aos teores de N, P e Mg presentes na massa remanescente das bolsas de decomposição, para os diferentes períodos avaliados. Entretanto, o K e Ca, apresentaram teores distintos conforme o tempo de decomposição.

Segundo consultas realizadas por Terror et al. (2011) de maneira geral, os teores de N, P e K, na serapilheira foliar depositada em florestas tropicais brasileiras variam de 10,7 a 24,4 g kg⁻¹ para N, 0,27 a 2,08 g kg⁻¹ para P e 2,93 a 11,8 g kg⁻¹ para K. Desta forma, observa-se que os teores médios de N na serapilheira obtidos neste estudo encontram-se na faixa de valores médios das florestas tropicais brasileiras, enquanto o P e, principalmente o K, apresentaram teores inferiores à média, segundo o autor supracitado.

Os teores de P e K obtidos se assemelham aos valores obtidos por Fernandes et al. (2006) e Pinto et al. (2009), ambos estudando florestas estacionais secundárias em estágio médio de sucessão. Entretanto, os teores médios de N determinados foram inferiores aos encontrados por Pinto et al. (2009). O K apresentou maior teor aos 90 dias após a instalação dos *litterbags*, com redução nos demais períodos avaliados. Geralmente esse elemento apresenta característica de intensa redução dos teores nos primeiros meses e de acordo com Costa et al. (2005), essa intensa redução dos teores de K ocorre devido a maiores perdas por lixiviação, já que esse elemento não faz parte de nenhum componente estrutural dos tecidos orgânicos, sendo facilmente mineralizável.

Quanto ao Ca a variação ocorreu de forma irregular entre as épocas avaliadas e os teores determinados na serapilheira foliar em decomposição foram considerados elevados, sendo superiores aos valores obtidos por Espig et al. (2009), estudando um remanescente de Floresta Atlântica na região metropolitana de Recife, PE.

Valores superiores nos teores de Ca na serapilheira, em relação a outros nutrientes, também foram encontrados por Vieira et al. (2010), corroborando com a situação identificada no presente estudo. O Ca possui



baixa mobilidade na planta (MALAVOLTA et al., 1997) e segundo Attiwill (1979, apud BORÉM e RAMOS, 2002), quase todo o Ca, dada a sua pouca mobilidade no vegetal, retorna ao solo em grande quantidade com a queda das folhas, galhos e frutos. Segundo Boeger et al. (2005) esse nutriente se acumula nos resíduos orgânicos em decomposição tanto em função da sua baixa mobilidade como também devido a formação de cristais de oxalato de cálcio no tecidos foliares.

Os teores de Mg apresentaram-se medianos e semelhantes aos encontrados por outros autores como Scheer (2008), estudando um trecho de Floresta Ombrófila Densa em Guaraqueçaba, PR; Espig et al. (2009) em Floresta Ombrófila Densa de Encosta na região de Recife, PE; Vogel et al. (2013) estudando um fragmento de Floresta Estacional Subtropical de Encosta no Rio Grande de Sul.

A magnitude dos teores de nutrientes na serapilheira apresentou a seguinte sequência: Ca>N>Mg>K>P, a qual se assemelha a encontra por Vogel et al. (2013), estudando um fragmento de floresta nativa no Bioma Pampa, RS.

Conclusões

O valor de taxa de decomposição obtida (0,68) e o percentual da massa original decomposta (45,0%) podem ser considerados baixos.

O processo de decomposição foi mais acelerado nos meses iniciais, reduzindo sua velocidade no restante do período estudado.

Com exceção do Ca e K, os teores dos nutrientes não variaram significativamente ao longo do período de estudo no material remanescente da decomposição.

Referências

- ANDERSON, J. M.; PROCTOR, J.; VALLACK, H. W. Ecological studies in four contrasting lowland rain forest in Gunung Mulu National Park, Sarawak. III. Decomposition processes and nutrient losses from leaf litter. **Journal of Ecology**, v. 71, n. 3, p. 503-527, 1983.
- BALIEIRO, F. de C. et al. Acúmulo de nutrientes na parte aérea, na serapilheira acumulada sobre o solo e decomposição de filódios de *Acacia mangium* Willd. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 59-65, 2004.
- BARLOW, J. et al. Litter fall and decomposition in primary, secondary and plantation forests in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 247, n.1-3, p.91-97, 2007.
- BOEGER, M. R. T.; WISNIEWSKI, C.; REISSMANN, C. B. Nutrientes foliares de espécies arbóreas de três estádios sucessionais de floresta ombrófila densa no sul do Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 19, n.1, p. 167-181, 2005.
- BORÉM, R. A. T.; RAMOS, D. P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de Mata Atlântica. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 042-059, 2002.
- CÉSAR, O. Produção de serapilheira na mata mesófila semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 53, n. 4, 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 Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 49-59, 2006.
- CORRÊA, F. L. de O. et al. Produção de serapilheira em sistema agroflorestal multiestratificado no estado de Rondônia, BRASIL. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1099-1105, 2006.



COSTA, G. S.; RODRIGUES, A. C. da G.; CUNHA, G. de M. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em povoamentos de *Eucalyptus grandis* no norte fluminense. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 563-570, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos, 1999. 370 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.

ESPIG, S. A. et al. Sazonalidade, composição e aporte de nutrientes da serapilheira em fragmento de mata atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 949-956, 2009.

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.

FIGUEIREDO FILHO, A. F. et al. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Mista localizada no sul do estado do Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 11-18, 2003.

GARAY, I. E.; KINDEL, A. Diversidade funcional em fragmentos de floresta atlântica: valor indicador das formas de húmus florestais. In: GARAY, I. E.; DIAS, B. **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: Avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento**. Ed. Vozes, Petrópolis. 430p. 2001.

GARAY, I. et al. Comparação da matéria orgânica e de outros atributos do solo entre

plantações de *Acacia mangium* e *Eucalyptus grandis*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p.705-712, 2003.

GUO, L. B.; SIMS, R. E. H. Eucalypt litter decomposition and nutrient release under a short rotation forest regime and effluent irrigation treatments in New Zealand: I. External effects. **Soil Biology and biochemistry**, v. 33, p.1381-1388, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Projeto RADAM**. Folha SE 24 Rio Doce. Rio de Janeiro, v. 34, 1987. 540 p.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. INCAPER. 2011. Disponível em: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/caracterizacao/cacho_itap_carac.php> Acesso em: 13 abril, 2012.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação brasileira para a pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MENEZES, C. E. G. et al. Aporte e decomposição da serapilheira e produção de biomassa radicular em florestas com diferentes estágios sucessionais em Pinheiral, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 439-452, 2010.

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

PEREIRA, M. G.; MENEZES, L. F. T.; SCHULTZ, N. Aporte e decomposição da serapilheira na floresta Atlântica, Ilha da Marambaia, Mangaratiba, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 4, p. 443-454, 2008.

PINTO, S. I. C. et al. Ciclagem de nutrientes



em dois trechos de floresta estacional semidecidual na reserva florestal Mata do Paraíso em Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 653-663, 2009.

PINTO, S. I. C. **Florística, estrutura e ciclagem de nutrientes em dois trechos de floresta estacional semidecidual na reserva florestal Mata do Paraíso, Viçosa-MG**. 2005. 121 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - UFV, Viçosa, 2005.

PIRES, L. A. et al. Produção, acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil, **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 173-184, 2006.

POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M. V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 287-308.

PRESCOTT, C. Do rates of litter decomposition tell us anything we really need to know? **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 220, n. 1-3, p. 66-74, 2005.

SAEG. **Sistema para Análises Estatísticas**. Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SCHEER, M. B. **Ciclagem de nutrientes em um trecho de floresta ombrófila densa aluvial em regeneração**. 2006. 167 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SCHEER, M. B. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em um trecho de floresta ombrófila densa aluvial em regeneração, Guaraqueçaba (PR). **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 2, 2008.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos**

edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil. 2006. 161 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

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

TOLEDO, L. de O. **Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no município de Pinheiral, RJ**. 2003. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2003.

TOLEDO, L. O.; PEREIRA, M. G.; MENEZES, C. E. G. Produção de serapilheira e transferência de nutrientes em florestas secundárias localizadas na região de Pinheiral, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 9-16, 2002.

VIERA, M. et al. Nutrientes na serapilheira em um fragmento de Floresta Estacional Decidual, Itaara, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 611-619, 2010.

VOGEL, H. L. M. et al. Efeito de borda no estoque de serapilheira e nutrientes em um fragmento de floresta nativa no Bioma Pampa, RS. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, v.1, n.1, p.46-54, 2013.

